PLANAVE S.A.
Estudos e Projetos de Engenharia

CLIENTE: **Administração do Porto de Paranaguá e Antonina - APPA**			
EMPREENDIMENTO: **Ampliação do Porto de Paranaguá**			
OPERAÇÃO: 1.15.066	OS/OSA 01/01	Nº PLANAVE RL-B00-H01-1001	REV. PLANAVE 0
CONTRATO: 077/2015		Nº CLIENTE -	REV. CLIENTE -

TÍTULO:

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

REV.	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES	DATA	EXE.	REV.	APR.
0	EMISSÂO INICIAL	08/03/2017			

SUMÁRIO

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DA EMPRESA CONSULTORA 1

1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR 1
1.1.1 Representante Legal da Empresa 1
1.1.2 Pessoa de Contato 1
1.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA 1
1.2.1 Representante Legal da Empresa 2
1.2.2 Pessoa de Contato 2
1.3 IDENTIFICAÇÃO DA EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO ESTUDO 2

2. DESCRIÇÃO GERAL 12

2.1 TERMINAL DE EXPORTAÇÃO DE GRÃOS 12
2.1.1 Ampliação do Potencial de Exportação do Corredor de Exportação – Píer "T" 12
2.1.2 Ampliação do Píer Oeste, Corredor de Exportação de Granéis Sólidos Oeste – Píer "F" 12
2.2 TERMINAL DE GRANÉIS LÍQUIDOS 13
2.2.1 Píer de Inflamáveis – Píer "L" 13
2.3 COMPLEXO NÁUTICO 13

3 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS 15

3.1 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS 15
3.1.1 Metodologia 15
3.1.2 Critérios de Avaliação 18
3.1.3 Alternativa Locacional Adotada 62
3.2 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS 63
3.2.1 Píer T, Píer F, Píer L 64
3.2.2 Complexo Náutico 78
3.2.3 Dragagem 83
3.2.4 Tecnologias Limpas 86
3.3 ALTERNATIVA DE NÃO REALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 87

4. INSERÇÃO REGIONAL 93

4.1 REGULAMENTAÇÃO LEGAL APLICÁVEL 98
4.1.1 Dispositivos Normativos 98
4.1.2 Instrumentos de Planejamento 110
4.1.3 Programas Ambientais em execução pela APPA 142
4.1.4 Outros Empreendimentos previstos para o Litoral 145

5 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 156

5.1 HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO 156
5.1.1 Porto de Paranaguá 156
5.1.2 Histórico 157
5.2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS 160
5.2.1 Objetivo 160
5.2.2 Justificativa 160

5.3 INFORMAÇÕES DE PROJETO 167
5.3.1 Novo Terminal de Grãos do Corredor de Exportação - Píer T 168
5.3.2 Novo Corredor de Exportação Oeste - Píer F 187
5.3.3 Complexo Náutico 213
5.3.4 Ampliação do Píer de Inflamáveis - Píer L 238
5.4 FASE DE IMPLANTAÇÃO 241
5.4.1 Canteiro de obras e infraestrutura de apoio 241
5.4.2 Insumos e Utilidades 245
5.4.3 Mão de Obra 250
5.4.4 Efluentes Líquidos 254
5.4.5 Resíduos Sólidos 255
5.4.6 Emissões Atmosféricas, Ruídos, Vibrações e Iluminação – Fase de Implantação 260
5.4.7 Acessos e Rotas – Fase de Implantação 261
5.4.8 Dragagens, Derrocagens e Outras Intervenções 268
5.4.9 Cronograma 279
5.5 FASE DE OPERAÇÃO 281
5.5.1 Condições Operacionais 281
5.5.2 Acessos e Rotas – Fase de Operação 300
5.5.3 Infraestrutura de Apoio, Insumos e Utilidades 314
5.5.4 Efluentes Líquidos 316
5.5.5 Resíduos Sólidos 322
5.5.6 Emissões Atmosféricas, Ruído, Vibração e Iluminação 333
5.5.7 Mão de Obra 339

6. VALOR DO INVESTIMENTO 341

7. ÁREAS DE ESTUDO 342

7.1 PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO PARA DETERMINAÇÃO DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - ADA .. 342
7.2 PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO PARA DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA - AEID 343
7.2.1 Área de Estudo – Meio Físico 343
7.2.2 Área de Estudo – Meio Biótico 345
7.2.3 Área de Estudo – Meio Socioeconômico 346
7.3 PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO PARA DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA - AII 347
7.3.1 Área de Estudo – Meio Físico 347
7.3.2 Área de Estudo – Meio Biótico 348
7.3.3 Área de Estudo – Meio Socioeconômico 349

8. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 350

8.1 MEIO FÍSICO 350
8.1.1 Climatologia e Meteorologia 350
8.1.2 Qualidade do Ar 376
8.1.3 Ruídos e Vibrações 404
8.1.4 Geologia 434
8.1.5 Geomorfologia 467
8.1.6 Pedologia 478
8.1.7 Risco Geotécnico 495
8.1.8 Recursos Hídricos 512
8.1.9 Oceanografia e Hidrodinâmica Costeira 587
8.1.10 Caracterização dos Sedimentos 595
8.1.11 Modelagens de Diagnóstico da Hidrodinâmica, do Transporte de Sedimentos, e de Ondas 636
8.2 MEIO BIÓTICO 717

8.2.1 Biota Terrestre ... 720
8.2.2 Biota Aquática ... 856
8.2.3 Bioindicadores ... 1123
8.2.1 Unidades de Conservação ... 1128
8.3 Meio Sócio Econômico ... 1143
8.3.1 Caracterização Demográfica ... 1146
8.3.2 Infraestrutura, Equipamentos Urbanos e Serviços Públicos ... 1234
8.3.3 Fluxos e Redes de Transporte ... 1281
8.3.4 Caracterização Econômica ... 1288
8.3.5 Mão de Obra ... 1316
8.3.6 Turismo ... 1337
8.3.7 Atividade Pesqueira ... 1369
8.3.8 Uso e Ocupação do Solo ... 1420
8.3.9 Arranjos Institucionais ... 1423
8.3.10 Comunidades Tradicionais ... 1443
8.3.11 Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico ... 1454
8.4 Análise Integrada ... 1469

9. IMPACTOS AMBIENTAIS ... 1523

9.1 Previsão de Impactos Ambientais ... 1531
9.1.1 Descrição dos Impactos ... 1531
9.2 Áreas de Influência ... 1793
9.2.1 Meios Físico e Biótico ... 1793
9.2.2 Meio Socioeconômico ... 1794
9.2 Avaliação dos Impactos Ambientais ... 1795
9.2.1 Matriz de Análise Integrada de Impactos ... 1796

10 ANÁLISE DE RISCO AMBIENTAL ... 1801

10.1 Área de Influência Direta – Risco Ambiental ... 1803
10.2 Histórico de acidentes com consequências ambientais dos últimos 10 anos em empreendimentos similares 1804
10.3 Metodologia aplicada na análise preliminar de perigo – APP ... 1807
10.3.1 Categoria de frequência ... 1807
10.3.2 Categoria de severidade ... 1808
10.3.3 Matriz de risco ... 1809
10.4 Análise de Risco Ambiental – Fase de Implantação ... 1810
10.4.1 Canteiros de Obras e Infraestruturas de Apoio ... 1811
10.4.2 Efluentes Líquidos ... 1813
10.4.3 Áreas de Frente de Obras ... 1813
10.4.4 Atividades com manipulação de produtos perigosos ... 1815
10.4.5 Listagem dos produtos perigosos manipulados e suas respectivas classificações da ONU ... 1821
10.4.6 Outras atividades com riscos ao meio ambiente ou à comunidade externa. ... 1829
10.4.7 Análise Preliminar de Risco – Fase de Implantação ... 1832
10.4.8 Conclusão dos perigos detectados em função da sensibilidade socioambiental ... 1867
10.5 Análise de Risco Ambiental – Fase de Operação do Empreendimento ... 1868
10.5.1 Píer em T – Terminal de Grãos ... 1868
10.5.2 Píer em F ... 1870
10.5.3 Píer em L ... 1872
10.5.4 Complexo Náutico ... 1874
10.5.5 Atividades com manipulação de produtos perigosos – Píeres F, T e L ... 1875
10.5.6 Listagem dos produtos perigosos manipulados e suas respectivas classificações da ONU ... 1878

10.5.7 Outras atividades com riscos ao meio ambiente ou à comunidade externa durante a fase de operação do empreendimento 1884
10.5.8 APP - Fase de Operação (Píeres T, F, L) 1886
10.5.9 APP - Fase de Operação do Complexo Náutico 1893
10.6 CONCLUSÃO DOS PERIGOS DETECTADOS EM FUNÇÃO DA SENSIBILIDADE SOCIOAMBIENTAL 1897

11 PLANO DE GESTÃO AMBIENTAL 1899

11.1 GERENCIAMENTO DE RISCOS E ATENDIMENTO A EMERGÊNCIAS 1899
11.1.1 Objetivos 1899
11.1.2 Inter-relação com outros programas 1900
11.1.3 Abrangência 1902
11.1.4 Metodologia 1902
11.1.5 Materiais e equipe 1903
11.1.6 Ações de monitoramento e controle 1905
11.1.7 Desempenho esperado 1911
11.1.8 Responsabilidades 1911
11.2 MEDIDAS MITIGADORAS 1911
11.2.1 Medidas Mitigadoras para Impactos do Meio Físico e Meio Biótico 1912
11.2.2 Medidas Mitigadoras para Impactos do Meio Socioeconômico 1921
11.2.3 Medidas Mitigadoras incluídas em Programas Ambientais 1923
11.3 MEDIDAS COMPENSATÓRIAS 1929
11.3.1 Medidas Compensatórias para Impactos do Meio Físico e Biótico 1929
11.3.2 Medidas Compensatórias para Impactos do Meio Socioeconômico 1932
11.4 MEDIDAS PARA VALORIZAÇÃO DOS IMPACTOS POSITIVOS 1934
11.4.1 Apoio e Fomento ao Turismo em Paranaguá 1934
11.4.2 Medidas de Valorização do Impacto Positivo Incluída nos Programas 1937
11.5 PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL 1937
11.5.1 Programa de Gestão Ambiental (PGA) 1937
11.5.2 Programa de Auditoria Ambiental 1940
11.5.3 Programa de Gerenciamento de Emissões Atmosféricas 1942
11.5.4 Programa de Gerenciamento de Emissões de Ruídos 1943
11.5.5 Programa de Monitoramento da Qualidade da Água 1944
11.5.6 Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) 1945
11.5.7 Programa de Gerenciamento de Efluentes 1947
11.5.8 Programa de Monitoramento da Qualidade dos Sedimentos 1948
11.5.9 Programas Complementares de Monitoramento Durante as Obras de Dragagem 1949
11.5.10 Programa de Monitoramento de Linha de Costa 1952
11.5.11 Programa de Monitoramento do Aquífero Freático 1953
11.5.12 Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos 1954
11.5.13 Programa de Gerenciamento de Tráfego 1955
11.5.14 Programa de Acompanhamento da Supressão da Vegetação 1957
11.5.15 Programa de Monitoramento do Nível de Degradação dos Ecossistemas Costeiros: Manguezais 1959
11.5.16 Programa de Monitoramento da Avifauna de Manguezal e de Bancos Arenosos 1960
11.5.17 Programa de Monitoramento da Biota Aquática 1961
11.5.18 Programa de Monitoramento dos Cetáceos 1965
11.5.19 Programa de Monitoramento da Água de Lastro dos Navios em Operação 1967
11.5.20 Plano de Controle de Proliferação de Vetores 1969
11.5.21 Programa de Cadastro Único e Monitoramento dos Processos de Transferência de População da ZIP 1972

11.5.22 Programa de Comunicação Social 1973
11.5.23 Programa de Capacitação de Mão de Obra e Fornecedores Locais 1976
11.5.24 Programa de Controle e Monitoramento da Gestão Pública Relativa às Demandas Portuárias 1977
11.5.25 Programa de Educação Ambiental para a Comunidade 1978
11.5.26 Programa de Educação Ambiental para Trabalhadores 1980
11.5.27 Programa de Saúde e Segurança no Trabalho 1981
11.5.28 Programa de Monitoramento da Qualidade de Vida da População residente na área mais diretamente afetada pelo empreendimento, incluindo as vias de acesso 1982
11.5.29 Programa de Apoio à Atividade Pesqueira 1984
11.6 Titularidade da Área Escolhida e Reassentamento de Populações Humanas 1985
11.7 Negociação com Atores Envolvidos 1993
11.7.1 Definição da matriz de stakeholders 1994
11.7.2 Ações em desenvolvimento e a serem desenvolvidas 2008
11.8 Ações de Comunicação Social 2009
11.8.1 Definição dos grupos para a realização das reuniões públicas 2010
11.8.2 Local e horário das reuniões públicas 2014
11.8.3 Mobilização dos stakeholders 2017
11.8.4 Realizações das reuniões públicas 2020
11.8.5 Reunião Pública do Grupo III 2027
11.9 Resumo do Plano de Gestão Ambiental 2030

12. PLANO DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL 2052

12.1 Metodologia para Cálculo do Grau de Impacto (GI) 2053
12.1.1 Impacto sobre Biodiversidade (ISB) 2053
12.1.2 Comprometimento de Área Prioritária (CAP) 2053
12.1.3 Influência em Unidade de Conservação (IUC) 2054
12.1.4 Cálculo dos Índices 2055
12.2 Cálculo do Grau de Impacto (GI) e Estimativa da Compensação Ambiental (CA) 2057
12.3 Proposta de Unidades de Conservação a serem beneficiadas com recursos da Compensação Ambiental 2061
12.4 Proposta de Ações Compensatórias Adicionais 2063

13. CONCLUSÃO 2066

14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 2071

15 GLOSSÁRIO 2133

16. ANEXOS 2152

TABELAS

Tabela 3.1 – Classificação aplicada às variáveis adotadas. ... 18
Tabela 3.2 – Classificação aplicada às variáveis adotadas. ... 18
Tabela 3.3 - Parâmetros avaliados para a definição da localização do Complexo Náutico ... 60
Tabela 3.5 – Projeção de Cargas do Porto de Paranaguá ... 90
Tabela 4.1 - Legislações Federais ... 99
Tabela 4.2 - Legislações Estaduais ... 107
Tabela 4.3 - Legislações Municipais ... 109
Tabela 4.4 - Linhas Estratégicas para o Porto ... 117
Tabela 4.5 - Ações Determinantes para manutenção e expansão da produtividade do Porto ... 118
Tabela 4.6 - Programas em execução (APPA) ... 142
Tabela 4.7 - Outros Empreendimentos Portuários em processo de licenciamento ambiental no Litoral do Paraná ... 148
Tabela 4.8 - Empreendimentos de Infraestrutura em processo de licenciamento ambiental no Litoral do Paraná ... 152
Tabela 5.1 – Projeção de Cargas no Porto de Paranaguá ... 162
Tabela 5.2 – Quantitativo dos principais insumos previstos para as obras de ampliação do Porto... 250
Tabela 5.3 – Previsão de mão de obra para as obras de ampliação do Porto. ... 251
Tabela 5.4 – Resumo das Estimativas da Geração de Efluentes ... 255
Tabela 5.5 – Estimativa para o Píer T. ... 256
Tabela 5.6 – Estimativa para o Píer F ... 256
Tabela 5.9 – Fontes de ruídos durante as obras, intensidade e área de atuação ... 260
Tabela 5.10 – Mapeamento das principais fontes de emissão na fase de obras ... 261
Tabela 5.11 – Tabela de Equivalência em Carros de Passeio ... 266
Tabela 5.12 – Resumo da profundidade de dragagem nos píeres ... 269
Tabela 5.13 – Resumo da profundidade de dragagem do Complexo Náutico ... 269
Tabela 5.14 –Estimativa do Volume de Dragagem ... 275
Tabela 5.15 – Características dos berços do cais comercial do Porto de Paranaguá. ... 281
Tabela 5.16 – Características dos píeres do Porto de Paranaguá. ... 282
Tabela 5.17 – Características dos armazéns do Porto de Paranaguá. ... 283
Tabela 5.18 – Características dos pátios do Porto de Paranaguá. ... 284
Tabela 5.19 – Caracterização dos Silos do Porto de Paranaguá. ... 285
Tabela 5.20 – Caracterização dos tanques do Porto de Paranaguá ... 287

Tabela 5.21 – Características de outras instalações de armazenagem. 288
Tabela 5.22 – Equipamentos de cais disponíveis no Porto de Paranaguá 289
Tabela 5.23 – Equipamentos de retroárea disponíveis no Porto de Paranaguá 290
Tabela 5.24 – Características dos navios de projeto – Píer T 295
Tabela 5.25 – Características dos navios de projeto – Píer F 296
Tabela 5.26 – Movimentação do berço 298
Tabela 5.27 – Características dos navios de projeto – Píer L 298
Tabela 5.28 – Capacidade por trecho das vias do entorno portuário 308
Tabela 5.29 – Situação atual do gerenciamento de resíduos gerados pela APPA. 324
Tabela 5.30 – Valores estimados de geração de resíduos na operação 329
Tabela 5.31 - Principais fontes geradoras de emissões nos terminais de granéis sólidos 335
Tabela 5.32 - Principais fontes geradoras de emissões nos terminais de granéis líquidos 335
Tabela 5.33 - Principais fontes geradoras de emissões no Complexo Náutico 336
Tabela 5.34 – Mão de Obra Direta 340
Tabela 8.1.1 - Relação das Estações Meteorológicas Consideradas para a Análise Climática do Estado do Paraná, para o Período entre 1980 e 2010. 351
Tabela 8.1.2 – Relação das Estações Selecionadas para a Caracterização Pluviométrica de Entorno do Empreendimento, para o Período entre 1980 e 2010. 352
Tabela 8.1.3 - Padrões de qualidade do ar segundo Resolução CONAMA 03/90 e Resolução SEMA PR 016/14. 378
Tabela 8.1.4 – Classificação de acordo com o Índice de Qualidade do Ar (IQA) segundo o IAP. 380
Tabela 8.1.5 – Resumo dos dados secundários de qualidade do ar empregados no diagnóstico. 382
Tabela 8.1.6 – Localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar utilizado no diagnóstico. 383
Tabela 8.1.7 – Concentrações de SO_2, NO_2, O_3 e CO medidos no TCP (cais leste). 385
Tabela 8.1.8 – Concentrações de SO_2 (µg/m³) do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 388
Tabela 8.1.9 – Concentrações de NO_2 (µg/m³) do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 390
Tabela 8.1.10 – Concentrações de CO (µg/m³) do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 391
Tabela 8.1.11 – Concentrações de Fumaça e O_3 (µg/m³) do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 392
Tabela 8.1.12 – Concentração de PTS no TCP (cais leste do Porto de Paranaguá). 394
Tabela 8.1.13 – Concentração de PTS na Bunge (centro do Porto de Paranaguá). 396
Tabela 8.1.14 – Concentrações de PTS (µg/m³) do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 398
Tabela 8.1.15 – Concentrações de PI do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 401
Tabela 8.1.16 – Classificação da qualidade do ar segundo o IQA, para os pontos internos do Porto Organizado e Pátio de Caminhões. 402
Tabela 8.1.17 – Classificação da qualidade do ar segundo o IQA, para os pontos externos ao Porto Organizado, na comunidade do entorno. 403

Tabela 8.1.18 – Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A) segundo NBR 10.151:2000. 405

Tabela 8.1.19 – Resumo dos dados secundários de monitoramento sonoro avaliados no diagnóstico preliminar da Área de Influência. 408

Tabela 8.1.20 - Localização das estações amostrais do Programa de Gerenciamento de Ruídos atual da APPA (dados secundários). 409

Tabela 8.1.21 – Resultados do monitoramento de ruído no período diurno do Programa de Gerenciamento de Ruído do PCA da APPA. 413

Tabela 8.1.22 – Resultados do monitoramento de ruído no período noturno do Programa de Gerenciamento de Ruído do PCA da APPA. 415

Tabela 8.1.23 – Descrição dos pontos de monitoramento sonoro. 423

Tabela 8.1.24 – Comparação dos níveis sonoros do período diurno com os limites máximos estabelecidos pela NBR 10.151/2000. 427

Tabela 8.1.25 – Resultado do monitoramento de vibrações no ponto P02. 430

Tabela 8.1.26 – Resultado do monitoramento de vibrações no ponto P03. 431

Tabela 8.1.27 – Resultado do monitoramento de vibrações no ponto P07. 432

Tabela 8.1.28 – Resumo dos resultados do monitoramento de vibração realizado no dia 13/06/2016 na área de estudo. 433

Tabela 8.1.29 - Resumo dos pontos descritos em campo. 450

Tabela 8.1.30 - Localização dos Poços de Monitoramento. 452

Tabela 8.1.31 - Relação de substância alvo dos processos minerários que ocorrem nas Áreas AEID e AEII, vigentes em 28/06/2016. 462

Tabela 8.1.32 - Lista de processos minerários que ocorrem na AEII, vigentes em 28/06/2016. 462

Tabela 8.1.33 – Unidades geomorfológicas nas áreas de influência do meio físico. 468

Tabela 8.1.34 - Classes de declividade existentes da área de drenagem da baía de Paranaguá. 472

Tabela 8.1.35 – Tipos de Solos Existentes nas Áreas de Estudo para Determinação da Áreas de Influência do Empreendimento. 480

Tabela 8.1.36 – Descrição Morfológica dos Horizontes Pedológicos para o Ponto de Coleta 02 486

Tabela 8.1.37 – Descrição Morfológica dos Horizontes Pedológicos para o Ponto de Coleta 05 487

Tabela 8.1.38 – Descrição Morfológica dos Horizontes Pedológicos para o Ponto de Coleta 06 488

Tabela 8.1.39 – Descrição Morfológica dos Horizontes Pedológicos para o Ponto de Coleta 01 489

Tabela 8.1.40 – Descrição Morfológica dos Horizontes Pedológicos para o Ponto de Coleta 03 490

Tabela 8.1.41 – Descrição Morfológica dos Horizontes Pedológicos para o Ponto de Coleta 04 491

Tabela 8.1.42 – Tipos de Solos Existentes nas Áreas de Estudo para Determinação das Áreas de Influência do Empreendimento. 494

Tabela 8.1.43 – Resumo da Suscetibilidade a Inundações da porção emersa da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta. 500

Tabela 8.1.44 – Resumo da Suscetibilidade a Movimentos de Massa da porção emersa da Área de Estudo para determinação na Área de Influência Direta. 503

Tabela 8.1.45 – Resumo da Suscetibilidade a Erosão da porção emersa da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta. 506

Tabela 8.1.46 – Caracterização dos efluentes produzidos na Bacia Litorânea Paranaense 520

Tabela 8.1.47 – Características do sistema de saneamento - agropecuária e mineração..... 520

Tabela 8.1.48 - Características do sistema de saneamento - setor industrial. 521

Tabela 8.1.49 – Áreas das sub-bacias e percentual dentro da AEID (porção continental). 525

Tabela 8.1.50 – Outorgas e Usos insignificantes em cada sub-bacia da AEID..... 526

Tabela 8.1.51 – Volume de água captado por tipo de manancial. 527

Tabela 8.1.52 – Volumes de água por tipo de uso em cada sub-bacia da AEID. 527

Tabela 8.1.53 – Resumo dos volumes de água por tipo de uso. 528

Tabela 8.1.54 – Informações gerais dos lançamentos de efluentes na AEID. 528

Tabela 8.1.55 – Informações das outorgas de lançamento de efluentes na AEID. 528

Tabela 8.1.56 – Estações que já existiram ou existe na AEID. 529

Tabela 8.1.57 - Dados secundários de qualidade da água do CEP (Complexo Estuarino de Paranaguá) obtidos pela APPA e utilizados neste diagnóstico. 531

Tabela 8.1.58 - Parâmetros de qualidade da água analisados nas campanhas de monitoramento da APPA. 532

Tabela 8.1.59 - Localização das estações amostrais de qualidade da água selecionadas para avaliação dos dados secundários da APPA (pontos pretéritos). 533

Tabela 8.1.60 – Localização geográfica dos pontos amostrais de qualidade da água, referentes a coleta de dados primários deste diagnóstico ambiental. 547

Tabela 8.1.61 - Parâmetros das campanhas em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, Águas Salobras Classe 1. 555

Tabela 8.1.62 – Identificação das Potenciais Fontes Poluidoras na AEID 566

Tabela 8.1.63 – Áreas de abrangência das unidades aquíferas em relação às áreas de estudo para determinação das áreas de influência. 570

Tabela 8.1.64 – Relação dos Poços Piezômetros Instalados na ADA do empreendimento. 579

Tabela 8.1.65 - Níveis d'água medidos. 580

Tabela 8.1.66 - Caracterização Química da Água Freática em Relação aos Poços Analisados. 583

Tabela 8.1.67 - Características principais das ondas no litoral do Paraná entre agosto e dezembro de 1983. 588

Tabela 8.1.68 - Principais informações das correntes de marés ao longo do eixo E-W do Complexo Estuarino de Paranaguá. 591

Tabela 8.1.69 - Lista dos resultados das análises granulométricas dos sedimentos de fundo da área pretendida para a expansão portuária da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA), com as suas respectivas coordenadas de localização (UTMS/MC -51)..... 601

Tabela 8.1.70 - Lista dos resultados das análises granulométricas dos sedimentos coletados nos testemunhos rasos da área pretendida para a expansão portuária da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA), com as suas respectivas coordenadas de localização (UTMS/MC -51)..... 609

Tabela 8.1.71 - Lista dos resultados das análises granulométricas dos sedimentos coletados nos testemunhos profundos da área pretendida para a expansão portuária da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA), com as suas respectivas coordenadas de localização (UTMS/MC -51)..... 613

Tabela 8.1.72- Teores de carbono orgânico total (COT) e concentrações de nitrogênio total, (NT) e fósforo total (PT) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 618

Tabela 8.1.73 - Resultados da avaliação da qualidade analítica através da análise de material de referência certificado. 622

Tabela 8.1.74 - Concentrações de elementos traços Arsênio (As), Cádmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Chumbo (Pb), Zinco (Zn) e Mércurio (Hg) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 624

Tabela 8.1.75 - Concentração de pesticidas organoclorados e PCBs (□g kg-1) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. O valor LDM indica o limite de detecção do método enquanto LQM indica o limite de quantificação do método. Valores sublinhados indica que estiveram acima do LDM, mas abaixo do LQM (não considerados na representação gráfica). 631

Tabela 8.1.76 - Concentração de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (□g kg-1) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores para águas salina-salobras (Nível 1 e 2) da Resolução CONAMA 454/12. O valor LDM indica o limite de detecção do método enquanto LQM indica o limite de quantificação do método. Valores sublinhados indica que estiveram acima do LDM, mas abaixo do LQM 633

Tabela 8.1.77 - Fórmulas de transporte sólido, com faixa granulométrica recomendável e tipo de transporte (Rosman, 2016). 649

Tabela 8.1.78 - Vazões utilizadas para a modelagem hidrodinâmica da Baía de Paranaguá. 664

Tabela 8.1.79 - Classificação granulométrica dos sedimentos conforme a Escala Granulométrica de Wentworth (1922). 669

Tabela 8.1.80 – Concentrações de material em suspensão utilizados nas simulações. 673

Tabela 8.1.81 - Constantes harmônicas utilizadas nas modelagens. 675

Tabela 8.1.82 - Rugosidades equivalentes de fundo para cada tipo de sedimento. 677

Tabela 8.2.1 - Localização e tamanho das parcelas para avaliação estrutural e verificação do estado de conservação dos bosques de mangue nas áreas diretamente afetadas (ADA) e área de estudo para determinação da área de influência direta (AEID) da biota terrestre das obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, Paranaguá (PR). 728

Tabela 8.2.3 - Características estruturais dos bosques de mangue da área diretamente afetada (ADA) das obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, Paranaguá (PR). 742

Tabela 8.2.4 - Agrupamento dos bosques de mangue por estágios de desenvolvimento, na área diretamente afetada (ADA) das obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, Paranaguá (PR). 743

Tabela 8.2.5 - Área Basal e densidade de indivíduos dos bosques de mangue da localidade de Oceania, área diretamente afetada (ADA) das obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, Paranaguá (PR). 743

Tabela 8.2.6 - Teores salinos da água intersticial e sedimento predominante nos bosques de mangue da localidade de Oceania, área diretamente afetada (ADA) das obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, Paranaguá (PR). 746

Tabela 8.2.7 - Relação de troncos por indivíduos das plantas vivas de mangue nos bosques da localidade de Oceania, área diretamente afetada (ADA) das obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, Paranaguá (PR). 747

Tabela 8.2.8 - Agrupamento dos bosques de mangue por estágios de desenvolvimento, na área de estudo para determinação da ára de influência direta (AEID) das obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, Paranaguá (PR). 748

Tabela 8.2.9 - Características estruturais dos bosques de mangue da área de estudo para determinação da área de influência direta (AEID) das obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, Paranaguá (PR)..... 755

Tabela 8.2.10 - Área Basal e densidade de indivíduos dos bosques de mangue na a´rea de estudo para determinação da área de influência indireta (AEID) do Porto de Paranaguá, Paranaguá (PR). 757

Tabela 8.2.11 - Teores salinos da água intersticial e sedimento predominante nos bosques de mangue da área de estudo para a determinação da área de influência direta (AEID) das obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, Paranaguá (PR). 760

Tabela 8.2.12 - Relação de troncos por indivíduos das plantas vivas de mangue da área de estduo para determinação da área de influência direta (AEID) do Porto de Paranaguá, Paranaguá (PR). .. 760

Tabela 8.2.13 - Esforço amostral da metodologia de Busca Ativa nas duas áreas de estudo para determinação das áreas de influência nas duas campanhas. 776

Tabela 8.2.14 - Coordenadas geográficas dos locais onde foi realizada a Busca Ativa para amostragem da Herpetofauna. 776

Tabela 8.2.15 - Esforço amostral por Ponto de Escuta nas duas campanhas de amostragem. 777

Tabela 8.2.16 - Localização dos Pontos de Escuta para a realização da amostragem da Herpetofauna. 777

Tabela 8.2.17 - Lista das espécies de anfíbios de provável ocorrência para a região litorânea e Baía de Paranaguá de acordo com o levantamento bibliográfico. 779

Tabela 8.2.18 - Lista das espécies de répteis de provável ocorrência para a região litorânea e baía de Paranaguá de acordo com o levantamento bibliográfico. 784

Tabela 8.2.19 - Coordenadas geográficas dos Pontos de Contagem com Raio Fixo. 799

Tabela 8.2.20 - Esforço amostral empregado nas campanhas de avifauna. 800

Tabela 8.2.21 - Lista das espécies de aves com provável ocorrência para as áreas de estudo para determinação das áreas de influência da Ampliação do Porto de Paranaguá, conforme a literatura consultada. São apresentados os nomes dos táxons, nomes em português, tipo de registro, status de ameaça, e ambiente ocupado pela espécie. 803

Tabela 8.2.22 - Espécies registradas no levantamento qualiquantitativo e seus respectivos valores de frequência (FR) e Índice Pontual de Abundância (IPA). 822

Tabela 8.2.23 - Atributos da comunidade calculados pelo Software Past. 823

Tabela 8.2.24 - Esforço Amostral realizado no EIA de Ampliação do Porto de Paranaguá no método Busca Ativa. 837

Tabela 8.2.25 - Esforço Amostral realizado no EIA de Ampliação do Porto de Paranaguá no método Armadilhas Fotográficas. 837

Tabela 8.2.26 - Coordenadas geográficas das Armadilhas Fotográficas para o diagnóstico da mastofauna terrestre em áreas de mangue. 838

Tabela 8.2.27 - Lista de mamíferos terrestres de provável ocorrência para a região do Porto de Paranaguá. 840

Tabela 8.2.28 - Lista de espécies de mamíferos terrestres sob ameaça na macrorregião onde está inserido o Porto de Paranaguá. 851

Tabela 8.2.29 - Lista de espécies da fauna terrestre possíveis de serem afugentadas ou resgatadas, registradas neste Estudo de Impacto Ambiental. 854

Tabela 8.2.30 - Esforço amostral empregado para a amostragem do plâncton. 869

Tabela 8.2.31 - Lista dos táxons fitoplanctônicos (exceto Bacillariophyceae) registrados para o Complexo Estuarino de Paranaguá, PR, com base na literatura. 871

Tabela 8.2.32 - Listagem das espécies de diatomáceas registradas na literatura. 875

Tabela 8.2.33 - Lista das espécies encontradas no período monitorado: de junho/2012 a abril/2015. 888

Tabela 8.2.34 - Comunidade zooplanctônica identificada no Complexo Estuarino de Paranaguá (PR), durante as campanhas realizadas no Programa de Monitoramento da Fauna Aquática (Subprograma de Monitoramento da Comunidade Zooplanctônica) da ampliação do TCP. 906

Tabela 8.2.35 - Lista de famílias de larvas de peixes com seus respectivos gêneros e espécies, identificadas no complexo estuarino Baía de Paranaguá, Paraná. 915

Tabela 8.2.36 - Lista taxonômica das larvas presentes no Complexo Estuarino de Paranaguá (PR) durante as campanhas de julho/2012 a maio/2014 realizadas no programa de monitoramento da fauna aquática da ampliação do TCP. 924

Tabela 8.2.37 - Tabela taxonômica para as larvas de peixe coletadas nas campanhas realizados em Março, Junho, outubro e Dezembro de 2014, Março e junho de 2015, na região do CEP – PR. 929

Tabela 8.2.38 - Espécies de microalgas e densidade (cél/L) para cada ponto amostral do Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná, durante a campanha de junho de 2016. 933

Tabela 8.2.39 - Espécies de microalgas das amostras qualitativas, para cada ponto amostral do Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná, durante a campanha de junho de 2016. 938

Tabela 8.2.40 - Comunidade zooplanctônica identificada em todos os pontos amostrais, distribuídos no complexo estuarino Baía de Paranaguá (mais precisamente na área de estudo para determinação da área de influência das obras de Ampliação do Porto de Paranaguá), durante a campanha realizada em junho de 2016. 944

Tabela 8.2.41 - Esforço amostral empregado para a amostragem da macrofauna bentônica. 955

Tabela 8.2.42 - Táxons mais representativos de cada um dos setores estudados por Hostin et al. (2007), suas porcentagens de contribuição (%C) correspondentes e a porcentagem acumulada (%A) de cada setor. 957

Tabela 8.2.43 - Teste de Fischer (F) e significância (p) para riqueza de taxa (S), abundância (ind./0,04m²), equitabilidade de Pielou (J') e diversidade de Shannon-Weaver (H'). Fonte: PCA – Porto de Paranaguá. 975

Tabela 8.2.44 - Composição específica da bentofauna de fundos consolidados registrada entre o inverno/2012 e o outono/2015. 980

Tabela 8.2.45 - Teste de Fischer (F) e significância (p) para riqueza de taxa (S), abundância (ind./0,04m²), equitabilidade de Pielou (J') e diversidade de Shannon-Weaver (H'). Fonte: PCA – Porto de Paranaguá. 990

Tabela 8.2.46 - Táxons macrobênticos amostrados no EIA da Ampliação do Porto de Paranaguá. . 992

Tabela 8.2.47 - Valores de F e p das análises de variância (PERMANOVA) da macrofauna bêntica avaliando a significância das diferenças entre pontos de amostragem (#1, #2, #3, #4, #5, #6, #7 e #8) coletados no mês de julho de 2016. Valores em negrito indicam diferença significativa (p<0,05). ... 998

Tabela 8.2.48 - Resultados na análise de correlação de Spermam entre as características do granulométricas (porcentagem areia, silte e argila), da porcentagem carbonatos e matéria orgânica, características da água (temperatura e salinidade) com os descritores da macrofauna número de taxa

(S), densidade (N) e diversidade (H'). Valores em negrito indicam correlações significativas (<0,05). 1001

Tabela 8.2.49 - Localização geográfica em UTM (Datum SIRGAS-2000 – Zona22 Sul) das estações de amostragem da ictiofauna e carcinofauna na Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR. 1011

Tabela 8.2.50 - Esforço amostral empregado para a amostragem da ictiofauna. 1014

Tabela 8.2.51– Esforço amostral empregado para a amostragem da carcinofauna. 1014

Tabela 8.2.52 - Espécies da ictiofauna do Complexo Estuarino de Paranaguá, mais precisamente da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR, conforme estudos desenvolvidos na região. 1020

Tabela 8.2.53 - Composição taxonômica da ictiofauna diagnosticada na Àrea de Estudo para determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR.; Habitats Explorados de acordo com Froese e Pauly (2016). Legendas: Dados Primários: R=registro; Padrão de ocorrência espacial: E=Endêmicas; AD=Ampla distribuição. Categorias de ameaça: IUCN (NT=não consta; NTH=quase ameaçada; LC=preocupação menor; DD=deficiência de dados; EM=em perigo; VU=vulnerável; CR=criticamente em perigo; IUCN, 2016), MMA (CR=criticamente em perigo, EN=em perigo e VU=Vulnerável; Machado et al., 2008; MMA, 2014); SOB/ASOB: Sobreexplotadas OU Ameçadas de Sobreexplotação. 1023

Tabela 8.2.54 - Composição taxonômica da carcinofauna diagnosticada na Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR.; Legendas: Dados Primários: R=registro; Padrão de ocorrência espacial: E=Endêmicas; AD=Ampla distribuição. Categorias de ameaça: IUCN (NT=não consta; NTH=quase ameaçada; LC=preocupação menor; DD=deficiência de dados; EM=em perigo; VU=vulnerável; CR=criticamente em perigo; IUCN, 2016), MMA (CR=criticamente em perigo, EN=em perigo e VU=Vulnerável; Machado et al., 2008; MMA, 2014); SOB/ASOB: Sobreexplotadas OU Ameçadas de Sobreexplotação. 1034

Tabela 8.2.55 - Distribuição pontual dos indicadores ecológicos e Índice de Frequência de Captura (DAJOZ, 1973) das espécies aferidas no levantamento de dados primários para o estudo ambiental da na Área de Estudo para a determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR. 1039

Tabela 8.2.56 - Distribuição pontual dos indicadores ecológicos e Índice de Frequência de Captura (DAJOZ, 1973) das espécies aferidas no levantamento de dados primários para o estudo ambiental da na Área de Estudo para a determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR. 1044

Tabela 8.2.57 - Eventos de paralisações das atividades de estaqueamento do TCP em virtude da ocorrência no entorno a área da obra. 1064

Tabela 8.2.58 - Esforço amostral em diferentes estados de mar (escala Beaufort), e tempo no qual houve registros de cetáceos a partir do ponto fixo de observação instalado no Terminal de Conteiners de Paranaguá - TCP. 1066

Tabela 8.2.59 - Tamanho e distância das avistagens dos grupos de cetáceos registrados na área circunvizinha ao Terminal de Conteiners de Paranaguá – TCP. 1067

Tabela 8.2.60 - Esforço amostral em diferentes estados de mar (escala Beaufort), número de grupos avistados, número de animais avistados, tempo no qual houve registros de cetáceos, distância das avistagens, e comportamento dos animais avistados a partir dos pontos fixos de observação. 1078

Tabela 8.2.61 - Esforço amostral, número de avistagens, distância das avistagens, e tamanho dos grupos registrados durante o monitoramento através dos transectos lineares na baía de Paranaguá. 1086

Tabela 8.2.62 - Valores médios dos parâmetros acústicos obtidos nas campanhas amostrais na baía de Paranaguá, para junho de 2016. 1097

Tabela 8.2.63 - Quadrantes amostrados para análise de gramas marinhas no “Baixio do Perigo” e áreas ocupadas durante amostragem realizada na primavera de 2012. 1110

Tabela 8.2.64 - Quadrantes amostrados para análise de gramas marinhas no “Baixio do Perigo” e áreas ocupadas durante amostragem realizada no verão de 2013. 1111

Tabela 8.2.65 - Quadrantes amostrados para análise de gramas marinhas no “Baixio do Perigo” e áreas ocupadas durante amostragem realizada em maio de 2014. 1112

Tabela 8.2.66 - Registro de avistagens de quelônios na baía de Paranaguá, realizadas entre maio de 2014 e abril de 2016 durante o percurso de transectos lineares; com a classificação por espécie, e a posição das avistagens. 1114

Tabela 8.2.67 - Registro de avistagens de quelônios na baía de Paranaguá, realizadas entre maio de 2014 e abril de 2016 a partir do ponto fixo de observação instalado no Terminal de Conteiners de Paranaguá – TCP (Berço nº 17); com a classificação por espécie, distância dos animais em relação ao observador, e a posição das avistagens. 1115

Tabela 8.2.68 - Quadrantes amostrados para análise de gramas marinhas no “Baixio do Perigo” e áreas ocupadas durante amostragem realizada em junho de 2016. 1121

Tabela 8.2.69 - Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentável, conforme SNUC. 1128

Tabela 8.2.70 - Unidades de Conservação inseridas no entorno do empreendimento. 1131

Tabela 8.2.71 - Relação das Tipologias de Vegetação Identificadas na Estação Ecológica da Ilha do Mel. 1134

Tabela 8.2.72 – Área ampliada nas Unidades de Conservação de Proteção Integral – Estação Ecológica de Guaraguaçu e Parque Municipal do Plamital. 1139

Tabela 8.3.1 – Percentual da população residente na AEII por município nos últimos 46 anos, entre 1970 e 2016. 1148

Tabela 8.3.2 – Ano de instalação dos municípios da AEII 1148

Tabela 8.3.3 – Taxa de crescimento anual da população da AEII nos últimos 46 anos, entre 1970 e 2016. 1155

Tabela 8.3.4 - Fluxos de pessoas para AEII e Paranaguá - agregado (1992 – 2012) 1160

Tabela 8.3.5 - Principais polos emissores para o Litoral do Paraná – agregado (1992 – 2012) 1160

Tabela 8.3.6 – Deslocamentos para estudo e trabalho nos municípios da AEII (2010). 1162

Tabela 8.3.7 - Taxa de analfabetismo nos municípios da AEII (2010) 1173

Tabela 8.3.8 - Expectativa de anos de estudo para os municípios da AEII (1991 – 2010) 1174

Tabela 8.3.9 - Defasagem de anos de estudo nos municípios da AEII (2010) 1175

Tabela 8.3.10 – Taxa de abandono escolar na rede estadual da AEII em 2015 (%) 1177

Tabela 8.3.11 – Taxa de abandono escolar na rede municipal da AEII em 2015 (%) 1177

Tabela 8.3.12 – Quantidade de crimes com morte nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2014-2015) 1180

Tabela 8.3.13 - Deslocamentos para trabalho fora do município de Paranaguá por atividade profissional (2010). 1197

Tabela 8.3.14 - Deslocamentos para estudo fora do município de Paranaguá por cursos frequentados (2010). 1197

Tabela 8.3.15 – Taxa de abandono escolar nas redes estadual e municipal da AEID, em 2014 e 2015 (%) 1206

Tabela 8.3.16 – Taxa de criminalidade por 100 mil habitantes nos municípios da AEII (2014-2015) 1207

Tabela 8.3.17 – Número de internações por causas em Paranaguá (2015-2016)..... 1209

Tabela 8.3.18 - Tamanho da amostra por bairro da ZIP..... 1218

Tabela 8.3.19 - Perfil da amostra pesquisada por sexo, idade, escolaridade, ocupação e renda mensal domiciliar..... 1222

Tabela 8.3.20 - Condição de vida e moradia da população pesquisada 1223

Tabela 8.3.21 - Vínculo da população da amostra pesquisada com o município..... 1225

Tabela 8.3.22 - Condições de saneamento de acordo com a população pesquisada 1226

Tabela 8.3.23 - Avaliação das políticas públicas por moradores da ZIP 1227

Tabela 8.3.24 - Percepção social sobre a ampliação do Porto de Paranaguá..... 1229

Tabela 8.3.25. Conhecimento e opinião sobre a ampliação do empreendimento segundo os bairros da ZIP 1230

Tabela 8.3.26 - Percepção social sobre a ampliação do Porto de Paranaguá (ampliação acarreta em transtornos por ampliação gera empregos) 1232

Tabela 8.3.27 - Percepção social sobre a ampliação do Porto de Paranaguá (escolaridade por ampliação gera empregos)..... 1233

Tabela 8.3.28 – Estabelecimentos de saúde nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2015) 1236

Tabela 8.3.29 – Quantidade de leitos hospitalares nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2015) 1237

Tabela 8.3.30 – Leitos por mil habitantes nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2015) 1237

Tabela 8.3.31 – Estabelecimentos de ensino nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2015) 1239

Tabela 8.3.32 – Estabelecimentos de ensino por esfera administrativa na Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2015) 1241

Tabela 8.3.33 – Número de docentes por esfera administrativa nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2015)..... 1241

Tabela 8.3.34 – Relação docentes/estabelecimento nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2015) 1242

Tabela 8.3.35 - Organização de Segurança Pública na Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta com exceção de Paranaguá 1243

Tabela 8.3.36 – Quantidade de consumidores de energia elétrica por ramo de atividade nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2015) 1245

Tabela 8.3.37 – Acesso à energia elétrica em domicílios particulares permanentes da AEII (2010) 1246

Tabela 8.3.38 – Estabelecimentos de comunicação nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2015) 1248

Tabela 8.3.39 - Existência de bens duráveis de comunicação em relação aos domicílios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2010) 1248

Tabela 8.3.40 – Tipo de tratamento de água nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2008) 1249

Tabela 8.3.41 – Volume de água tratada distribuída por dia nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2008) (m³) 1249

Tabela 8.3.42 – Quantidade de economias ativas abastecidas nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2008) 1250

Tabela 8.3.43 - Tipo de saneamento por domicílio nos municípios da AEII (2010) 1251

Tabela 8.3.44 – Quantidade de ligações ativas de esgoto nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2014) 1251

Tabela 8.3.45 - Existência de esgoto a céu aberto nos domicílios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2010) 1252

Tabela 8.3.46 - Natureza do serviço de coleta de resíduos sólidos nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2008) 1253

Tabela 8.3.47 – Quantidade de domicílios urbanos e rurais nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2010) 1255

Tabela 8.3.48 – Estabelecimentos de saúde no município de Paranaguá (2015) 1257

Tabela 8.3.49 – Causas de morbidade hospitalar no município de Paranaguá (2013-2015) 1261

Tabela 8.3.50 – Estabelecimentos de ensino, docentes e docentes/estabelecimento por esfera administrativa em Paranaguá (2015) 1264

Tabela 8.3.51 – Ocorrências criminais em Paranaguá (2014 e 2015) 1264

Tabela 8.3.52 - Distância de Paranaguá aos principais polos do estado do Paraná 1266

Tabela 8.3.53 – Distância de Paranaguá as capitais mais próximas e principais rodovias de acesso 1266

Tabela 8.3.54 - Frotas em Paranaguá segundo os tipos de veículos em 2015 1266

Tabela 8.3.55 - Quantidade de consumidores de energia elétrica por ramo de atividade no município de Paranaguá (2015) 1270

Tabela 8.3.56 - Energia elétrica em domicílios particulares permanentes (2010) em Paranaguá ... 1272

Tabela 8.3.57 - Estações de Tratamento de água em Paranaguá, local de captação, localização da ETA e volume Litros/segundo. 1274

Tabela 8.3.58 – Localidades e moradores atendidos por Estação de Tratamento de Esgoto - ETE1276

Tabela 8.3.59 - Natureza do serviço de coleta de resíduos sólidos no município de Paranaguá (2008) 1278

Tabela 8.3.60 - Destino do lixo no município de Paranaguá (2010) 1278

Tabela 8.3.61 – Porcentagem da população em domicílios particulares permanentes com serviços públicos em Paranaguá entre os anos de 1991 e 2010 1279

Tabela 8.3.62 - Vagas para estacionamentos de veículos automotores terrestres no complexo náutico 1284

Tabela 8.3.63 – Valor Adicionado Bruto dos municípios Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2000-2013) 1288

Tabela 8.3.64 – Distribuição do Valor Adicionado Bruto segundo ramo de atividade dos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2000-2013) 1289

Tabela 8.3.65 – Composição do Produto Interno Bruto dos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta - em R$ 1.000,00 (2000-2013) 1293

Tabela 8.3.66 – Relação entre VAB e Impostos para composição do PIB nos municípios da AEII (2000-2013) 1294

Tabela 8.3.67 – Número de estabelecimentos econômicos por ramo de atividade nos municípios da AEII (2015) 1294

Tabela 8.3.68 – Número de empregos econômicos por ramo de atividade nos municípios da AEII (2015) 1296

Tabela 8.3.69 – População, população em idade ativa e número de empregos formais nos municípios da AEII (2010) 1297

Tabela 8.3.70 – Quantidade e distribuição de empregos na indústria de transformação e intensidade tecnológica na AEII (2016) 1298

Tabela 8.3.71 – Situação das casas de farinha, quanto ao seu funcionamento no ano de 2011 1302

Tabela 8.3.72 – Municípios maiores produtores de palmito no Estado do Paraná (2014) 1305

Tabela 8.3.73 – Municípios mais produtivos na extração de palmito no Estado do Paraná (2014). 1306

Tabela 8.3.74 - Valor Adicionado Bruto, segundo ramo de atividade, na Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta (2000-2010-2013) 1306

Tabela 8.3.75 – Participação relativa do VAB dos municípios da AEII no VAB regional (2000-2013) 1307

Tabela 8.3.76 – Número de estabelecimentos econômicos e empregos segundo atividade econômica em Paranaguá (2015) 1308

Tabela 8.3.77 – Distribuição percentual do número de estabelecimentos e empregos no setor industrial em Paranaguá (2015) 1309

Tabela 8.3.78 – Distribuição percentual do número de estabelecimentos e empregos no setor de serviços em Paranaguá (2015) 1310

Tabela 8.3.79 – Quantidade e distribuição de empregos na indústria de transformação e intensidade tecnológica na AEID (2016) 1311

Tabela 8.3.80 – Valor do rendimento médio mensal do trabalho principal das pessoas ocupadas por posição na ocupação em Paranaguá (2010) 1313

Tabela 8.3.81 – Composição das receitas tributárias de Paranaguá (2013) 1315

Tabela 8.3.82 - População em idade ativa (PIA), economicamente ativa (PEA) e ocupada, por situação de domicílio e sexo – Morretes 2010 1317

Tabela 8.3.83 - População ocupada segundo as atividades econômicas - Morretes 2010 1318

Tabela 8.3.84 - Número de estabelecimentos e empregos, segundo as atividades econômicas – Morretes 2015 1319

Tabela 8.3.85- População em idade ativa (PIA), economicamente ativa (PEA) e ocupada, por situação de domicílio e sexo – Guaratuba 2010 1320

Tabela 8.3.86 - População ocupada segundo as atividades econômicas - Guaratuba 2010 1320

Tabela 8.3.87 - Número de estabelecimentos e empregos segundo as atividades econômicas – Guaratuba 2015 1321

Tabela 8.3.88 - População em idade ativa (PIA), economicamente ativa (PEA) e ocupada, por situação de domicílio e sexo - Matinhos 2010 1322

Tabela 8.3.89 - População ocupada segundo as atividades econômicas – Matinhos 2010 1322

Tabela 8.3.90 - Número de estabelecimentos e empregos, segundo as atividades econômicas - Matinhos 2015 1323

Tabela 8.3.91 - População em idade ativa (PIA), economicamente ativa (PEA) e ocupada, por situação de domicílio e sexo – Pontal do Paraná 2010 1324

Tabela 8.3.92 - População ocupada, segundo as atividades econômicas – Pontal do Paraná 2010 1325

Tabela 8.3.93 - Número de estabelecimentos e empregos, segundo as atividades econômicas - Pontal do Paraná 2015 1325

Tabela 8.3.94 - População em idade ativa (PIA), economicamente ativa (PEA) e ocupada, por situação de domicílio e sexo – Antonina 2010 1326

Tabela 8.3.95 - População ocupada, segundo as atividades econômicas – Antonina 2010 1327

Tabela 8.3.96 - Número de estabelecimentos e empregos segundo as atividades econômicas - Antonina 2015 1328

Tabela 8.3.97 - População em idade ativa (PIA), economicamente ativa (PEA) e ocupada, por situação de domicílio e sexo - Guaraqueçaba 2010 1329

Tabela 8.3.98 - População ocupada, segundo as atividades econômicas – Guaraqueçaba 2010 .. 1329

Tabela 8.3.99 - Número de estabelecimentos e empregos, segundo as atividades econômicas - Guaraqueçaba 2015 1330

Tabela 8.3.100 – Pessoas ocupadas, por atividades econômicas, em Paranaguá em 2010. 1331

Tabela 8.3.101 – Distribuição percentual da demanda por mão-de-obra segundo função e escolaridade na fase de instalação 1334

Tabela 8.3.102 – Distribuição percentual dos empregos, segundo escolaridade, em Paranaguá (2015) 1335

Tabela 8.3.103 – Estabelecimentos de capacitação em Paranaguá (2016) 1336

Tabela 8.3.104 – Médias e Ranking das regiões turísticas por área pesquisada, Paraná - 2012. .. 1339

Tabela 8.3.105 – Nível de qualificação do desenvolvimento do Turismo por município – Região Turística Litoral Paranaense em 2012 1340

Tabela 8.3.106 - Nível de qualificação do desenvolvimento do Turismo por município - Região Turística Litoral Paranaense em 2016. 1341

Tabela 8.3.107 - Atividade Característica do Turismo 1348

Tabela 8.3.108 - Lista das embarcações da Cooperativa dos Transportadores Náuticos Autônomos da Ilha do Mel por capacidade (2016) 1361

Tabela 8.3.109 - Lista das embarcações da Associação dos Proprietários de Barcos de Turismo e Transporte do Estado do Paraná por capacidade (2016) 1362

Tabela 8.3.110 - Percepção dos agentes de turismo referente à ampliação do Porto de Paranaguá 1369

Tabela 8.3.111 – Produção de pescado no Brasil e no Paraná, em 2011, a partir da pesca extrativista e da aquicultura. 1370

Tabela 8.3.112 – Quantidade de pescadores profissionais ativos no Registro Geral da Atividade Pesqueira 1372

Tabela 8.3.113 – Pescadores profissionais artesanais que receberam o seguro-defeso em fevereiro de 2016 nos municípios da AEII 1372

Tabela 8.3.114 – Localidades identificadas no Censo Estrutural da Pesca - 2005 1373

Tabela 8.3.115 – Estruturas de suporte à pesca nos municípios da AEII conforme censo estrutural da pesca – 2005. 1373

Tabela 8.3.116 – Classificação das embarcações de pesca quanto a propulsão nos municípios da AEII de acordo com o censo estrutural da pesca – 2005. 1374

Tabela 8.3.117 – Informações coletadas pelo Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira - PMAP..... 1376

Tabela 8.3.118 - Tamanho da amostra por população de pescadores (2016)..... 1377

Tabela 8.3.119 - Perfil sócio ocupacional dos pescadores do município de Paranaguá 1384

Tabela 8.3.120 - Cruzamento entre as variáveis “regime de trabalho” e “coleta de mariscos ou crustáceos” 1385

Tabela 8.3.121 – Calendário das principais manifestações culturais 1389

Tabela 8.3.122 - Percepção dos pescadores referente a ampliação do Porto de Paranaguá 1408

Tabela 8.3.123 - Percepção dos pescadores sobre rota marítima por região..... 1409

Tabela 8.3.124 - Percepção dos pescadores sobre prejuízo à pesca por região..... 1410

Tabela 8.3.125 - Variáveis sobre as condições de trabalho dos pescadores de Paranaguá..... 1411

Tabela 8.3.126 - Perfil dos familiares dos pescadores do município de Paranaguá 1412

Tabela 8.3.127 - Condição de moradia dos pescadores 1414

Tabela 8.3.128 - Condição de saneamento básico..... 1415

Tabela 8.3.129 - Percepção dos pescadores referente ao turismo 1416

Tabela 8.3.130 - Lista das organizações de pescadores do litoral do Paraná (2013)..... 1419

Tabela 8.3.131 - Número de organizações não governamentais (ONG’s) no litoral do Paraná em números absolutos e relativos à população municipal total em 2013..... 1425

Tabela 8.3.132 - Número de ONG’s por natureza jurídica - litoral do Paraná (2013)..... 1426

Tabela 8.3.133 - Atividades desenvolvidas pelas organizações não governamentais do litoral do Paraná (2013)..... 1427

Tabela 8.3.134 - Índices das organizações religiosas e associativas do litoral do Paraná (2013)... 1427

Tabela 8.3.135 - Organizações não governamentais por vínculos CLT ativos no Litoral do Paraná (2013) 1429

Tabela 8.3.136 - Lista de organizações não governamentais em Paranaguá – Associações (2013) 1431

Tabela 8.3.137 - Lista de associações de classe – Paranaguá – 2013..... 1434

Tabela 8.4.1 – Análise sintética das principais características da área de estudo em relação aos meios físico, biótico e socioeconômico. 1469

Tabela 8.4.2 – Avaliação das variáveis relevante e a inter-relação com o projeto de ampliação do Porto de Paranaguá. 1513

Tabela 8.4.3 – Índices de Sensibilidade para o Litoral Brasileiro (ISL). 1518

Tabela 9.1 – Avaliação de Impacto – S01 - Expectativa entre a população local com relação a alterações na sua qualidade de vida..... 1532

Tabela 9.2 - Avaliação de impactos – F01 (A) - Alteração da qualidade do ar devido ao incremento das emissões atmosféricas na área de implantação e vias de acesso - Píeres..... 1537

Tabela 9.3 - Avaliação de impactos – F01 (B) - Alteração da qualidade do ar devido ao incremento das emissões atmosféricas na área de implantação e vias de acesso – Complexo Náutico..... 1539

Tabela 9.4 – Fontes de ruídos, intensidade e área de atuação, durante a fase de implantação..... 1542

Tabela 9.5 – Potência sonora resultante na fase de implantação 1544

Tabela 9.6 – Atenuação sonora com a distância na fase de implantação..... 1544

Tabela 9.7 – Área de influência do impacto de aumento dos níveis sonoros na fase de implantação 1545

Tabela 9.8 - Avaliação de impactos – F02 - Aumento dos níveis sonoros e de vibração na área de implantação e ao longo das vias de acesso (período diurno)..... 1545

Tabela 9.16 – Avaliação de impactos – F08 (A) - Alteração da qualidade das águas estuarinas superficiais - Píeres 1570

Tabela 9.17 – Avaliação de impactos – F08 (B) - Alteração da qualidade das águas estuarinas superficiais – Complexo Náutico 1571

Tabela 9.21– Avaliação do Impacto Ambiental – B01 - Redução da Abundância e Diversidade de Espécies Vegetacionais – Complexo Náutico..... 1590

Tabela 9.22 - Avaliação do Impacto Ambiental – B02 - Redução dos *habitats* da avifauna 1595

Tabela 9.23 - Avaliação do Impacto Ambiental – B03 - Afugentamento da Fauna Terrestre 1600

Tabela 9.24 - Fontes de ruídos durante as obras, intensidade e área de atuação 1604

Tabela 9.25 - Avaliação do Impacto Ambiental – B04 - Perturbação da Fauna Terrestre (em especial avifauna)..... 1605

Tabela 9.26 - Avaliação do Impacto Ambiental – B05 - Redução de habitats, abundância e diversidade da macrofauna bentônica 1610

Tabela 9.27 - Avaliação do Impacto Ambiental – B06 - Perturbação na Comunidade de Biota Aquática 1617

Tabela 9.28 - Avaliação do Impacto Ambiental – B07 - Perturbação Sonora sobre os Cetáceos e Fauna Nectônica 1622

Tabela 9.38 – Resumo das características de emissões atmosféricas relacionadas ao empreendimento..... 1663

Tabela 9.39 - Avaliação de impactos – F12 (A) - Alteração da qualidade do ar devido ao incremento das emissões atmosféricas de atividades relacionadas ao empreendimento – Píer L 1669

Tabela 9.40 - Avaliação de impactos – F12 (B) - Alteração da qualidade do ar devido ao incremento das emissões atmosféricas de atividades relacionadas ao empreendimento – Píer T e F..... 1670

Tabela 9.41 – Avaliação de impactos – F12 (C) - Alteração da qualidade do ar devido ao incremento das emissões atmosféricas de atividades relacionadas ao empreendimento – Complexo Náutico 1672

Tabela 9.42 – Potência sonora resultante na fase de operação..... 1676

Tabela 9.43 – Atenuação sonora com a distância na fase de operação 1677

Tabela 9.44 – Área de influência do impacto de aumento dos níveis sonoros na fase de operação 1678

Tabela 9.45 - Avaliação de impactos – F13 - Aumento dos níveis sonoros e de vibração na área de operação e vias de acesso..... 1679

Tabela 9.47 - Avaliação de Impactos – F15 - Contaminação do solo 1685

Tabela 9.48 – Avaliação de Impactos – F16 (A) - Alteração na qualidade das águas estuarinas superficiais - Píeres 1690

Tabela 9.49 – Avaliação de Impactos – F16 (B) - Alteração na qualidade das águas estuarinas superficiais – Complexo Náutico 1692

Tabela 9.50 – Avaliação de Impactos – F17 - Incremento no consumo atual de água – Complexo Náutico 1696

Tabela 9.56 - Avaliação do Impacto Ambiental – B08 - Proliferação da Fauna Sinantrópica 1721

Tabela 9.57 - Avaliação do Impacto Ambiental – B09 - Introdução de Espécies Invasoras 1726

Tabela 9.58 - Avaliação do Impacto Ambiental – B10 - Aumento da Diversidade e Abundância de Organismos Bentônicos e Nectônicos 1730

Tabela 9.59 - Avaliação do Impacto Ambiental – B11 (A) - Perturbação sobre a fauna nectônica, cetáceos e quelônios - Píeres 1735

Tabela 9.60 - Avaliação do Impacto Ambiental – B11 (B) - Perturbação sobre a fauna nectônica, cetáceos e quelônios – Complexo Náutico 1737

Tabela 9.61 - Avaliação do Impacto Ambiental – B12 - Afugentamento da avifauna 1741

Tabela 9.62 – Avaliação de Impacto – S10 - Incômodos à população 1744

Tabela 10.1 - Categorias de frequência de ocorrência dos perigos identificados. 1808

Tabela 10.2 - Categorias de severidade dos perigos identificados. 1809

Tabela 10.3 - Matriz de riscos. 1810

Tabela 10.4 - Resumo da matriz de riscos 1810

Tabela 10.5 - Manipulação de produtos perigosos nas diversas áreas do empreendimento, durante a fase de instalação 1820

Tabela 10.6 - Classificação ONU de produtos químicos 1821

Tabela 10.7 – Manipulação de produtos perigosos nas diversas áreas do empreendimento, durante a fase de operação. 1877

Tabela 11.1 – Medida Mitigadora: Execução de manutenção preventiva nas máquinas, equipamentos e veículos 1913

Tabela 11.2 – Medida Mitigadora: Umectação das vias internas e áreas descobertas no canteiro de obra 1914

Tabela 11.3 – Medida Mitigadora: Implantar adequadamente sistema de captação e drenagem de águas pluviais, com base em área a ser drenada e vazão a ser atendida 1914

Tabela 11.4 – Medida Mitigadora: Implantação de medidas de controle que evitem acidentes 1915

Tabela 11.5 – Medida Mitigadora: Realizar adequadamente o procedimento da dragagem e o extravasamento da cisterna 1916

Tabela 11.6 – Medida Mitigadora: Manutenção das áreas com solos hidromórficos dentro do imóvel em Áreas de Preservação Permanente 1917

Tabela 11.7 - Medida Mitigadoras: Acompanhar a operação da draga e das atividades de estaqueamento avaliando a presença de cetáceos 1918

Tabela 11.8 - Medida Mitigadoras: Otimizar o gerenciamento da água de lastro dos navios que atracaram no Porto de Paranaguá, com a avaliação do cumprimento da NORMAM-20 1919

Tabela 11.9 - Medida Mitigadoras: Adoção de um sistema de limpeza no entorno das correias transportadoras 1920

Tabela 11.10 – Medida Mitigadora: Avaliação e análise do monitoramento da atividade pesqueira 1921

Tabela 11.11 – Medida Mitigadora: Controle de desmobilização de mão de obra 1923

Tabela 11.12 – Medida Compensatória: Compensação pelo uso de área de preservação permanente - APP 1930

Tabela 11.13 – Medida Compensatória: Compensação pela supressão de vegetação de Mata Atlântica 1931

Tabela 11.14 – Medida Compensatória: Compensação relacionada à atividade pesqueira 1932

Tabela 11.15 – Medida Compensatória: Compensação da Alteração na Paisagem 1934

Tabela 11.16 – Medida de Valorização dos Impactos Positivos: Apoio e Fomento ao Turismo em Paranaguá 1935

Tabela 11.17 – Medida de Valorização dos Impactos Positivos: Controle de mobilização de mão de obra 1936

Tabela 11.18 – Medidas de valorização inseridas nos Programas Ambientais 1937

Tabela 11.19 – Programa de Gestão Ambiental (PGA) 1938

Tabela 11.20 – Programa de Auditoria Ambiental 1940

Tabela 11.21 – Programa de Gerenciamento de Emissões Atmosféricas 1943

Tabela 11.22 – Programa de Gerenciamento de Emissões de Ruídos 1944

Tabela 11.23 – Programa de Monitoramento da Qualidade da Água 1945

Tabela 11.24 – Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos 1946

Tabela 11.25 – Programa de Gerenciamento de Efluentes 1947

Tabela 11.26 – Programa de Monitoramento da Qualidade dos Sedimentos 1948

Tabela 11.27 – Programas Complementares de Monitoramento Durante as Obras de Dragagem. 1951

Tabela 11.28 – Programa de Monitoramento de Linha de Costa 1953

Tabela 11.29 – Programa de Monitoramento do Aquífero Freático 1954

Tabela 11.30 – Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos 1955

Tabela 11.31 – Programa de Gerenciamento de Tráfego 1956

Tabela 11.32 – Programa de Acompanhamento da Supressão da Vegetação 1958

Tabela 11.33 – Programa de Monitoramento do Nível de Degradação dos Ecossistemas Costeiros: Manguezais 1960

Tabela 11.34 – Programa de Monitoramento da Avifauna de Manguezal e de Bancos Arenosos .. 1961

Tabela 11.35 – Programa de Monitoramento da Fauna Aquática e seus Subprogramas de Monitoramento: da macrofauna bentônica; da comunidade planctônica e da icitiofauna e carcinofauna 1965

Tabela 11.36 – Programa de Monitoramento dos Cetáceos e Subprograma de Monitoramento dos Ruídos Subaquáticos 1967

Tabela 11.37 – Programa de Monitoramento da Água de Lastro dos Navios em Operação 1969

Tabela 11.38 – Programa de Monitoramento Plano de Controle de Vetores 1971

Tabela 11.39 – Programa de Cadastro Único e Monitoramento dos Processos de Transferência de População da ZIP 1973

Tabela 11.40 – Programa de Comunicação Social 1975

Tabela 11.41 – Programa de Capacitação de Mão de Obra e Fornecedores Locais 1977

Tabela 11.42 – Programa de Controle e Monitoramento da Gestão Pública Relativa às Demandas Portuárias 1978

Tabela 11.43 – Programa de Educação Ambiental para a Comunidade..... 1979

Tabela 11.44 – Programa de Educação Ambiental para os Trabalhadores..... 1981

Tabela 11.45 – Programa de Saúde e Segurança no Trabalho 1982

Tabela 11.46 – Programa de Monitoramento da Qualidade de Vida da População residente na área mais diretamente afetada pelo empreendimento, incluindo as vias de acesso..... 1983

Tabela 11.47 – Programa de Apoio à Atividade Pesqueira 1985

Tabela 11.48 – Conflitos potenciais e atualmente identificados em Paranaguá em função da ampliação da sua atividade portuária e atores sociais estratégicos envolvidos..... 1997

Tabela 11.49 – Relação dos atores sociais afetados pela instalação e operação do empreendimento com algum grau de comprometimento da qualidade socioambiental..... 2006

Tabela 11.50– Classificação dos *stakeholders*..... 2007

Tabela 11.51 – Quadro Resumo do Plano de Gestão Ambiental..... 2031

Tabela 12.1 – Classificação da Influência do Empreendimento em Unidades de Conservação 2054

Tabela 12.2 – Variação do Índice Magnitude..... 2055

Tabela 12.3 – Variação do Índice Biodiversidade..... 2055

Tabela 12.4 – Variação do Índice Abrangência 2056

Tabela 12.6 – Variação Índice Comprometimento de Áreas Prioritárias 2056

Tabela 12.7 – Estimativa da Compensação Ambiental do Empreendimento (Implantação Integral) 2059

Tabela 12.8 – Estimativa da Compensação Ambiental do Píer em T 2059

Tabela 12.9 – Estimativa da Compensação Ambiental do Píer em F 2060

Tabela 12.10 – Estimativa da Compensação Ambiental do Complexo Náutico..... 2060

Tabela 12.11 – Estimativa da Compensação Ambiental do Píer em L..... 2061

Tabela 12.12 – Recomendações para investimentos nas Unidades de Conservação impactadas pelos empreendimentos (Decreto Federal 6.848/2009) 2063

Tabela 12.13 – Recomendações de Ações Compensatórias Adicionais 2064

FIGURAS

Figura 2.1 - Novas Instalações do Porto de Paranaguá 14
Figura 3.1– Zoneamento Médio e Longo Prazo do Porto de Paranaguá 16
Figura 3.2– Poligonal do Porto Organizado 17
Figura 3.3 – Layout do Píer T 20
Figura 3.4 –Píer F 22
Figura 3.5 – Layout do Píer L - Graneis Líquidos 24
Figura 3.6 – Alternativa A – Supressão de Vegetação 26
Figura 3.7 – Alternativa A – Áreas de Preservação Permanente 27
Figura 3.8 – Alternativa A – Plano Diretor e PDPZO 29
Figura 3.9 – Alternativa A – Unidades de Conservação 30
Figura 3.10 – Áreas Prioritárias para Conservação 31
Figura 3.11 – Comunidades Tradicionais, Sítios Históricos, Culturais, Arqueológicos e Núcleos Populacionais 32
Figura 3.12 – Alternativa B – Plano Diretor e PDPZO 35
Figura 3.13 – Alternativa B – Área de Supressão 36
Figura 3.14 – Alternativa B – Áreas de Preservação Permanente 37
Figura 3.15 – Alternativa B – Unidades de Conservação 38
Figura 3.16 – Áreas Prioritárias para Conservação 39
Figura 3.17 – Comunidades Tradicionais, Sítios Históricos, Culturais, Arqueológicos e Núcleos Populacionais 40
Figura 3.18 – Alternativa C – Áreas de Preservação Permanente 42
Figura 3.19 – Alternativa C – Área de Supressão 44
Figura 3.20 – Alternativa C – Unidades de Conservação 45
Figura 3.21 – Áreas Prioritárias para Conservação 46
Figura 3.22 – Alternativa C – Plano Diretor e PDPZO 47
Figura 3.23 – Comunidades Tradicionais, Sítios Históricos, Culturais, Arqueológicos e Núcleos Populacionais 49
Figura 3.24 – Zoneamento de Curto Prazo – Apêndice 2 50
Figura 3.25 – Alternativa D – Plano Diretor e PDPZO 52
Figura 3.26 – Alternativa D – Área de Supressão 53
Figura 3.27 – Alternativa D – Unidades de Conservação 56
Figura 3.28 – Áreas Prioritárias para Conservação 57
Figura 3.29 – Alternativa D – Áreas de Preservação Permanente 58

Figura 3.30 – Comunidades Tradicionais, Sítios Históricos, Culturais, Arqueológicos e Núcleos Populacionais 59
Figura 3.31 – Alternativa Locacional Adotada 62
Figura 3.32 – Draga *hopper* 84
Figura 3.33 – Draga de sucção e recalque 84
Figura 3.34 – Draga com caçamba de mandíbulas 85
Figura 3.35 – Draga ELBE 86
Figura 4.1 - Localização Nacional e Regional do Porto de Paranaguá 95
Figura 4.2 - Localização do Empreendimento 96
Figura 4.3 - Parques Aquícolas e o Empreendimento 121
Figura 4.4 - Zoneamento Ecológico Econômico (Fase Litoral) e o Empreendimento 127
Figura 4.5 - Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Paranaguá (PDZPO) e o Empreendimento 131
Figura 4.6 - Poligonal do Porto Organizado de Paranaguá e o Empreendimento 133
Figura 4.7 - Eixo Modal de Paranaguá, áreas de compensação previstas e o Empreendimento 135
Figura 4.8 - Plano Diretor de Paranaguá e o Empreendimento 140
Figura 4.9 – Áreas arrendadas ou arrendáveis na área do Porto de Paranaguá 146
Figura 4.10 - Empreendimentos de Infraestrutura em processo de licenciamento ambiental no Litoral do Paraná 154
Figura 5.1– Localização do Porto de Paranaguá 156
Figura 5.2 – Resultados consolidados da projeção de demanda do Complexo Portuário de Paranaguá e Antonina 165
Figura 5.3 – Layout do Empreendimento 168
Figura 5.4 – Layout do Píer T – Estruturas Civis 169
Figura 5.5 – Layout do Píer T – Estruturas Civis 170
Figura 5.6 – Maquete Eletrônica do Píer T 171
Figura 5.7 – Layout Geral do Empreendimento 172
Figura 5.8 – Ponte de Acesso Estaqueamento – Segmento 1 173
Figura 5.9 – Ponte de Acesso Estaqueamento – Segmento 2 173
Figura 5.10 – Ponte de Acesso – Seção Transversal Típica 174
Figura 5.11 - Seção Longitudinal – Eixos 114 a 116 – Ponte de Acesso 174
Figura 5.12 – Ponte de Acesso – Planta 176
Figura 5.13 – Layout – Plataformas e *Dolfins* Lado Oeste 177
Figura 5.14 – Estaqueamento – Plataforma Central 178
Figura 5.15 – Estaqueamento – Plataforma 1 178
Figura 5.16 – Estaqueamento – Plataforma 2 179
Figura 5.17 – Estaqueamento – Plataforma 3 179
Figura 5.18 – Estaqueamento – Plataforma 4 180

Figura 5.19 – Estaqueamento – Dolfin de atracação e amarração 180
Figura 5.20 – Seção Transversal - Plataformas 181
Figura 5.21 – Vista em Planta (DAT) – Primeira Fase de Concretagem 182
Figura 5.22 – Corte (DAT) – Primeira Fase de Concretagem 182
Figura 5.23 – Vista em Planta (DAT) – Segunda Fase de Concretagem 183
Figura 5.24 – Corte (DAT) – Segunda Fase de Concretagem 183
Figura 5.25 – Corte - Acessórios 184
Figura 5.26 – Estruturas Eletromecânicas 185
Figura 5.27 – Estruturas Eletromecânicas 185
Figura 5.28 – Torres Pescantes 186
Figura 5.29 – Torre Pescante - Corte 187
Figura 5.30 – Píer F - Estruturas Civis 188
Figura 5.31 – Píer F - Estruturas Eletromecânicas 189
Figura 5.32 – Layout Geral do Píer F 191
Figura 5.33 – Ponte de Acesso 1 – Estaqueamento 192
Figura 5.34 – Ponte de Acesso 2 – Segmento 1 e 2 - Estaqueamento 193
Figura 5.35 – Ponte de Acesso 3 – Segmento 1 e 2 - Estaqueamento 194
Figura 5.36 – Plataforma TT-01, TT-02 e ponte de acesso entre as plataformas – Estaqueamento. 195
Figura 5.37 – Ponte de Acesso 1 – Planta 196
Figura 5.38 – Ponte de Acesso 2 – Seção Transversal Típica 197
Figura 5.39 – Ponte de Acesso 3 – Planta 198
Figura 5.40 – Plataforma TT-01 e TT-02 – Planta 199
Figura 5.41 – Ponte de Acesso entre Plataforma TT-01 e TT-02 – Seção 200
Transversal 200
Figura 5.42 – Ponte de Acesso 2 – Posicionamento da canaleta de drenagem, passarela de pedestres e guarda rodas 201
Figura 5.43 – Layout – Píer Interno 202
Figura 5.44 – Layout – Píer Externo 203
Figura 5.45 – Plataforma 1 – Estaqueamento 204
Figura 5.46 – Plataforma 2 – Estaqueamento 204
Figura 5.47 – Plataforma 3 - Estaqueamento 205
Figura 5.48 – Plataforma 4 – Estaqueamento 205
Figura 5.49 – Plataforma TT-03 – Estaqueamento 206
Figura 5.50 – Plataforma TT-04 – Estaqueamento 206
Figura 5.51 – Plataforma 1 – Seção Transversal 207
Figura 5.52 – Plataforma 2 – Seção Transversal 208
Figura 5.53 – Plataforma 3 – Seção Transversal 208

Figura 5.54 – Plataforma 4 – Seção Transversal 209
Figura 5.55 – Plataforma TT-03 – Seção Transversal 209
Figura 5.56 – Plataforma TT-04 – Seção Transversal 210
Figura 5.57 – *Dolfin* de Atracação e Amarração (DAT) – Arranjo Geral 211
Figura 5.58 – *Dolfin* de Atracação e Amarração (DAT) – Seção Transversal 211
Figura 5.59 – Maquete Eletrônica do Píer F 213
Figura 5.60 – Área de Implantação do Complexo Náutico. 214
Figura 5.61 – Complexo Náutico – APPA 215
Figura 5.62 – Ponte de Acesso - Canal da Cotinga 216
Figura 5.63 – Ponte Estaiada 217
Figura 5.64 – Guarita A 218
Figura 5.65 – Guarita B 218
Figura 5.66 – Detalhamento das Estruturas 219
Figura 5.67 – Planta Guarita A e B 219
Figura 5.68 – Fachada do Centro Comercial 220
Figura 5.69 – Detalhamento do Centro Comercial 221
Figura 5.70 – Planta do Centro Comercial 221
Figura 5.71 – Área de Convivência e Lazer 222
Figura 5.72 – Fachada do Hotel 223
Figura 5.73 – Pavimento Térreo 224
Figura 5.74 – 1º Andar 224
Figura 5.75 – Detalhamento do Heliponto 225
Figura 5.76 – Fachada dos Edifícios Comerciais 226
Figura 5.77 – Planta Pavimento Térreo 227
Figura 5.78 – Planta Pavimento Tipo 227
Figura 5.79 – Fachada da Nova Sede da APPA 228
Figura 5.80 – Pavimento Térreo 229
Figura 5.81 – 2º Pavimento 230
Figura 5.82 – 3º Pavimento 230
Figura 5.83 – 4º Pavimento 231
Figura 5.84 – 5º Pavimento 231
Figura 5.85 – 6º Pavimento 232
Figura 5.86 – 7º Pavimento 232
Figura 5.87 – 8º Pavimento 233
Figura 5.88 – Armazém 234
Figura 5.89 – Marina 235
Figura 5.90 – Planta do Edifício Sede da Marina 235

Figura 5.91 – Fachada da Sede e Marina Molhada 236
Figura 5.92 – Fachada do Terminal de Passageiros 237
Figura 5.93 – Planta Térreo do Terminal de Passageiros 237
Figura 5.94 – Planta Superior do Terminal de Passageiros 237
Figura 5.95 – Layout do Píer L - Granéis Líquidos 238
Figura 5.96 – Layout do Píer L - Granéis Líquidos 239
Figura 5.97 – Tubulações 241
Figura 5.98 – Layout do Canteiro de Obras existente 243
Figura 5.99 – Mapeamento de Jazidas 247
Figura 5.100 – Jazidas licenciadas (LO). 249
Figura 5.101 – Histograma de Mão de Obra 253
Tabela 5.7 – Estimativa para o Complexo Náutico 257
Tabela 5.8 – Estimativa para o Píer L 257
Figura 5.102 – Rota de Navegação para as Embarcações de apoio. 263
Figura 5.103 – Acessos da Fase de Implantação 264
Figura 5.104 – Áreas da Dragagem de Aprofundamento em Execução 271
Figura 5.105 – Layout Geral da Área de Dragagem 272
Figura 5.106 – Exemplo de Draga Auto Transportadora 274
Figura 5.107 - Desenho esquemático (Draga Auto Transportadora) 274
Figura 5.108 – Localização da Área de Despejo – EIA 276
Figura 5.109 – Localização da Pedra da Palangana 277
Figura 5.110 – Localização da Pedra da Palangana (carta naútica) 278
Figura 5.111 – Localização dos berços e píeres do Porto de Paranaguá 283
Figura 5.112 - Pátios do Porto de Paranaguá 285
Figura 5.113 - Silos do Porto de Paranaguá 287
Figura 5-114 – Píer T – Perspectiva 294
Figura 5-115 – Píer F – Perspectiva 295
Figura 5-116 – Layout do Terminal de Graneis Líquidos – Píer L 297
Figura 5.117 – Áreas do Porto de Paranaguá incluídas no Bloco 2 do Programa de Arrendamentos Portuários 299
Figura 5.118 – Acesso Marítimo – Canal da Galheta 303
Figura 5.119 – Acesso à Paranaguá – Plano Mestre 304
Figura 5.120 – Rotas para caminhões com destino ao Porto de Paranaguá 305
Tabela 5.28 – Capacidade por trecho das vias do entorno portuário 308
Figura 5.121 – Desenho Esquemático do trecho da BR-277 a ser pavimentado 310
Figura 5.122 – Desenho Esquemático com a localização dos novos viadutos da Av. Ayrton Senna da Silva 311

Figura 5.123 – Desenho Esquemático com a localização dos novos viadutos da Av. Ayrton Senna da Silva 312

Figura 5.124 – Malha ferroviária em Paranaguá 314

Figura 5.125 – Dispositivo Padrão do Sistema de Drenagem - Canaleta 318

Figura 5.126 – Dispositivo Padrão do Sistema de Drenagem - Caixa de Sedimentação 318

Figura 5.127 – Exemplo demonstrativo de dimensões aproximadas de uma CSAO 320

Figura 5.128 – Exemplo demonstrativo de dimensões aproximadas de uma CSAO 321

Figura 5.129 Mapa dos PCS do Porto de Paranaguá 331

Figura 5.130 – Coleta externa dos resíduos da APPA 332

Figura 5.131 – Píer T – Localização do Sistema de Controle de Particulados – APPA 337

Figura 5.132 – Píer F – Localização do Sistema de Controle de Particulados – APPA 338

Figura 5.133 – Exemplo de filtros compactos 339

Figura 8.1 - Dinâmica das Massas de Ar Atuantes no Brasil. 355

Figura 8.2 - Distribuição das Unidades e Tipologias Climáticas do Estado do Paraná. 357

Figura 8.3 - Distribuição Espacial da Precipitação Média Anual no Estado do Paraná (1980 a 2010). 359

Figura 8.4 - Distribuição Espacial da Precipitação Média Sazonal no Estado do Paraná (1980 a 2010). 360

Figura 8.5 - Distribuição Espacial da Umidade Relativa do Ar Média Anual no Estado do Paraná (1980 a 2010) 366

Figura 8.6 - Distribuição Espacial da Umidade Relativa do Ar Média Sazonal no Estado do Paraná (1980 a 2010). 367

Figura 8.7 – Localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar (poluentes gasosos e particulados) considerados no diagnóstico. 384

Figura 8.8 - Localização das estações amostrais do Programa de Gerenciamento de Ruídos da APPA. 411

Figura 8.9 – Levantamento dos pontos sensíveis ao impacto relacionado ao ruído na área de estudo, e pontos de monitoramento de ruído deste estudo. 419

Figura 8.10 – Sonômetro (a), Calibrador (b) e GPS de navegação (c). 420

Figura 8.11 – Calibração do medidor de nível de pressão sonora. 421

Figura 8.12 – Pontos de monitoramento sonoro no entorno do empreendimento, onde foi realizado o levantamento de dados primários para este EIA. 424

Figura 8.13 – Sismógrafo com geofone e microfone. 428

Figura 8.14 - Geologia da região das estruturas projetadas e Áreas Diretamente Afetadas (Modificado de Carta Geológica de Curitiba – MINEROPAR, 2005). 447

Figura 8.15 - Imagem do Google Earth com indicação dos trajetos percorridos, pontos descritos (P00) e locais dos Poços de Monitoramento (PM-00). 449

Figura 8.16 - Perfil Individual do Poço de Monitoramento PM-01 453

Figura 8.17 - Solo arenoso no local de execução do Poço PM-01. 453

Figura 8.18 - Local da execução do Poço PM-01 - barra arenosa adjacente ao manguezal. 453

Figura 8.19 - Perfil Individual do Poço de Monitoramento PM-02. 454
Figura 8.20 - Manguezal onde foi executado o Poço PM-02. 454
Figura 8.21 - Local de instalação do Poço PM-02 – solo superficial argiloso em manguezal. 454
Figura 8.22 - Perfil Individual do Poço de Monitoramento PM-03. 455
Figura 8.23 - Manguezal onde foi executado o Poço PM-03. 455
Figura 8.24 - Local de instalação do Poço PM-03 – solo superficial argiloso em manguezal. 455
Figura 8.25 - Perfil Individual do Poço de Monitoramento PM-04. 456
Figura 8.26 - Local onde foi executado o PM-04, à margem do canal estuarino, separado deste por porções de mangue. 456
Figura 8.27 - Local de instalação do PM-04 – solo arenoso cinza claro ao lado do Poço. 456
Figura 8.28 - Perfil Individual do Poço de Monitoramento PM-05. 457
Figura 8.29 - Local onde foi executado o PM-05. 457
Figura 8.30 - Local de instalação do PM-05 – zona relativamente elevada adjacente ao estuário. 457
Figura 8.31 - Perfil Individual do Poço de Monitoramento PM-06. 458
Figura 8.32 - Local onde foi executado o PM-06 - zona adjacente ao canal do estuário. 458
Figura 8.33 - Local de instalação do PM-06 – solo arenoso cinza ao lado do Poço. 458
Figura 8.34 – Processos Minerários encontrados na AEII do empreendimento. 460
Figura 8.35 – Processos Minerários encontrados na AEID do empreendimento. 461
Figura 8.36 – Batimetria Atual da AEID. 474
Figura 8.37 – Unidades geomorfológicas presentes na porção continental da ADA do empreendimento. 476
Figura 8.38 – Batimetria da Área Diretamente Afetada. 477
Figura 8.39 - Localização dos Pontos de Coleta de Amostras. 482
Figura 8.40 - Caracterização Pedológica do entorno da Área Diretamente Afetada no setor dos píeres projetados do Rocio. 483
Figura 8.41 - Caracterização Pedológica do entorno da Área Diretamente Afetada no setor da área projetada para embarque de passageiros. 484
Figura 8.42 - Configuração da paisagem no local de coleta solos (Ponto 02). 486
Figura 8.43 - Configuração da paisagem no local de coleta solos (Ponto 05). 487
Figura 8.44 - Configuração da paisagem no local de coleta solos (Ponto 06). 488
Figura 8.45 - Configuração da paisagem no local de coleta solos (Ponto 01). 490
Figura 8.46 - Configuração da paisagem no local de coleta solos (Ponto 03). 491
Figura 8.47 - Configuração da paisagem no local de coleta solos (Ponto 04). 492
Figura 8.48 - Critérios adotadas para análise de suscetibilidade a inundações. 498
Figura 8.49 - Critérios adotados para análise de suscetibilidade a inundações. 501
Figura 8.50- Critérios adotados para análise de suscetibilidade a erosão. 505
Figura 8.51 – Barranco erosivo no Manguezal Oceania, à margem do canal estuarino, dentro do limite da Área Diretamente Afetada do terminal de passageiros. 508

Figura 8.52 – Vista da praia adjacente ao Manguezal Oceania ao longo do tempo, dentro dos limites da ADA do complexo náutico. A) Fonte: Registro Diagnóstico Ambiental (2011); B) Fonte: 4º Relatório Semestral de Monitoramento da APPA (2015); C) Atualmente – levantamento em junho de 2016. . 509

Figura 8.53 – Área afetada por erosão à margem do Manguezal Oceania ao longo do tempo, dentro da ADA do complexo náutico. A) Fonte: Registro Diagnóstico Ambiental (2011); B) Fonte: 4º Relatório Semestral de Monitoramento da APPA (2015); C) Atualmente– levantamento junho/2016. 510

Figura 8.54 - Vista da margem do Manguezal Rocio a partir do trapiche que existe no local..... 511

Figura 8.55 – Praia adjacente ao Manguezal Rocio com grande quantidade de lixo. Não há evidências de erosão..... 511

Figura 8.56 – Bacia Litorânea Paranaense..... 516

Figura 8.57 - Localização das estações amostrais de qualidade da água selecionadas para avaliação dos dados secundários da APPA (pontos pretéritos). 534

Figura 8.58 – Localização dos pontos amostrais da coleta de dados primários da qualidade da água. Fonte: Elaboração própria. 548

Figura 8.59 – Embarcação utilizada na coleta de água da 1ª campanha..... 549

Figura 8.60– Embarcação utilizada na coleta de água da 2ª campanha..... 549

Figura 8.61 – Coleta de amostras de água com o emprego de garrafa a mostradora do tipo *van Dorn*, na estação amostral #PSF03,durante a 1ª campanha. 550

Figura 8.62 – Coleta de amostras de água com o emprego de garrafa a mostradora do tipo van Dorn, na estação amostral #PSF01, durante a 2ª campanha 550

Figura 8.63 – Sonda utilizada na mensuração in situ dos parâmetros físico-químicos, na 1ª e 2ª campanhas. 551

Figura 8.64 – Acondicionamento das amostras de água. 553

Figura 8.65 – Domínios Hidrogeológicos do Paraná. 569

Figura 8.66 – Representação do Processo de Intrusão Salina..... 575

Figura 8.67 – Sequência de atividades desenvolvidas durante a instalação dos poços de monitoramento. Em (1) instalando coluna de revestimento do PM-01, pode-se perceber vegetação de mangue. Em (2) PM-01 já instalado. Em (3) perfuração com trado. Em (4) PM-05 sendo instalado. 577

Figura 8.68 – Imagem do Google Earth com a localização dos Poços de monitoramento (PM) instalados..... 578

Figura 8.69 – Coleta de amostra sendo realizada no PM-01 (1) e frascaria utilizada no acondicionamento das amostras de água coletadas nos poços de monitoramento (2). 580

Figura 8.70 – Fluxo preferencial das água subterrânea conforme o nível verificado nos poços de monitoramento..... 581

Figura 8.71 – Visualização da camada de argila com matéria orgânica que foi identificada na perfuração para instalação do poço de monitoramento PM-02. 587

Figura 8.72 – Mapeamento e espessura das camadas de lamas fluídas identificadas no canal de acesso aos terminais portuários de Antonina 593

Figura 8.73 – Variação da concentração de material particulado em suspensão para os períodos de maré de Sizígia e Quadratura em períodos de verão e inverno 594

Figura 8.74 – Variações durante a condição de Sizízia de verão (27/03/98/ de (A) a concentração de material particulado em suspensão (MPS) e (B) a velocidade longitudinal (UI) em cada estação (S1 e S5) 595

Figura 8.75 - Mapa de localização das amostras de sedimentos de fundo recentes, coletadas na ADA da expansão do cais do Porto de Paranaguá. 599

Figura 8.76 - Mapa da distribuição dos valores de diâmetro médio dos grãos na ADA do empreendimento, onde pode ser observada a disposição dos pontos amostrais. 604

Figura 8.77 - Mapa da distribuição dos valores de grau de selecionamento dos grãos na ADA do empreendimento, onde pode ser observada a disposição dos pontos amostrais. 605

Figura 8.78 - Mapa da distribuição dos valores de matéria orgânica contida nos sedimentos da ADA do empreendimento, onde pode ser observada a disposição dos pontos amostrais. 607

Figura 8.79 - Mapa da distribuição dos valores de carbonatos contidos nos sedimentos da ADA do empreendimento, onde pode ser observada a disposição dos pontos amostrais. 608

Figura 8.80 - Mapa de localização das testemunhagens profundas e rasas executadas na ADA da expansão do cais do Porto de Paranaguá. 612

Figura 8.81 - Diagrama de Shields tradicional (Rosman, 2016). 644

Figura 8.82- Diagrama de Shields modificado, no qual a tensão crítica □$_c$ = (u*/□□), pode ser obtida diretamente das características do sedimento e da água. 645

Figura 8.83 - Tensão crítica para mobilidade, □$_c$, calculada pelo diagrama de Shields modificado. No caso considerou-se água salgada com □□ = 1025 kg/m³, □ = 1.19E–6 m²/s e sedimentos com massa específica □$_s$ = 2650 kg/m³. Unidades □ =– ln(*d* [mm])/ln(2). 645

Figura 8.84 - Exemplo de valores de tensão crítica de mobilidade □$_{oc}$ para sedimentos com massa específica □$_s$ = 2650 kg/m³, água com □$_o$ = 998,1 kg/m³ e viscosidade cinemática □=1,05E^{-06} m²/s. A tabela menor sugere valores típicos de □$_{oc}$ e mostra valores de □ cobrindo toda a granulometria da tabela maior, o que não é comum em casos reais. 647

Figura 8.85 - Diagrama de Hjülstrom (Miedema, 2010). 648

Figura 8.86 - Esquema de uma onda de altura *H* em águas de profundidade intermediária, mostrando trajetórias orbitais das partículas com amplitude *Abm* junto ao fundo. As velocidades orbitais *ubm* são indicadas pelos vetores e indica-se a espessura da camada limite oscilatória no fundo (Rosman, 2016). 658

Figura 8.87 - Batimetria da Baía de Paranaguá utilizada nas simulações realizadas nesse estudo. 662

Figura 8.88 - Detalhe da batimetria na região de maior interesse desse estudo. 663

Figura 8.89 - Localização da estação meteorológica Paranaguá (Simepar). 666

Figura 8.90 - Velocidades do vento – Verão. 667

Figura 8.91 - Velocidades do vento – Inverno 667

Figura 8.92 - Direções do vento – Verão. 668

Figura 8.93 - Direções do vento – Inverno. 668

Figura 8.94 - Distribuição da Granulometria do Sedimento de Fundo na Baía de Paranaguá. 670

Figura 8.95 - Levantamento dos sedimentos de fundo realizado para este estudo. 671

Figura 8.96 - Campanha de coleta de dados no verão de 1997 (dias 13, 15 e 16/02/1998). Fonte: Mantovanelli(1999). 672

Figura 8.97 - Campanha de coleta de dados no verão de 1998 (dias 12 e 13/02/1998). Fonte: Mantovanelli(1999). 673

Figura 8.98 - Comparação entre os valores de elevação (posição da superfície livre) obtidos pelo modelo (vermelho) e os valores medidos (azul) no Canal da Cotinga. 675

Figura 8.99 - Grade numérica do modelo para toda a área de estudo. Em vermelho: área de interesse desse estudo. 676

Figura 8.100 - Detalhe da grade numérica do modelo – região de interesse do estudo. 677

Figura 8.101 - Localização do ponto para o qual serão apresentadas as séries temporais. 678

Figura 8.102 - Série temporal de elevação – Verão. 679

Figura 8.103 - Série temporal de velocidade de corrente – Verão. 679

Figura 8.104 - Probabilidades de ocorrência de velocidades de corrente menores do que 0,01 m/s – Verão. 680

Figura 8.105 - Probabilidades de ocorrência de velocidades de corrente maiores do que 0,1 m/s – Verão. 681

Figura 8.106 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de preamar – sizígia – Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 682

Figura 8.107 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de baixamar – sizígia –Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 683

Figura 8.108 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré vazante – sizígia – Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 684

Figura 8.109 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré enchente – sizígia – Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 685

Figura 8.110 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de preamar – quadratura – Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 686

Figura 8.111 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de baixamar – quadratura – Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 687

Figura 8.112 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré vazante – quadratura –Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 688

Figura 8.113 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré enchente – quadratura – Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 689

Figura 8.114 - Série temporal de elevação – Inverno. 690

Figura 8.115 - Série temporal de velocidade de corrente – Inverno. 691

Figura 8.116 - Probabilidades de ocorrência de velocidades de corrente menores do que 0,01 m/s no Complexo Estuarino Paranaguá –Inverno. 691

Figura 8.117 - Probabilidades de ocorrência de velocidades de corrente maiores do que 0,1 m/s no Complexo Estuarino Paranaguá –Inverno. 692

Figura 8.118 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de preamar – sizígia –Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 693

Figura 8.119 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de baixamar – sizígia –Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 694

Figura 8.120 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré vazante – sizígia –Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 695

Figura 8.121 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré enchente – sizígia –Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 696

Figura 8.122 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de preamar – quadratura – Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 697

Figura 8.123 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de baixamar – quadratura – Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse..... 698

Figura 8.124 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré vazante – quadratura – Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 699

Figura 8.125 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré enchente – quadratura – Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 700

Figura 8.126 - Tensão no fundo (N/m^2) da baía no ponto de interesse no cenário Verão. 702

Figura 8.127 - Vazão sólida total (ton/d/m) no ponto de interesse no cenário Verão; os valores estão amplificados 100 vezes. 702

Figura 8.128 - Tensão no fundo (N/m^2) da baía no ponto de interesse no cenário Inverno. 703

Figura 8.129 - Vazão sólida total (ton/d/m) no ponto de interesse no cenário Inverno; os valores estão amplificados 100 vezes. 703

Figura 8.130 - Variação da profundidade Δ*H* (m) no ponto de interesse no cenário Verão; os valores estão amplificados 100 vezes. 704

Figura 8.131 - Variação da profundidade Δ*H* (m) no ponto de interesse no cenário Inverno; os valores estão amplificados 100 vezes. 704

Figura 8.132 - Isolinhas de variação de profundidade - Δ*H* (m) – Verão. 705

Figura 8.133 - Isolinhas de variação de profundidade - Δ*H* (m) – Inverno. 705

Figura 8.134 - Série temporal do campo de pressão. 707

Figura 8.135 - Série temporal do período de onda – Verão. 709

Figura 8.136 - Série temporal da altura significativa – Verão. 709

Figura 8.137 - Série temporal da pista gerada pelo vento – Verão. 710

Figura 8.138 - Espaços disponíveis para a geração de pistas de ondas em situações de vento de nordeste e vento sul. 710

Figura 8.139 - Distribuição espacial da pista gerada pelas ondas durante uma ocorrência de frente fria - Verão. 711

Figura 8.140 - Distribuição espacial da altura significativa das ondas durante uma ocorrência de frente fria - Verão. 711

Figura 8.141 - Distribuição espacial do período das ondas durante uma ocorrência de frente fria - Verão. 712

Figura 8.142 - Série temporal do período de onda – Inverno. 713

Figura 8.143 - Série temporal da altura significativa – Inverno. 714

Figura 8.144 - Série temporal da pista gerada pelo vento – Inverno. 714

Figura 8.145 - Distribuição espacial da pista gerada pelas ondas durante uma ocorrência de frente fria - Inverno. 715

Figura 8.146 - Distribuição espacial da altura significativa das ondas durante uma ocorrência de frente fria - Inverno. 715

Figura 8.147 - Distribuição espacial do período das ondas durante uma ocorrência de frente fria - Inverno. 716

Figura 8.2.1 – Áreas de Preservação Permanente na Área Diretamente Afetada pelo empreendimento. 725

Figura 8.2.2 - Trena graduada utilizada para aferição do diâmetro dos troncos e telêmetro óptico utilizado para aferição de altura dos indivíduos. 729

Figura 8.2.3 - Algumas espécies nativas encontradas no levantamento realizado no EA do Projeto de Derrocamento dos Maciços Rochosos da Região da Bacia de Manobras do Porto de Paranaguá na ADA das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá (porção representada pela implantação do Terminal Marítimo de Passageiros e Área de Convivência): Imagem A - embaúba (*Cecropia glaziovi*i), Imagem B - pau-de-junta (*Piper* sp.), Imagem C - aroeira (*Schinus terebinthifolius*), Imagem D - araticum-do-brejo (*Annona glabra*), Imagem E - joá (*Solanum* sp.), Imagem F - fruta-do-sabiá (*Acnistus arborescens*). 735

Figura 8.2.4 - Algumas espécies nativas encontradas no levantamento realizado no EA do Projeto de Derrocamento dos Maciços Rochosos da Região da Bacia de Manobras do Porto de Paranaguá em uma área considerada a ADA das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá (porção representada pela implantação do Terminal Marítimo de Passageiros e Área de Convivência) deste EIA: Imagem A - samambaia (*Acrostichum danaeifolium*), Imagem B - picão (*Bidens* sp.), Imagem C - guiso-de-cascavel (*Crotalaria lanceolata*), Imagem D - capim (*Cyperus* sp.), Imagem E - rabo-de-bugio (*Dalbergia ecastophyllum*), Imagem F - cipó (*Ipomoea cairica*). 736

Figura 8.2.6 - Vista geral da parcela de maior desenvolvimento estrutural (#03), na localidade de Oceania, Paranaguá (PR) 744

Figura 8.2.7 - Vista geral do bosque de menor desenvolvimento estrutural (#04), localidade de Oceania, Paranaguá (PR). 745

Figura 8.2.8 - Bosque de mangue representado pela parcela #01 com dossel aberto, às margens do canal Furado, Paranaguá (PR). 746

Figura 8.2.12 - Bosque de menor desenvolvimento estrutural (parcela #17) localizado na ilhota em frente à região central de Paranaguá, com registro da barra arenosa formada pelo aumento da hidrodinâmica na área. 753

Figura 8.2.13 - Praias formadas devido ao aumento da hidrodinâmica causado pelo trânsito de embarcações na ilhota localizada em frente à região central de Paranaguá. 753

Figura 8.2.14 - Bosque de maior desenvolvimento estrutural (parcela #21) localizado no conjunto de ilhotas em frente à região central de Paranaguá 754

Figura 8.2.15 - Bosque de mangue de *Rhizophora mangle* as margens de canal de drenagem na Ilha da Cotinga, Paranaguá (PR). 759

Figura 8.2.16 - Banco de plântulas de *Rhizophora mangle* na parcela #24 na Ilha da Cotinga, Paranaguá (PR). 761

Figura 8.2.17 - Banco de plântulas registrado na parcela #12, na Ilhota do rio Itiberê, Paranaguá (PR). 762

Figura 8.2.18 - Aterro em meio aos bosques de mangue. Área colonizada por vegetação de outras fitofisionomias; plantas de áreas de transição e espécies exóticas no manguezal da localidade de Oceania, Paranaguá (PR). 765

Figura 8.2.19 - Adensamento da espécie exótica Brachiaria spp. sobre o aterro que corta o manguezal da localidade de Oceania, Paranaguá (PR). 765

Figura 8.2.20 - Espécie exótica Terminalia catappa (Amendoeira) e lixo depositado em meio aos bosques de mangue da localidade de Oceania, Paranaguá (PR). 766

Figura 8.2.22 - Fotos representando os tres tipos de ambientes presentes na área de estudo para determinação da área de influência da Ampliação do Porto de Paranaguá. A) , B) e C) Bancos Arenosos; D), E) e F) Manguezal; G) e H) Floresta Ombrófila Densa. 795

Figura 8.2.23 - A) Modelo de embarcação utilizada para realizar o monitoramento da avifauna ao longo dos bancos arenosos, áreas de maguezais na ADA e AEID do empreendimento e B) Materiais de campo utilizados para a visualização, registro e localização das aves do da região de estudo. .. 797

Figura 8.2.24 - A) Representação esquemática do método de Ponto de Contagem com Raio Fixo (*Fixed-Radius Point Counts*). B) Observador em um dos pontos de contagem, realizando o avistamento e quantificação da avifauna presente nos bancos arenosos e mangues adjacentes. ... 799

Figura 8.2.25 - Curva do Coletor gerada a partir de dados coletados nos pontos de escuta das duas campanhas amostrais, totalizando 38 pontos (19 pontos de escuta x 2 campanhas). 824

Figura 8.2.26 - Curva de rarefação gerada pelo software PAST. 825

Figura 8.2.27 - A) *Rynchops niger* (talha-mar). B) *Nyctanassa violacea* (savacu-de-coroa). C) *Nycticorax nycticorax* (savacu). D) *Platalea ajaja* (colhereiro). E) *Phimosus infuscatus* (tapicuru-de-cara-pelada). F) *Actitis macularius* (maçarico-pintado). G) *Megaceryle torquata* (martim-pescador-grande). H) *Conirostrum bicolor* (figurinha-do-mangue). I) *Chroicocephalus maculipennis* (gaivota-maria-velha). J) Bando de *Thalasseus acuflavidus* (trinta-réis-de-bico-amarelo) e um indivíduo ao fundo de *Thalasseus maximus* (trinta-réis-real). K) *Himantopus melanurus* (pernilongo-de-costas-brancas). L) *Tringamelanoleuca* (maçarico-grande-de-perna-amarela). 826

Figura 8.2.28 - Indivíduo de trinta-reis-real (*Thalasseus maximus*). 827

Figura 8.2.29 - Figuinha-do-mangue, espécie comum em áreas de mangue do presente estudo. ... 828

Figura 8.2.30 - Adulto de savacu-de-coroa (*Nyctanassa violacea*) repousado em árvore típica de mangue, durante maré alta. 829

Figura 8.2.31 - Indivíduo de guará (*Eudocimus ruber*) registrado durante estudo. 829

Figura 8.2.32 - Sub-adulto de *Larus atlanticus* registrado na Baía de Paranaguá durante o estudo. 830

Figura 8.2.33 - Áreas na borda de fragmentos de mangue onde foi realizada busca ativa para a amostragem da mastofauna. 836

Figura 8.2.34 - Instalação das Armadilhas fotográficas usadas para amostrar a mastofauna local. . 838

Figura 8.2.35 - Gambá (*Didelphis aurita*) registrado por armadilha fotográfica em uma área de mangue. 847

Figura 8.2.36 - Rato (*Rattus sp.*) registrado por armadilha fotográfica na área de mangue. 848

Figura 8.2.37 - Complexo Estuarino de Paranaguá indicando os setores: Mes = mesohalino; Pol = polihalino; Euh = euhalino e Mar = marinho. 858

Figura 8.2.38 - Rede cônica com malha de 20 µm utilizada para amostragem qualitativa de fitoplâncton. 862

Figura 8.2.39 - Acondicionamento da amostra da comunidade fitoplanctônica destinada à análise qualitativa (A); amostra da comunidade fitoplanctônica destinada à análise quantitativa (B). 863

Figura 8.2.40 - Rede utilizada para coleta de amostra da comunidade Zooplanctônica (A), e acondicionamento da amostra (B). 866

Figura 8.2.41 - Rede utilizada para coleta de amostra da comunidade Ictioplanctônica (A), e acondicionamento da amostra (B). 868

Figura 8.2.42 - Análise de componentes principais, com parâmetros abióticos e dados bióticos do fitoplâncton, para as campanhas amostrais realizadas no Complexo Estuarino de Paranaguá, PR no período de julho/2012 a abril/2015. 894

Figura 8.2.43 - Análise de componentes principais, com parâmetros abióticos e dados bióticos, para as 14 campanhas amostrais realizadas no Complexo Estuarino de Paranaguá, PR, entre julho/2012 e abril/2015. 923

Figura 8.2.44 - A: Busca fundo tipo van Veen utilizado para coleta da macrofauna bêntica; B: Amostras sendo acondicionadas em sacos tela com abertura de malha de 500 micra; C: Triagem das amostras e D: Identificação em microscópio estereoscópio. 954

Figura 8.2.45 - Médias, erros-padrão (±EP) e intervalos com 95% de confiança (±1.96*EP) da Diversidade de Shannon – Wiener (logaritmo na base 2) ao longo dos pontos de coleta. MAR - Setor Marinho; EUH - Setor Euhalino; POLI - Setor Polihalino e MESO - Setor Mesohalino. 959

Figura 8.2.46 - Plano fatorial da ACP com os parâmetros da comunidade (bentofauna de fundos consolidados), índices ecológicos e fatores físico-químicos. Amd: abundância média; Dmd: densidade média; S, H e E índices ecológicos riqueza simples, diversidade de Shannon-Wiener, equitabilidade de Pielou; Tágua: temperatura da água;Sal: salinidade e TDS: sólidos totais dissolvidos. 988

Figura 8.2.47 - Ordenamento espacial dos pontos com base nos dados de densidade médias dos táxons macrobênticos coletados para o estudo referente a ampliação do Porto de Paranaguá, situado no Complexo Estuarino de Paranaguá - CEP. 1000

Figura 8.2.48 - Análise de coordenadas principais (PCO) dos dados derivados do sedimento (porcentagens de areia, finos (silte e argila), cascalho, carbonato de cálcio e matéria orgânica), da água (salinidade e temperatura) e dados univariados derivados da macrofauna bêntica (número de táxons, densidade e diversidade) entre os pontos de amostragem para o estudo referente a ampliação do Porto de Paranaguá, situado no Complexo Estuarino de Paranaguá - CEP. 1003

Figura 8.2.49 - Embarcação pesqueira utilizada para a amostragem de ictiofauna e carcinofauna (A); Modalidade de arrasto com redes de portas duplas utilizada para coleta da ictiofauna demersal e carcinofauna (A e B). 1012

Figura 8.2.50 - Atividade da rede de arrasto (A); Amostra concentrada no ensacador (B). 1013

Figura 8.2.51 - (A) Rede de espera de (tipo feiticeira); (B) Espinhel utilizado na amostragem de ictiofauna pelágica. 1013

Figura 8.2.52 - Registro fotográfico de alguns exemplares capturados na Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR: (A) *Penaeus paulensis*; (B) *Xiphopenaeus kroyeri*; (C) *Callinectes danae*. 1036

Figura 8.2.53 - Dendograma da Análise de Agrupamento aferida para as estações amostrais localizadas na Área de Estudo para a determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR. 1042

Figura 8.2.54 - Dendograma da Análise de Agrupamento aferida para as estações amostrais localizadas na Área de Estudo para a determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR. 1045

Figura 8.2.55 - Mapa do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, com localização de suas áreas de mangue, pradarias de gramíneas marinhas e as unidades de conservação existentes na região. 1049

Figura 8.2.56 - Áreas de ocorrência de *Pontoporia blainvillei*, no Complexo Estuarino de Paranaguá, Estado do Paraná. 1052

Figura 8.2.57 - Pontos de ocorrência do boto-cinza (*Sotalia guianensis*), entre 2007 e 2009 na baía de Paranaguá, Estado do Paraná. 1053

Figura 8.2.58 - Distribuição sazonal dos grupos de boto-cinza referente ao período de 2007 a 2009 e seccionada para enfatizar as áreas referentes próximas ao Porto de Paranaguá, Estado do Paraná. 1054

Figura 8.2.59 - Distribuição espaço-temporal das avistagens do botos-cinza, delimitação da área de vida e das áreas de concentração (Estimativa de Kernel). Número de grupos observados por área ao longo dos anos (A. 2007; B. 2008; C. 2009 e; D. áreas de concentração – Kernel 50%). 1056

Figura 8.2.60 - Mapa da distribuição das avistagens de *Sotalia guianensis* para o período do verão e inverno na baía de Paranaguá, para o ano de 2010. 1057

Figura 8.2.61 - Agrupamentos de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) avistados durante as amostragens realizadas na primavera de 2012 e verão de 2013 na baía de Paranaguá. 1059

Figura 8.2.62 - Agrupamentos de boto-cinza avistados durante as amostragens realizadas em janeiro de 2013 na baía de Paranaguá. Destaque para o tamanho dos agrupamentos, o qual variou entre 1 e 10 indivíduos. 1060

Figura 8.2.63 - Avistagens de *S. guianensis* realizadas durante os transectos na baía de Paranaguá no período entre maio de 2014 e fevereiro de 2016, sendo: outono (amarelo), inverno (azul), primavera (verde) e verão (laranja). Cada ponto pode representar mais de um animal. 1061

Figura 8.2.64 - Frequência de avistagens de grupos de *S. guianensis* feitas a partir do ponto fixo de observação, para o período do outono. O centro da radial se encontra no Terminal de Conteiners de Paranaguá - TCP (local do ponto fixo de observação). 1069

Figura 8.2.65 - Frequência de avistagens de grupos de *S. guianensis* feitas a partir do ponto fixo de observação, para o período do inverno. O centro da radial se encontra no Terminal de Conteiners de Paranaguá - TCP (local do ponto fixo de observação). 1070

Figura 8.2.66 - Frequência de avistagens de grupos de *S. guianensis* feitas a partir do ponto fixo de observação, para o período da primavera. O centro da radial se encontra no Terminal de Conteiners de Paranaguá - TCP (local do ponto fixo de observação). 1071

Figura 8.2.67 - Frequência de avistagens de grupos de *S. guianensis* feitas a partir do ponto fixo de observação, para o período do verão. O centro da radial se encontra no Terminal de Conteiners de Paranaguá - TCP (local do ponto fixo de observação). 1072

Figura 8.2.68 - Mapa com a localização dos Pontos Fixos de Observação utilizados no monitoramento da baía de Paranaguá (PR). 1075

Figura 8.2.69 - Mapa da área amostrada com a rota seguida pela embarcação durante a realização dos transectos utilizado no monitoramento de cetáceos na baía de Paranaguá (PR). 1084

Figura 8.2.70 - A) Número de grupos de *S. guianensis* durante junho de 2016; B) Número de animais avistado durante junho de 2016; C) Tamanho dos grupos avistados de *S. guianensis* registrados em junho de 2016; D) Distância das avistagens realizadas em junho de 2016; E) Número de avistagens por categoria de distância durante os transectos de junho de 2016; F) Número de animais e de grupos avistados por km percorrido durante junho de 2016. 1087

Figura 8.2.71 - Avistagens de *S. guianensis* realizadas durante os transectos na baía de Paranaguá, nos dias 15 e 16 de junho de 2016. Cada ponto pode representar mais de um animal. 1089

Figura 8.2.72 - Curva de Wenz para os diferentes tipos de fontes de emissão de ruído no ambiente marinho. 1091

Figura 8.2.73 - Mapa de distribuição dos pontos de coleta no monitoramento do ruído subaquático na baía de Paranaguá (PR), trajetos em amarelo demarca os transectos utilizados no monitoramento de cetáceos. 1094

Figura 8.2.74 - Modelo de propagação cilíndrica de sons em ambiente aquático, onde o ruído produzido por uma fonte no oceano (ponto branco) não se propaga uniformemente em todas as direções assim que atinge a superfície ou o fundo do mar. Uma vez que o som seja retido entre a superfície e o fundo, gradualmente começa a se propagar cilindricamente. Os níveis de som decrescem mais lentamente quando o som se propaga de um cilindro de raio r_0 para um cilindro de r se comparados com a taxa de redução de intensidade para a propagação esférica. 1096

Figura 8.2.75 - Mapa de isolinhas de poder acústico médio, registrados na baía de Paranaguá. 1100

Figura 8.2.76 - Mapa de isolinhas de poder acústico médio, registrados na baía de Paranaguá, para o período entre maio de 2014 a fevereiro de 2016. 1101

Figura 8.2.77 - Mapa da baía de Paranaguá com as indicações dos pontos de ocorrência dos recursos alimentares registrados. 1107

Figura 8.2.78 - Área ocupada por bancos de fanerógamas marinhas na região do “Baixio do Perigo”, destacado os quadrantes amostrados na primavera de 2012. 1110

Figura 8.2.79 - Área ocupada por bancos de fanerógamas marinhas na região do “Baixio do Perigo”, destacado os quadrantes amostrados no verão de 2013. 1111

Figura 8.2.80 - Área ocupada por bancos de fanerógamas marinhas na região do “Baixio do Perigo em maio de 2014, destacados os quadrantes amostrados. 1113

Figura 8.2.81 - Área dos bancos de grama marinha na região do “Baixio do Perigo”, na Baía de Paranaguá, Estado do Paraná. 1120

Figura 8.3.1 – Faixas de desenvolvimento humano 1185

Figura 8.3.2 – Áreas residenciais remanescentes na Zona de Interesse Portuário – ZIP 1217

Figura 8.3.3 – Aspecto de logradouro em bairro localizado na Zona de Interesse Portuário..... 1220

Figura 8.3.4 – Armazém privado localizado na Zona de Interesse Portuário em Paranaguá. 1220

Figura 8.3.5 – Aspecto de área com problemas de drenagem e esgotamento sanitário em aglomerado subnormal da Vila Santa Maria. 1221

Gráfico 8.3.39 - Distribuição dos domicílios de acordo com a situação nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta, em 2010 1255

Figura 8.3.6 – Avenida Bento Rocha 1268

Figura 8.3.7 – Rua nas proximidades ao Porto 1268

Figura 8.3.8 – Via no Centro Histórico 1269

Figura 8.3.9 – Fluxo interno Complexo Náutico 1285

Figura 8.3.10 – Fluxo interno Píeres 1286

Gráfico 8.3.60 – Variação percentual anual do PIB e da movimentação do Porto de Paranaguá (2002-2011) 1314

Figura 8.3.11 - Trapiche da comunidade Encantadas (Ilha do Mel) 1353

Figura 8.3.12 - Embarcações na comunidade Encantadas (Ilha do Mel) 1354

Figura 8.3.13 - Organização social e sinalização na comunidade Encantadas (Ilha do Mel) 1354

Figura 8.3.14 - Comunidade Encantadas (Ilha do Mel) 1355

Figura 8.3.15 - Praia de Encantadas (Ilha do Mel) 1356

Figura 8.3.16 - Comércio na comunidade Encantadas (Ilha do Mel) 1356

Figura 8.3.17- Atracadouros na margem do rio Itiberê. 1357

Figura 8.3.18 – Mercado do Café – Centro Histórico de Paranaguá 1358

Figura 8.3.19- Museu de Arqueologia e Etnologia – MAE em Paranaguá 1359

Figura 8.3.20- Aquário de Paranaguá 1360

Figura 8.3.21 - Vista do porto e da baía de Paranaguá a partir de comunidade de pescadores na baía de Paranaguá 1381

Figura 8.3.22 - Aspecto de edificação residencial em comunidade pesqueira na Baía de Paranaguá. 1381

Figura 8.3.23 - Aspecto da comunidade pesqueira denominada Eufrasina na Baía de Paranaguá 1382

Gráfico 8.3.74. Respostas dos pescadores sobre a contribuição do turismo para suas comunidades 1418

Figura 8.3.24 – Distância entre o empreendimento e as comunidades quilombolas e terras indígenas no entorno do empreendimento 1444

Figura 8.3.25 – Distância entre o empreendimento e as terra indígenas nas proximidades do empreendimento..... 1445

Figura 8.3.26 – Localização das comunidades remanescentes quilombolas no município de Guaraqueçaba 1447

Figura 8.3.27 - Professor Ilton Gonçalves, liderança comunitária na CRQ Batuva, em plantação. . 1450

Figura 8.3.28 – Atracadouro de embarcações na margem do rio Itiberê – Paranaguá..... 1455

Figura 8.3.29 - Igreja de São Benedito 1457

Figura 8.3.30- Igreja de São Francisco das Chagas..... 1457

Figura 8.3.31- Antigo Colégio Jesuíta – atual Museu de Arqueologia e Etnologia (MAE). 1458

Figura 8.3.32 – Fortaleza de Nossa Senhora dos Prazeres 1459

Figura 8.3.33 - Estação Ferroviária de Paranaguá 1460

Figura 8.3.34 – Atelier de restauração e construção de instrumentos musicais e adereços para o Fandango Caiçara na Ilha dos Valadares 1462

Figura 8.3.35 – Altar com Bandeira do Divino em capela na Ilha dos Valadares..... 1464

Figura 8.3.36 - Igreja Nossa Senhora do Rocio 1467

Figura 8.4.1– Carta de Sensibilidade Ambiental na Área do Complexo Estuarino de Paranaguá, com a sobreposição das UC's Estaduais RPPN's. 1520

Figura 8.4.2 – Carta de Sensibilidade Ambiental com detalhe para a área do entorno do projeto de ampliação do Porto de Paranaguá, com a sobreposição das UC's Federais e Municipais. 1521

Figura 8.4.3 – Carta de Sensibilidade Ambiental na área do projeto de ampliação do Porto de Paranaguá. 1522

Figura 9.1 - Diagrama Condicional para Classificação da Significância do Impacto..... 1530

Figura 9.2 - Área de influência – S01 - Expectativa entre a população local com relação a alterações na sua qualidade de vida..... 1534

Figura 9.3 - Área de influência – F01 - Alteração da qualidade do ar devido ao incremento das emissões atmosféricas na área de implantação e vias de acesso. 1541

Figura 9.4 - Área de influência – F02 - Aumento dos níveis sonoros e de vibração na arena de implantação e ao longo das vias de acesso (período diurno)..... 1548

Figura 9.10 - Área de influência – F08 - Alteração da qualidade das águas estuarinas superficiais 1574

Figura 9.14 - Área de Influência do Impacto Ambiental – B01 - Redução da Abundância e Diversidade de Espécies Vegetacionais 1592

Figura 9.15 - Área de Influência do Impacto Ambiental – B02 Redução dos Habitats da Avifauna. 1598

Figura 9.16 - Área de Influência do Impacto Ambiental – B03 - Afugentamento da Fauna Terrestre 1602

Figura 9.17 - Área de Influência do Impacto Ambiental – B04 - Perturbação da Fauna Terrestre (em especial Avifauna) 1607

Figura 9.18 - Área de Influência do Impacto Ambiental – B05 - Redução de habitats, abundância e diversidade da macrofauna bentônica 1612

Figura 9.20 - Área de Influência do Impacto Ambiental – B07 - Perturbação sonora sobre os Cetáceos e Fauna Nectônica 1625

Figura 9.28 – Classificação das maiores concentrações recentes de PTS nos pontos de monitoramento segundo o Índice de Qualidade do Ar (IQA). 1666

Figura 9.29 - Área de influência – F12 - Incremento das emissões atmosféricas de atividades relacionadas ao empreendimento 1674

Figura 9.30 - Área de influência – F13 - Aumento dos níveis sonoros e de vibração na área de operação e vias de acesso 1681

Figura 9.32 Área de influência – F15 - Contaminação do solo 1688

Figura 9.33 - Área de influência – F16 - Alteração da qualidade das águas estuarinas superficiais 1695

Figura 9.34 - Área de influência – F17 - Incremento no consumo atual de água 1698

Figura 9.40 - Área de Influência do Impacto Ambiental – B08 - Proliferação da Fauna Sinantrópica 1723

Figura 9.42 - Área de Influência do Impacto Ambiental – B10 - Aumento da Diversidade e Abundância de Organismos Bentônicos e Nectônicos 1732

Figura 9.43 - Área de Influência do Impacto Ambiental – B11 - Perturbação sobre os Cetáceos e Fauna Nectônica 1739

Figura 9.44 - Área de Influência do Impacto Ambiental – B12 – Afugentamento da Avifauna 1743

Figura 9.45 - Área de Influência do Impacto Ambiental – S10 - Incômodos à população 1747

Figura 10.1 – Layout geral do empreendimento 1802

Figura 10.2 – Indicação das áreas relacionadas às obras do empreendimento – frentes de obra áreas de atividades de dragagem 1814

Gráfico 10.2 – Distribuição dos Impactos Ambientais 1867

Figura 10.3 – Layout do Píer em T 1869

Figura 10.4 – Layout do Píer em F com identificação das instalações. 1871

Figura 10.5 – Layout do Píer em L 1873

Figura 10.6 – Área de Implantação do Complexo Náutico. 1874

Gráfico 10.4 – Distribuição dos impactos Ambientais da Operação píer T, F, L e Complexo Náutico 1898

Figura 11.1 - Novas Instalações do Porto de Paranaguá e Área do Porto Organizado 1987

Figura 11.2 – Localização das Áreas de Expansão do Porto de Paranaguá 1988

Figura 11.3 – Áreas do Porto de Paranaguá 1990

Figura 11.4 – Localização das Áreas de Expansão do Porto de Paranaguá 1991

Figura 11.5 – Acesso para o Complexo Náutico 1992

Figura 11.6 – Conflito para o acesso ao Complexo Náutico 1993

Figura 11.7 – Critérios norteadores das reuniões públicas a serem desenvolvidas para discussão do projeto de ampliação do Porto de Paranaguá. 2011

Figura 11.8 – Hall de entrada do pequeno auditório com espaço para *coffee break*. 2016

Figura 11.9 – Acesso independente ao pequeno auditório da Associação Comercial. 2016

Figura 11.10 – Auditório menor da Associação Comercial de Paranaguá 2017

Figura 11.11 – Cartaz em formato A3 destinado a ser afixado nas entidades representativas das comunidades convidadas para a reunião pública. 2018

Figura 11.12 – Convite em formato meio A4 entregue às entidades representativas do Grupo I (frente e verso do convite) 2018

Figura 11.13 – Cartaz afixado em Mercado de Pescados em Pontal do Paraná. 2019

Figura 11.14 – Entrega em Superagui de material de divulgação da reunião pública. 2019

Figura 11.15 – Pesquisador afixando o cartaz da reunião pública em comércio local em Tibicanga, uma das comunidades ilhadas. 2020

Figura 11.16 – Apresentação do Estudo de Impacto Ambiental, pela consultoria ambiental e empreendedor 2022

Figura 11.17 – Respostas aos questionamentos escritos 2023

Figura 11.18 – Questionamentos / Sugestões Oral 2024

Figura 11.19 – *Coffee Break* para os participantes da reunião pública do Grupo I 2024

Figura 11.20 – Apresentação do estudo para o Grupo II 2025

Figura 11.21 – Respostas aos questionamentos escritos do Grupo II 2026

Figura 11.22 – Apresentação pelo empreendedor e empresa de consultoria para o Grupo III 2027

Figura 11.23 – Respostas as perguntas escritas e consulta ao material disponibilizado 2028

Figura 11.24 – Sugestão oral realizada no Grupo III 2029

Figura 11.25 – *Coffee Break* disponibilizado para o Grupo III 2030

Figura 12.1 – Lista de Impactos Ambientais e Aplicação do Anexo do Decreto nº 6.848/2009, para a Compensação Ambiental do Empreendimento (Implantação Integral). 2058

GRÁFICOS

Gráfico 5.1 – Flutuação de Mão de Obra 251

Gráfico 8.1.1 - Distribuição da Precipitação Média Anual, Sazonal e Mensal para a Estação Meteorológica de Paranaguá (1980 a 2010). 362

Gráfico 8.1.2 - Quantificação Média Sazonal de Dias com Precipitação para a Estação Meteorológica de Paranaguá (1980 a 2010). 362

Gráfico 8.1.3 - Quantificação Média Mensal de Dias com Precipitação para a Estação Meteorológica de Paranaguá (1980 a 2010). 363

Gráfico 8.1.4 - Variação Interanual da Pluviosidade para a Estação Meteorológica de Paranaguá (1980 a 2010). 364

Gráfico 8.1.5 - Distribuição da Umidade Relativa do Ar Média Anual, Sazonal e Mensal para a Estação Meteorológica de Paranaguá (1980 a 2010). 368

Gráfico 8.1.6 - Distribuição das Temperaturas Médias, Máximas e Mínimas Anual, Sazonal e Mensal para a Estação Meteorológica de Paranaguá (1980 a 2010). 370

Gráfico 8.1.7 - Direção e Velocidade Média dos Ventos Predominante em Paranaguá (1980 a 2010). 373

Gráfico 8.1.8 - Distribuição das Velocidades Médias e Máximas Mensais dos Ventos e Quantificação das Calmarias em Paranaguá (1980 a 2010). 374

Gráfico 8.1.9 - Distribuição da Insolação Média Anual e Sazonal em Paranaguá (1980 a 2010). 375

Gráfico 8.1.10 - Distribuição dos Índices de Nebulosidade Média Anual, Sazonal e Mensal em Paranaguá (1980 a 2010). 376

Gráfico 8.1.11 – Concentrações de parâmetros gasosos monitorados na área do TCP (cais leste do Porto de Paranaguá), e comparação com os padrões da Resolução CONAMA 03/90. 386

Gráfico 8.1.12 - Concentrações de SO_2 do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 388

Gráfico 8.1.13 - Concentrações de NO_2 do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 390

Gráfico 8.1.14 - Concentrações de CO do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 391

Gráfico 8.1.15 - Concentrações de Fumaça do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 393

Gráfico 8.1.16 - Concentrações de Ozônio do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 393

Gráfico 8.1.17 - Concentrações de PTS monitorados na área do TCP (cais leste do Porto de Paranaguá), e comparação com os padrões da Resolução CONAMA 03/90. 395

Gráfico 8.1.18 - Concentração de PTS na Bunge (centro do Porto de Paranaguá). 396

Gráfico 8.1.19 - Concentrações de PTS do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 399

Gráfico 8.1.20 - Concentrações de PI do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 401

Gráfico 8.1.21 - Resultados do monitoramento de ruído no período diurno do Programa de Gerenciamento de Ruído do PCA da APPA. 414

Gráfico 8.1.22 - Resultados do monitoramento de ruído no período noturno do Programa de Gerenciamento de Ruído do PCA da APPA. 416

Gráfico 8.1.23 - Níveis Sonoros ($LA_{eq,T}$) referentes às medições realizadas no período diurno. 425
Gráfico 8.1.24 - Níveis Sonoros ($LA_{eq,T}$) referentes às medições realizadas no período noturno. ... 425
Gráfico 8.1.25 - Distribuição granulométrica no Ponto de Coleta 02. 486
Gráfico 8.1.26 - Distribuição granulométrica no Ponto de Coleta 05. 487
Gráfico 8.1.27 - Distribuição granulométrica no Ponto de Coleta 06. 488
Gráfico 8.1.28 - Distribuição granulométrica no Ponto de Coleta 01. 490
Gráfico 8.1.29 - Distribuição granulométrica no Ponto de Coleta 03. 491
Gráfico 8.1.30 - Distribuição granulométrica no Ponto de Coleta 04. 492
Gráfico 8.1.31 – Histórico do abastecimento de água em Paranaguá. 518
Gráfico 8.1.32 – Histórico de indicadores básicos de esgoto 519
Gráfico 8.1.33– Ausência de dados na estação ETA Matinhos 530
Gráfico 8.1.34 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Salinidade. 535
Gráfico 8.1.35 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Condutividade. 536
Gráfico 8.1.36 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro pH. 537
Gráfico 8.1.37 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD). 538
Gráfico 8.1.38 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Boro Total. 539
Gráfico 8.1.39 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Fósforo Total. 540
Gráfico 8.1.40 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Ferro Dissolvido. 541
Gráfico 8.1.41 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Turbidez. 542
Gráfico 8.1.42 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Carbono Orgânico Total. 543
Gráfico 8.1.43 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Demanda Química de Oxigênio. 543
Gráfico 8.1.44 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Chumbo. 544
Gráfico 8.1.45– Resumo dos dados secundários para o parâmetro Sólidos Suspensos Totais. 545
Gráfico 8.1.46 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais. 545
Gráfico 8.1.47 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Surfactantes Aniônicos. 546
Gráfico 8.1.48 – Resultados das campanhas de amostragem na ADA para o parâmetro salinidade. 554
Gráfico 8.1.49 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro condutividade elétrica. 556
Gráfico 8.1.50 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro pH. 557
Gráfico 8.1.51 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro OD – Oxigênio Dissolvido. 558
Gráfico 8.1.52 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Boro Total. .. 559
Gráfico 8.1.53 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Coliformes Termotolerantes. 560
Gráfico 8.1.54– Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Fósforo Total. 561

Gráfico 8.1.55 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Ferro Solúvel. 562

Gráfico 8.1.56– Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Nitritos. 563

Gráfico 8.1.57 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). 564

Gráfico 8.1.58 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro DQO (Demanda Química de Oxigênio). 564

Gráfico 8.1.59 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Turbidez. 565

Gráfico 8.1.60 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Sólidos Dissolvidos. 565

Gráfico 8.1.61 - Distribuição do teor de carbono orgânico Total (COT) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 619

Gráfico 8.1.62 - Distribuição da concentração de nitrogênio total (NT) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 620

Gráfico 8.1.63 - Distribuição da concentração de fósforo total (PT) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 621

Gráfico 8.1.64 - Distribuição da concentração de elementos metálicos e arsênio, nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 625

Gráfico 8.1.65 - Distribuição da concentração de DDDs totais nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 629

Gráfico 8.1.66 - Distribuição da concentração de Dieldrin nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 629

Gráfico 8.1.67 - Distribuição da concentração de DDTs nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. ... 630

Gráfico 8.1.68 - Distribuição da concentração de HPAs totais nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 632

Gráfico 8.2.1 - Densidade média dos organismos zooplanctônicos para o Complexo Estuarino de Paranaguá (PR), durante o período amostral (julho/2012 e abril/2015) realizado no Programa de Monitoramento da Fauna Aquática da ampliação do TCP. 903

Gráfico 8.2.2 - Dados de temperatura, salinidade e transparência da água coletados no Complexo Estuarino de Paranaguá (PR), durante todas as campanhas realizadas no Programa de Monitoramento da Fauna Aquática do TCP. O eixo vertical esquerdo representa a faixa de variação para temperatura e salinidade (entre 0 e 35), enquanto que o eixo vertical direito representa a faixas de variação para salinidade (entre 0 e 6). 904

Gráfico 8.2.3 - Densidade média dos organismos zooplanctônicos para o Complexo Estuarino de Paranaguá (PR), durante a fase de implantação da ampliação do TCP (julho/2012 a maio/2014). .. 905

Gráfico 8.2.4 - Densidade média dos organismos zooplanctônicos para o Complexo Estuarino de Paranaguá (PR), durante a fase de operação (da ampliação) do TCP (julho/2014 a abril/2015)

conforme resultados obtidos por Acquaplan (2016) no Programa de Monitoramento da Fauna Aquática. 906

Gráfico 8.2.5 - Curva de rarefação das espécies de zooplâncton obtidas nos 8 pontos amostrais de cada campanha amostral, realizadas no Complexo Estuarino de Paranaguá, PR. 911

Gráfico 8.2.6 - Distribuição das densidades médias de ovos de peixes obtidos nas 14 campanhas amostrais realizadas no Complexo Estuarino de Paranaguá, PR durante julho/2012 a abril/2015. .. 919

Gráfico 8.2.7 - Distribuição das densidades médias de larvas de peixes obtidos nas 14 campanhas amostrais realizadas no Complexo Estuarino de Paranaguá, PR durante julho/2012 a abril/2015. .. 921

Gráfico 8.2.8 - Curva de rarefação de famílias de larvas de peixes obtidas nos 8 pontos amostrais de cada campanha amostral, realizadas no Complexo Estuarino de Paranaguá, PR. 926

Gráfico 8.2.9 - Diagrama de rank/abundância comparando as diferentes campanhas amostrais realizadas no Complexo Estuarino de Paranaguá, PR. 927

Gráfico 8.2.10 - Distribuição dos valores de temperatura (T°C), salinidade e transparência da água (metros), para a campanha de junho de 2016, obtidos nos cinco pontos amostrais do Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná. 931

Gráfico 8.2.11 - Distribuição dos valores de oxigênio dissolvido (mg/L), pH e Turbidez (NTU), para a campanha de junho de 2016, obtidos nos cinco pontos amostrais do Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná. 931

Gráfico 8.2.12 - Distribuição das densidades do fitoplâncton (cél/L) para cada ponto amostral do Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná, durante a campanha de junho de 2016. 932

Gráfico 8.2.13 - Distribuição das densidades média do fitoplâncton (cél/L) para cada campanha amostral realizada no Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná. 934

Gráfico 8.2.14 - Abundância relativa das classes do fitoplâncton encontradas nos 8 pontos amostrais do Complexo Estuarino de Paranaguá, (mais precisamente na área de estudo para determinação da área de influência das obras de Ampliação do Porto de Paranaguá), Paraná, durante a campanha de junho de 2016. 935

Gráfico 8.2.15 - Frequência de ocorrência (%) dos taxa de fitoplâncton encontrados nos 5 pontos amostrais do Complexo Estuarino de Paranaguá (mais precisamente na área de estudo para determinação da área de influência das obras de Ampliação do Porto de Paranaguá), durante a campanha de junho de 2016. 935

Gráfico 8.2.16 - Distribuição dos índices de riqueza de Margalef (RM), diversidade de Shannon-Weaner (H') e diversidade de Hill (N1) para as espécies de fitoplâncton identificadas nos 5 pontos amostrais do Complexo Estuarino de Paranaguá (mais precisamente na área de estudo para determinação da área de influência das obras de Ampliação do Porto de Paranaguá) , durante a campanha de junho de 2016. 937

Gráfico 8.2.17 - Distribuição dos índices de dominância de Simpson (D) e equitabilidade de Pielou (J') para as espécies de fitoplâncton identificadas nos 5 pontos amostrais do Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná, durante a campanha de junho de 2016. 937

Gráfico 8.2.18 - Densidade de organismos (org./m³) para cada ponto amostral, distribuídos no complexo estuarino Baía de Paranaguá (mais precisamente na área de estudo para determinação da área de influência das obras de Ampliação do Porto de Paranaguá), durante a campanha realizada em junho de 2016. 941

Gráfico 8.2.19 - Abundância relativa dos grandes grupos do zooplâncton para cada ponto amostral, distribuídos no complexo estuarino Baía de Paranaguá (mais precisamente na área de estudo para determinação da área de influência das obras de Ampliação do Porto de Paranaguá), durante a campanha realizada em junho de 2016. 942

Gráfico 8.2.20 - Distribuição das espécies de zooplâncton (org./m³) em todos os pontos amostrais, distribuídos no complexo estuarino Baía de Paranaguá (mais precisamente na área de estudo para determinação da área de influência das obras de Ampliação do Porto de Paranaguá), durante a campanha realizada em junho de 2016. 942

Gráfico 8.2.21 - Distribuição dos índices de riqueza de Margalef (RM), Diversidade de Shannon-Weaner (H') e Equitabilidade de Pielou (J') para as os organismos zooplanctônicos em todos os pontos amostrais, distribuídos no complexo estuarino Baía de Paranaguá(mais precisamente na área de estudo para determinação da área de influência das obras de Ampliação do Porto de Paranaguá), durante a campanha realizada em junho de 2016. 943

Gráfico 8.2.22 - Densidade de ovos de peixes (n°/m³) para cada ponto amostral, distribuídos no complexo estuarino Baía de Paranaguá (mais precisamente na área de estudo para determinação da área de influência das obras de Ampliação do Porto de Paranaguá), Paraná, durante a campanha realizada em junho de 2016. 947

Gráfico 8.2.23 - Densidade de larvas de peixes (n°/m³) para cada ponto amostral, distribuídos no complexo estuarino Baía de Paranaguá, Paraná, durante a campanha realizada em junho de 2016. 948

Gráfico 8.2.24 - Abundância relativa dos grupos numericamente mais abundantes ao longo do ano de 2012 (A), 2013 (B), 2014 (C) e 2015 (D) encontrados na área em torno do cais leste do Terminal de Contêineres de Paranaguá (área de estudo para determinação da área de influência das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá). 970

Gráfico 8.2.25 - Índice de diversidade média da macrofauna bêntica (± erro padrão) entre os pontos amostrais (A) e períodos (B) nas fases de instalação e operação ao longo dos quatro anos de amostragem na área em torno do cais leste do Terminal de Contêineres de Paranaguá – TCP (área de estudo para determinação da área de influência das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá). 972

Gráfico 8.2.26 - Abundância total da bentofauna de fundos consolidados por estação do ano e local de amostragem entre o inverno/2012 e o outono/2015. 986

Gráfico 8.2.27 - Grupos numericamente dominantes coletados no mês de junho de 2016 para o estudo referente a ampliação do Porto de Paranaguá, situado no Complexo Estuarino de Paranaguá - CEP. 995

Gráfico 8.2.28 - Grupos numericamente dominantes coletados nos pontos amostrais (1 a 8) no mês de junho de 2016 para o estudo referente a ampliação do Porto de Paranaguá, situado no Complexo Estuarino de Paranaguá - CEP. 996

Gráfico 8.2.29 - Densidade média por m2 das morfoespécies de molusco numericamente dominantes encontrados no mês de junho de 2016 para o estudo referente a ampliação do Porto de Paranaguá, situado no Complexo Estuarino de Paranaguá - CEP. 997

Gráfico 8.2.30 - Densidade média por m2 das morfoespécies de poliqueta numericamente dominantes encontrados no mês de junho de 2016 para o estudo referente a ampliação do Porto de Paranaguá, situado no Complexo Estuarino de Paranaguá - CEP. 997

Gráfico 8.2.31 - Valores médios para o número de taxa (A), densidade (inds/m2; B) e diversidade (C) da macrofauna bêntica encontrada nos pontos (#1, #2, #3, #4, #5, #6, #7 e #8) amostrados no mês de julho de 2016 para o estudo referente a ampliação do Porto de Paranaguá, situado no Complexo Estuarino de Paranaguá - CEP. 999

Gráfico 8.2.32 - Curva de dominância acumulativa dos táxons da macrofauna bêntica encontrados entre os pontos para o estudo referente a ampliação do Porto de Paranaguá, situado no Complexo Estuarino de Paranaguá - CEP. 1001

Gráfico 8.2.33 - Curva de rarefação baseada nas 24 amostras de macrofauna bêntica coletadas no mês de julho de 2016 na área de estudo para determinação da área de influência do Porto de Paranaguá, situado no Complexo Estuarino de Paranaguá - CEP. 1004

Gráfico 8.2.34 - Riqueza de Espécies das famílias das espécies de peixes aferidas para a Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR.; considerando os levantamentos elaborados por ACQUAPLAN (2016) e o atual estudo. 1031

Gráfico 8.2.35 - Abundância de Indivíduos das famílias das espécies de peixes aferidas para a Área de estudo para determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR., considerando os levantamentos elaborados por ACQUAPLAN (2016) e o atual estudo. 1032

Gráfico 8.2.36 - Abundância Relativa das principais espécies de peixes aferidas na Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR., considerando os levantamentos elaborados por ACQUAPLAN (2016) e o atual estudo. 1033

Gráfico 8.2.37 - Riqueza de Espécies das famílias das espécies da carcinofauna aferidas para a Área de Estudo para a determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR.; considerando os levantamentos elaborados por ACQUAPLAN (2016) e o atual estudo. 1037

Gráfico 8.2.38 - Abundância de Indivíduos das famílias das espécies representantes da carcinofauna aferidas para a Área de Estudo para a determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR., considerando os levantamentos elaborados por ACQUAPLAN (2016) e o atual estudo. 1037

Gráfico 8.2.39 - Abundância Relativa das principais espécies representantes da carcinofauna aferidas na Área de Estudo para a determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR., considerando os levantamentos elaborados por ACQUAPLAN (2016) e o atual estudo. 1038

Gráfico 8.2.40 - Riqueza de Espécies e Abundância de Indivíduos por ponto amostral na Área de Estudo para a determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR. 1040

Gráfico 8.2.41 - Índices de Riqueza de Margalef (MARGALEF, 1977), Diversidade de Shannon (LUDWIG e REYNOLDS, 1988), Equitabilidade (PIELOU, 1977), Dominância de Simpson (MAGURRAN, 1988) por ponto amostral da Área de Estudo para a determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR. 1041

Gráfico 8.2.42 - Curva de Acumulação de Espécies Observada e Curvas de Diversidade Estimada com o Índice de Chao1 e Índice de Jacknife 1 aferidas para as espécies diagnosticadas na Área de Estudo para a determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR. 1043

Gráfico 8.2.43 - Riqueza de Espécies e Abundância de Indivíduos por ponto amostral na Área de Estudo para a determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR. 1045

Gráfico 8.2.44 - Curva de Acumulação de Espécies Observada e Curvas de Diversidade Estimada com o Índice de Chao1 e Índice de Jacknife1 aferidas para as espécies diagnosticadas na Área de Estudo para a determinação da Área de Influência Direta das Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, PR. 1046

Gráfico 8.2.45 - Número de avistagens de *S. guianensis* durante o período entre dezembro de 2012 a junho de 2013 na área do TCP. 1062

Gráfico 8.2.46 - Tempo do esforço amostral e observações efetivas no período entre dezembro de 2012 a junho de 2013. 1063

Gráfico 8.2.47 - Análise comparativa das variáveis número de estacas batidas, avistagens e indivíduos durante as vinte e sete semanas monitoradas (dezembro de 2012 a junho de 2013), na área do TCP. 1064

Gráfico 8.2.48 - A) Esforço amostral diário (hs) realizado; B) Esforço amostral diário (hs) realizado para o período da manhã e da tarde; C) Percentual (%) do esforço amostral realizado para o período da manhã e da tarde; C) Esforço amostral (hs) em diferentes condições de mar (escala Beaufort); D) Percentual (%) do esforço amostral em diferentes condições de mar (escala Beaufort); E) Percentual (%) do esforço amostral para cada dia em diferentes condições de mar (escala Beaufort); F) Ocupação da área (hs) pelos cetáceos para cada saída de campo; G) Taxa de avistagem de cetáceos par cada saída de campo; H) Percentual (%) do estado comportamental dos cetáceos. Cada "observação" corresponde a um intervalo de 5 minutos. 1080

Gráfico 8.2.49 - Variação do poder acústico médio registrado nos 09 pontos amostrais ao longo da baía de Paranaguá em junho de 2016. 1098

Gráfico 8.2.50 - Características acústicas do ponto #06 em junho de 2016, com o oscilograma (superior), espectrograma (inferior). 1098

Gráfico 8.3.1- Crescimento da população residente na AEII nos últimos 46 anos, entre 1970 e 2016. 1156

Gráfico 8.3.2 – Proporção da população municipal residente em áreas rurais entre 1980 e 2010 nos municípios que compõem a AEII com exceção de Paranaguá 1157

Gráfico 8.3.3 - Renda média domiciliar per capita dos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2000-2010) 1164

Gráfico 8.3.4 - PIB per capita dos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2000-2013) 1164

Gráfico 8.3.5 – População Economicamente Ativa (PEA) em relação à população total em cada município da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2000-2010) 1166

Gráfico 8.3.6 - População efetivamente ocupada em relação à população total dos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2000-2010) 1166

Gráfico 8.3.7 - Taxa de ocupação nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2000-2010) 1167

Gráfico 8.3.8 - Percentual da população com 18 anos ou mais de idade com ensino fundamental completo nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2010) 1169

Gráfico 8.3.9 - Percentual da população de 5 a 6 anos de idade frequentando a escola nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2010) 1170

Gráfico 8.3.10 - Porcentagem da população de 11 a 13 anos de idade frequentando os anos finais do ensino fundamental nos municípios da Área de Estudo para Determinação da Área de Influência Indireta (2010) 1171

Gráfico 8.3.11 - Porcentagem da população de 15 a 17 anos de idade com ensino fundamental completo nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2010) 1172

Gráfico 8.3.12 - Porcentagem da população de 18 a 20 anos de idade com ensino médio completo nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2010) 1173

Gráfico 8.3.13 - Número de crimes cometidos por tipo de crime nos municípios da AEII (2014-2015) 1179

Gráfico 8.3.14 - Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta à exceção de Paranaguá (2000-2013) 1182

Gráfico 8.3.15 - Produto Interno Bruto (PIB) do município de Paranaguá (2000-2013)..... 1182

Gráfico 8.3.16 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) dos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (1991-2010) 1185

Gráfico 8.3.17 - Crescimento da população residente em Paranaguá, nos últimos 45 anos, entre 1970 e 2016..... 1194

Gráfico 8.3.18 - Distribuição da população rural e urbana no município de Paranaguá entre 1980 e 2010..... 1195

Gráfico 8.3.19 - PIB per capita do município de Paranaguá (2000-2013)..... 1198

Gráfico 8.3.20 - População Economicamente Ativa em relação a população total do município de Paranaguá (2000-2010) 1200

Gráfico 8.3.21 – Taxa de ocupação do município de Paranaguá (2000-2010)..... 1201

Gráfico 8.3.22 – Níveis de escolaridade por faixa etária em Paranaguá (2010)..... 1203

Gráfico 8.3.23 - Taxa de analfabetismo em pessoas com mais de 15 anos de idade nos municípios da AEII (1991-2010) 1205

Gráfico 8.3.24 - Quantidade de homicídios dolosos por mês de ocorrência durante o ano de 2014 em Paranaguá. 1208

Gráfico 8.3.25 - Taxa de incidência e de mortalidade por HIV/AIDS em Paranaguá e no estado do Paraná (2013)..... 1210

Gráfico 8.3.26 - Taxa de incidência de dengue (2015-2016)..... 1211

Gráfico 8.3.27 - Taxa de incidência de zika vírus e chikungunya (2015-2016)..... 1211

Gráfico 8.3.28 – Índice de desenvolvimento Humano Municipal dos municípios com as melhores e piores posições nos *rankings nacional e paranaense em comparação ao município de Paranaguá (2010).* 1212

Gráfico 8.3.29 – Produto Interno Bruto per capita, a prelos correntes, dos municípios que registravam os mais altos e mais baixos IDH-M nacional e paranaense (2010). 1213

Gráfico 8.3.30 - Índice de GINI da renda domiciliar per capita dos municípios paranaenses em 2010. 1215

Gráfico 8.3.31 - Índice de Gini dos municípios da AEII comparados à Paranaguá (1991-2010) 1216

Gráfico 8.3.32 - Percentual válido dos moradores da ZIP que possuem familiares na região..... 1225

Gráfico 8.3.33. Percentual válido observados nas respostas dos entrevistados sobre o conhecimento da ampliação do Porto..... 1229

Gráfico 8.3.34 - Principais prejuízos que a ampliação do Porto pode causar segundo os entrevistados 1231

Gráfico 8.3.35 - Número de internações nas hospitalizações pelo SUS nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2013-2015) 1238

Gráfico 8.3.36 – Número de matrículas no Ensino Superior por modalidade na AEII (2015) 1240

Gráfico 8.3.37 - Distribuição do consumo de energia elétrica por ramo da atividade econômica nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2015) 1246

Gráfico 8.3.38 - Taxas de cobertura dos serviços de coleta nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2011-2014) (%) 1254

Gráfico 8.3.40 - Unidades do Programa MCMV entregues nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta com exceção de Guaraqueçaba e Antonina (2010-2014) 1256

Gráfico 8.3.41 – Quantidade de leitos hospitalares no município de Paranaguá (2015) 1258

Gráfico 8.3.42 - Número de leitos por mil habitantes no município de Paranaguá 1259

Gráfico 8.3.43 – Quantidade de ocupações por nível superior relacionadas à área da Saúde em Paranaguá (2016)..... 1259

Gráfico 8.3.44 - Taxa de mortalidade nas hospitalizações pelo SUS nos municípios da AEII (2013-2015)..... 1260

Gráfico 8.3.45 - Municípios com maior taxa de incidência HIV/AIDS a cada 100 mil habitantes no Paraná entre 2000 e 2014..... 1262

Gráfico 8.3.46 – Estabelecimentos de ensino no município de Paranaguá (2015)..... 1263

Gráfico 8.3.47 - Distribuição do consumo de energia elétrica por ramo da atividade econômica no município de Paranaguá (2015)..... 1271

Gráfico 8.3.48 - Estabelecimentos de comunicação no município da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta (2015) 1273

Gráfico 8.3.49 - Existência de bens duráveis de comunicação nos domicílios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta (2010) 1274

Gráfico 8.3.50 - Índice de atendimento total de esgoto nos municípios da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (2015)..... 1275

Gráfico 8.3.51 - Distribuição dos domicílios de acordo com a situação de ocupação (2011-2014) (%) no município de Paranaguá..... 1279

Gráfico 8.3.52 – Distribuição dos estabelecimentos econômicos por ramo de atividade nos municípios da AEII (2015) 1295

Gráfico 8.3.53 – Distribuição dos empregos por ramo de atividade nos municípios da AEII (2015) 1296

Gráfico 8.3.54 – Distribuição dos empregos por intensidade tecnológica na indústria de transformação dos municípios da AEII (2016) 1299

Gráfico 8.3.55 - Distribuição do Valor Bruto da Produção Rural dos municípios da AEII (2015)..... 1301

Gráfico 8.3.56 - Extração vegetal nos municípios da região litorânea (2014) 1304

Gráfico 8.3.57 - Distribuição da composição do VAB segundo os setores da atividade econômica no município de Paranaguá (2000-2013)..... 1308

Gráfico 8.3.58 - Distribuição dos empregos por intensidade tecnológica na indústria de transformação dos municípios da AEID (2016)..... 1312

Gráfico 8.3.59 – Taxa de informalidade por setor de atividade econômica em Paranaguá (2016).. 1313

Gráfico 8.3.61 - Distribuição do Valor Bruto da Produção Rural de Paranaguá (2015) 1316

Gráfico 8.3.62 - Admissões e desligamentos em empregos formais em Paranaguá entre 2007 e 2015. 1332

Gráfico 8.3.63 - Grau de escolaridade dos empregados formais em Paranaguá entre 2006 e 2014 1333

Gráfico 8.3.64 - Embarques de passageiros com destino à Ilha do Mel (2002-2010)..... 1349

Gráfico 8.3.65 - Evolução do índice geral de competitividade do turismo de Paranaguá 1351

Gráfico 8.3.66 - Índices de competitividade do turismo por dimensão em Paranaguá (2014)..... 1351

Gráfico 8.3.67 - Procedência dos turistas da Ilha do Mel (2015)..... 1365

Gráfico 8.3.68 - Principais motivos para frequentar a Ilha do Mel 1366

Gráfico 8.3.69 - Principais motivos para frequentar a Ilha do Mel 1367

Gráfico 8.3.70 - Mão-de-obra empregada por setor nos estabelecimentos da Ilha do Mel..... 1368

Gráfico 8.3.71 - Percentual válido dos tipos de embarcações utilizadas pelos pescadores entrevistados 1387

Gráfico 8.3.72 - Percentual válido dos pescadores entrevistados com vínculos associativos 1412

Gráfico 8.3.73. Respostas dos pescadores sobre a presença de turistas em suas comunidades .. 1417

Gráfico 8.3.75 - Organizações não governamentais por natureza jurídica em Paranaguá no ano de 2013..... 1431

Gráfico 8.3.76 - Organizações da sociedade civil por atividade econômica em Paranaguá no ano de 2013..... 1433

Gráfico 8.3.77 - Organizações da sociedade civil por vínculos CLT ativos em Paranaguá 2016 1435

Tabela 8.3.138 - Lista de clubes de serviços – Paranaguá – 2013 1436

Tabela 8.3.139 - Lista de sindicatos - Paranaguá – 2013..... 1436

Figura 9.41 - Área de Influência do Impacto Ambiental – B09 - Introdução de Espécies Invasoras 1728

Figura 10.2 – Layout do Canteiro de Obras. 1812

Gráfico 10.1 – Relação dos resultados da matriz de risco..... 1867

Gráfico 10.3 – Operação píer T, F, L e Complexo Náutico..... 1897

PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	CLIENTE: **Administração do Porto de Paranaguá e Antonina - APPA**			
	EMPREENDIMENTO: **Ampliação do Porto de Paranaguá**			
	OPERAÇÃO: 1.15.066	OS/OSA 01/01	Nº PLANAVE RL-B00-H01-1001	REV. PLANAVE 0
	CONTRATO: 077/2015		Nº CLIENTE -	REV. CLIENTE -

TÍTULO:

IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DA EMPRESA CONSULTORA

REV.	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES	DATA	EXE.	REV.	APR.
0	EMISSÂO INICIAL	08/03/2017			

SUMÁRIO

1. Identificação do Empreendedor e da Empresa Consultora 1
1.1 Identificação do Empreendedor 1
1.1.1 Representante Legal da Empresa 1
1.1.2 Pessoa de Contato 1
1.2 Identificação da Empresa Consultora 1
1.2.1 Representante Legal da Empresa 2
1.2.2 Pessoa de Contato 2
1.3 Identificação da Equipe Técnica Multidisciplinar Responsável pela Elaboração do Estudo 2

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DA EMPRESA CONSULTORA

1.1 Identificação do Empreendedor

- Nome ou Razão Social: Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina – APPA.
- Número do CNPJ: 79.621.439/0001-91
- Endereço: Av. Ayrton Senna da Silva, 161, Dom Pedro II, Paranaguá/PR. CEP: 82303-800
- Telefone e Fax: (41) 3420 -1143 / (41) 3420-1395
- Cadastro Técnico Federal da Empresa: 1003344

1.1.1 Representante Legal da Empresa

- Nome: Luiz Henrique Tessuti Dividino
- Endereço: Av. Ayrton Senna da Silva, 161, Dom Pedro II, Paranaguá/PR. CEP: 83203-800
- Telefone e Fax: (41) 3420 -1143 (41) 3420-1395
- E-mail: presidencia@appa.pr.gov.br

1.1.2 Pessoa de Contato

- Nome: Bruno da Silveira Guimarães
- Endereço: Av. Ayrton Senna da Silva, 161, Dom Pedro II, Paranaguá/PR. CEP: 83203-800
- Telefone e Fax: (41) 3420 1204
- E-mail: bruno.guimaraes@appa.pr.gov.br

1.2 Identificação da Empresa Consultora

- Nome ou Razão Social: Planave S.A.– Estudos e Projetos de Engenharia
- Número do CNPJ: 33.953.340/0001-96
- Endereço: Rua Costa Ferreira 106 – Saúde, Rio de Janeiro, RJ. CEP: 20221-240

- Telefone: (21) 3232-8777 / Fax: (21) 2263-5523
- Cadastro Técnico Federal da Empresa: 217415

1.2.1 Representante Legal da Empresa

- Nome: Rodrigo Meirelles Sigaud
- Cadastro Técnico Federal: 217348
- Endereço: Rua Costa Ferreira 106 – Saúde, Rio de Janeiro, RJ. CEP: 20221-240
- Telefone: (21) 3232-8777 / Fax: (21) 2263-5523
- E-mail: planave@planave.com

1.2.2 Pessoa de Contato

- Nome: Jony Azevedo Godinho
- Cadastro Técnico Federal: 4091164
- Endereço: Rua Costa Ferreira 106 – Saúde, Rio de Janeiro, RJ. CEP: 20221-240
- Telefone: (21) 3232-8777 / Fax: (21) 2263-5523
- E-mail: jony@planave.com

1.3 Identificação da Equipe Técnica Multidisciplinar Responsável pela Elaboração do Estudo

Profissional	Marcelo Jardim
Formação Profissional	Engenheiro Civil
Área de Atuação	Coordenador Geral
Registro no Conselho de Classe	CREA: 1997102260
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	4747981
Assinatura	

Profissional	Jony Azevedo Godinho
Formação Profissional	Biólogo
Área de Atuação	Gerente do Contrato / Coordenador Geral
Registro no Conselho de Classe	CRBio: 65620
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	4091164
Assinatura	

Profissional	Vinicius de Oliveira Chagas
Formação Profissional	Biólogo (Mestrando em Engenharia Ambiental)
Área de Atuação	Coordenador Técnico Adjunto
Registro no Conselho de Classe	CRBio: 84077
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	5336388
Assinatura	

Profissional	Fabiano Rodrigues S. de França
Formação Profissional	Engenheiro Eletricista
Área de Atuação	Estudo de Tráfego
Registro no Conselho de Classe	CREA: 2002106857
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	6800711
Assinatura	

Profissional	João Paulo Martins Laudares dos Santos
Formação Profissional	Engenheiro Químico
Área de Atuação	Análise de Risco
Registro no Conselho de Classe	CREA: 2007139761
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	6806255
Assinatura	

Profissional	Benjailson Almeida Nascimento
Formação Profissional	Engenheiro Civil
Área de Atuação	Caracterização do Empreendimento
Registro no Conselho de Classe	CREA: 2011135941
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	6806413
Assinatura	

Profissional	Yvana de Arruda Camara
Formação Profissional	Publicitária
Área de Atuação	Programação Visual
Registro no Conselho de Classe	-
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	464214
Assinatura	

Profissional	Nelson Francisco Rodrigues de Magalhães Ribeiro
Formação Profissional	Arquiteto
Área de Atuação	Urbanismo
Registro no Conselho de Classe	CAU: A3314-6
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	6807213
Assinatura	

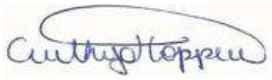
Profissional	Helder Rafael Nocko
Formação Profissional	Engenheiro Ambiental (Mestre em Engenharia Ambiental)
Área de Atuação	Coordenador do Meio Físico
Registro no Conselho de Classe	CREA: 86.285/D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	1563032
Assinatura	

Profissional	André Luciano Malheiros
Formação Profissional	Engenheiro Civil (Mestre e Doutor em Métodos Numéricos em Engenharia)
Área de Atuação	Coordenação Adjunta do Meio Físico e Qualidade do Ar
Registro no Conselho de Classe	CREA: 67.038/D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	924222
Assinatura	

Profissional	Orestes Jarentchuk Junior
Formação Profissional	Geógrafo (Mestre e Doutorando em Geografia)
Área de Atuação	Geoprocessamento / Pedologia e Geomorfologia
Registro no Conselho de Classe	CREA: 110.236/D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	5083633
Assinatura	

Profissional	Débora Lia Perazzoli
Formação Profissional	Engenheira Ambiental
Área de Atuação	Qualidade do Ar, Ruídos e Vibrações
Registro no Conselho de Classe	CREA: 150.025/D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	6192435
Assinatura	

Profissional	Antônio Carlos Buchmann Filho
Formação Profissional	Geólogo (Mestre em Geologia)
Área de Atuação	Geologia e Hidrogeologia
Registro no Conselho de Classe	CREA: 19.593/D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	3884373
Assinatura	

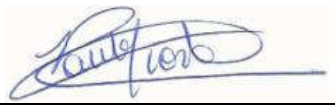
Profissional	Cinthya Hoppen
Formação Profissional	Engenheira Química (Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental)
Área de Atuação	Qualidade da Água
Registro no Conselho de Classe	CREA: 83.543/D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	1551953
Assinatura	

Profissional	Diana Maria Cancelli
Formação Profissional	Engenheira Ambiental (Mestre e Doutora em Engenharia Ambiental)
Área de Atuação	Modelagens Matemáticas
Registro no Conselho de Classe	CREA: 90.223/D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	6195304
Assinatura	

Profissional	Amanda Huckembeck
Formação Profissional	Geóloga
Área de Atuação	Riscos Geotécnicos
Registro no Conselho de Classe	CREA: 137517/D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	6648185
Assinatura	

Profissional	Frederico Buchmann
Formação Profissional	Geólogo
Área de Atuação	Geologia e Hidrogeologia
Registro no Conselho de Classe	CREA: 123.738/D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	5840581
Assinatura	

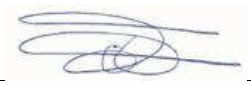
Profissional	Pâmela Emanuelly Cattani
Formação Profissional	Oceanógrafa
Área de Atuação	Sedimentos
Registro no Conselho de Classe	-
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	5840117
Assinatura	

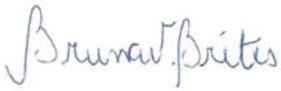
Profissional	Paulo Henrique Costa
Formação Profissional	Analista de Projetos
Área de Atuação	Usos da Água e Hidrografia / Geoprocessamento
Registro no Conselho de Classe	-
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	6802248
Assinatura	

Profissional	Eduardo Vedor de Paula
Formação Profissional	Geógrafo
Área de Atuação	Desenvolvimento de metodologias e sistemática de análise de impactos ambientais e compensações ambientais do EIA
Registro no Conselho de Classe	CREA 81589/D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	2961380
Assinatura	C

Profissional	Gabriela Goudard
Formação Profissional	Geógrafa
Área de Atuação	Apoio nas atividades de formação de matriz de impactos, programas e medidas do EIA
Registro no Conselho de Classe	CREA 161700/D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	7033662
Assinatura	

Profissional	Fernando Luiz Diehl
Formação Profissional	Oceanógrafo (Mestre em Geografia)
Área de Atuação	Coordenação do Meio Biótico
Registro no Conselho de Classe	CRBIO 104
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	198583
Assinatura	

Profissional	Josiane Rovedder
Formação Profissional	Bióloga (Mestre em Sensoriamento Remoto)
Área de Atuação	Coordenação Técnica do Meio Biótico
Registro no Conselho de Classe	CRBio: 45049/03-D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	355459
Assinatura	

Profissional	Bruna Vivian Brites
Formação Profissional	Bióloga (Mestre em Fisiologia Animal Comparada)
Área de Atuação	Diagnóstico do Meio Biótico e Apoio nas atividades de formação de matriz de impactos, programas e medidas do EIA
Registro no Conselho de Classe	CRBio: 63402-03/D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	4083303
Assinatura	

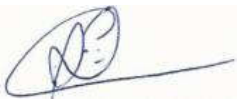
Profissional	Luana Munster
Formação Profissional	Bióloga (Mestre em Zoologia)
Área de Atuação	Diagnóstico do Meio Biótico - Fauna Terrestre - Mastofauna
Registro no Conselho de Classe	CRBio: 6684/03-D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	1921230
Assinatura	

Profissional	Vinicius Dalla Rosa Coelho
Formação Profissional	Engenheiro Ambiental
Área de Atuação	Análise Integrada
Registro no Conselho de Classe	CREA/SC: 078574-9
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	610896
Assinatura	

Profissional	Jean Berná Paim
Formação Profissional	Oceanógrafo
Área de Atuação	Geoprocessamento
Registro no Conselho de Classe	AOCEANO: 2124
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	5544494
Assinatura	

Profissional	José Renato Teixeira da Silva
Formação Profissional	Sociólogo
Área de Atuação	Coordenador do Meio Socioeconômico
Registro no Conselho de Classe	DRT 261/PR
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	978093
Assinatura	

Profissional	Carlos Alberto Simioni
Formação Profissional	Sociólogo
Área de Atuação	Diagnóstico do Meio Socioeconômico
Registro no Conselho de Classe	DRT 233/PR
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	219537
Assinatura	

Profissional	Carolina Aparecida Iarosz Pacheco
Formação Profissional	Socióloga
Área de Atuação	Diagnóstico do Meio Socioeconômico
Registro no Conselho de Classe	DRT 427/PR
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	5980713
Assinatura	

Profissional	Jurandir de Souza
Formação Profissional	Antropólogo
Área de Atuação	Diagnóstico de Meio Socioeconômico – Comunidades Tradicionais e Indígenas
Registro no Conselho de Classe	417/PR
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	6555546
Assinatura	

Profissional	Marcelo Garcia Silveira
Formação Profissional	Economista
Área de Atuação	Diagnóstico de Meio Socioeconômico – Comunidades Tradicionais e Indígenas
Registro no Conselho de Classe	CORECON/PR 8345
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	6567540
Assinatura	

Profissional	Bruna Tays Silva
Formação Profissional	Cientista Política
Área de Atuação	Diagnóstico do Meio Socioeconômico
Registro no Conselho de Classe	-
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	6584899
Assinatura	

Profissional	Thomas Parrili
Formação Profissional	Geógrafo
Área de Atuação	Diagnóstico do Meio Socioeconômico
Registro no Conselho de Classe	CREA PR 14918/D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	6800128
Assinatura	

PLANAVE S.A.
Estudos e Projetos de Engenharia

appa
ADMINISTRAÇÃO DOS PORTOS DE PARANAGUÁ E ANTONINA

CLIENTE: **Administração do Porto de Paranaguá e Antonina - APPA**			
EMPREENDIMENTO: **Ampliação do Porto de Paranaguá**			
OPERAÇÃO: 1.15.066	OS/OSA 01/01	Nº PLANAVE RL-B00-H01-1001	REV. PLANAVE 0
CONTRATO: 077/2015		Nº CLIENTE -	REV. CLIENTE -

TÍTULO:

DESCRIÇÃO GERAL

REV.	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES	DATA	EXE.	REV.	APR.
0	EMISSÂO INICIAL	20/10/2017			
01	DIRAMB/APPA Observar os comentários	23/10/2017			

SUMÁRIO

2. Descrição Geral 12

2.1 Terminal de Exportação de Grãos 12

2.1.1 Ampliação do Potencial de Exportação do Corredor de Exportação – Píer "T" 12

2.1.2 Ampliação do Píer Oeste, Corredor de Exportação de Granéis Sólidos Oeste – Píer "F" 12

2.2 Terminal de Granéis Líquidos 13

2.2.1 Píer de Inflamáveis – Píer "L" 13

2.3 Complexo Náutico 13

FIGURAS

Figura 2.1 - Novas Instalações do Porto de Paranaguá 14

2. DESCRIÇÃO GERAL

O projeto denominado Obras de Ampliação do Cais de Acostagem do Porto Paranaguá, consiste em uma obra de ampliação da área do cais de acostagem do Porto Paranaguá. Nesta ampliação estão previstas a implantação do Píer "T", a implantação do Píer "F", a implantação do Píer "L", além da construção de um Complexo Náutico. As obras de ampliação do cais de acostagem do porto de Paranaguá têm como objetivo compatibilizar a infraestrutura e a capacidade de movimentação portuária com as demandas atuais e futuras de mercado, além de valorizar o turismo na região por meio da implementação de um terminal especializado neste tipo de mercado.

2.1 Terminal de Exportação de Grãos

2.1.1 Ampliação do Potencial de Exportação do Corredor de Exportação – Píer "T"

O Píer "T" abrange um píer de carregamento de grãos paralelo ao cais acostável existente com 2 berços externos e 2 berços internos para acostagem e carregamento simultâneo de 4 navios graneleiros, interligado ao cais existente através de uma ponte de acesso perpendicular ao cais. Com a obra, o Porto de Paranaguá otimizará a ocupação do espaço já em uso e irá possibilitar a ampliação e modernização da movimentação dos granéis vegetais (soja, farelo de soja e milho) e a movimentação de cargas gerais.

2.1.2 Ampliação do Píer Oeste, Corredor de Exportação de Granéis Sólidos Oeste – Píer "F"

O projeto do Píer "F" compreende a construção de dois píeres, totalizando quatro novos berços para o carregamento de grãos. Os píeres serão paralelos e interligados a extremidade oeste do ao cais acostável existente. A ampliação proporcionará aumento na movimentação de graneis vegetais e consequente redução do tempo de espera dos navios para atracar no porto.

2.2 Terminal de Granéis Líquidos

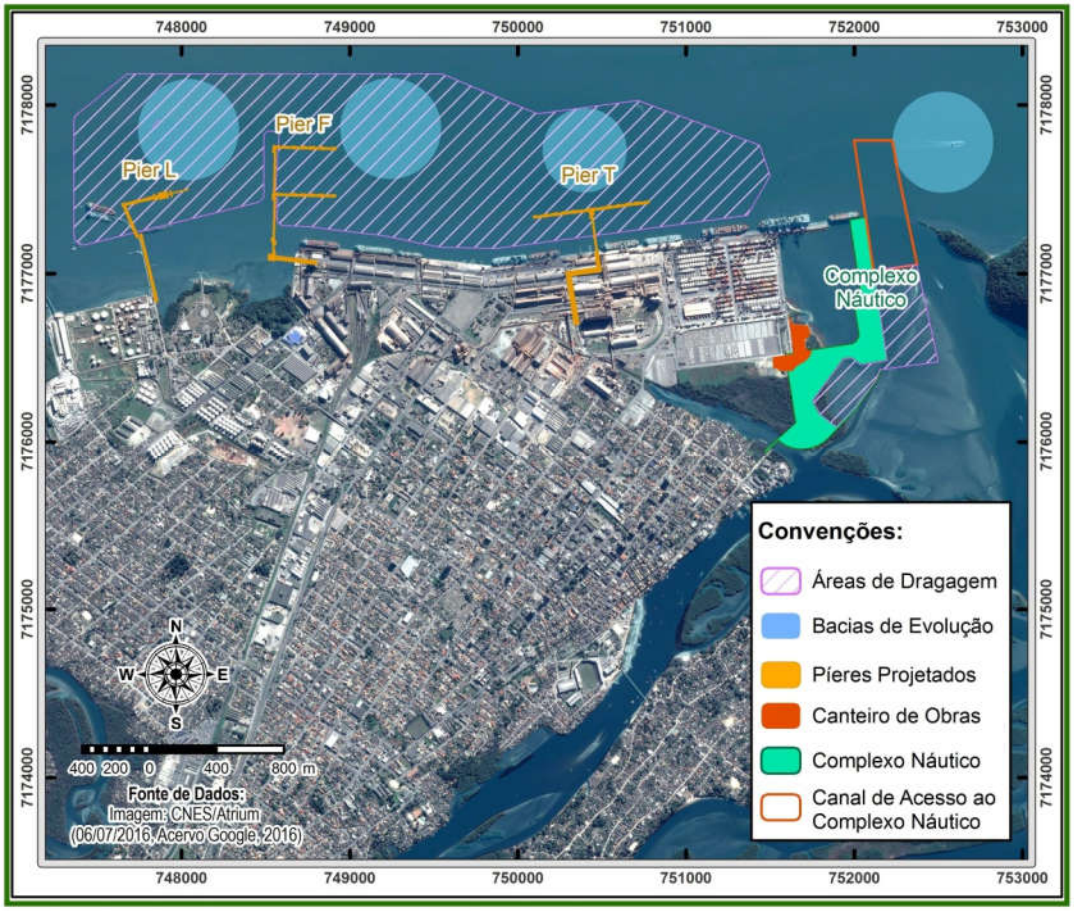
2.2.1 Píer de Inflamáveis – Píer "L"

O Píer "L" compreende a construção de dois novos berços, interligados ao atual cais público do Terminal de Granéis Líquidos, por duas pontes de acesso. A obra de ampliação permitirá que o Porto de Paranaguá receba navios de maior porte, com aumento efetivo da movimentação de cargas e em consonância com as diretrizes do PDZ.

2.3 Complexo Náutico

O Complexo Náutico, a ser construído será localizado no setor leste do Porto e próximo a Ilha Cotinga, com área total de aproximadamente 370.000m². Será composto por uma área de serviços e comércio voltados ao turista, um hotel, dois edifícios comerciais, a nova sede da APPA, uma marina (seca e molhada) e um Terminal de Passageiros cuja ligação com a cidade se dará por uma ponte.

A Figura 2.1 apresenta o arranjo geral das novas instalações do Porto de Paranaguá. O detalhamento das instalações, incluindo seus objetivos e justificativas estão descritos no Capítulo 4 – Caracterização do Empreendimento.



Fonte: PLANAVE, 2016.

Figura 2.1 - Novas Instalações do Porto de Paranaguá

PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	CLIENTE: **Administração do Porto de Paranaguá e Antonina - APPA**			
	EMPREENDIMENTO: **Ampliação do Porto de Paranaguá**			
	OPERAÇÃO: 1.15.066	OS/OSA 01/01	Nº PLANAVE RL-B00-H01-1001	REV. PLANAVE 0
	CONTRATO: 077/2015		Nº CLIENTE -	REV. CLIENTE -

TÍTULO:

ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS

REV.	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES	DATA	EXE.	REV.	APR.
0	EMISSÂO INICIAL	20/10/2017			

SUMÁRIO

3 Alternativas Locacionais e Tecnológicas 15
3.1 Alternativas Locacionais 15
3.1.1 Metodologia 15
3.1.2 Critérios de Avaliação 18
3.1.2.1 Píer T, Píer F e Píer L 19
3.1.2.1.1 Píer T 19
3.1.2.1.2 Píer F 21
3.1.2.1.3 Píer L 22
3.1.2.2 Complexo náutico 24
3.1.2.2.1 Alternativa Locacional A – Área de Expansão da Ilha das Pedras 24
3.1.2.2.2 Alternativa Locacional B – Área de Expansão do Embocuí 33
3.1.2.2.3 Alternativa Locacional C– Área Turística e Sede Administrativa 41
3.1.2.2.4 Alternativa Locacional D – Área de Expansão Pontal do Paraná 51
3.1.3 Alternativa Locacional Adotada 62
3.2 Alternativas Tecnológicas 63
3.2.1 Píer T, Píer F, Píer L 64
3.2.1.1 Estruturas Civis 64
3.2.1.1.1 Infraestrutura 64
3.2.1.1.2 Superestruturas 71
3.2.1.2 Estruturas Eletromecânicas – Píeres T e F 72
3.2.1.2.1 Correias Transportadoras 72
3.2.1.2.2 Sistemas de Coleta de Pó 75
3.2.1.2.3 Sistemas de Carregamento de Navios 75
3.2.2 Complexo Náutico 78
3.2.2.1 Terminal de Passageiros 78
3.2.2.1.1 Infraestrutura 78
3.2.2.1.2 Superestrutura 79
3.2.2.2 Marina 81
3.2.2.3 Edificações 81

3.2.2.4 Estacionamentos 82
3.2.3 Dragagem 83
3.2.3.1 Draga autotransportadora de sucção e arrasto (*hopper*) 83
3.2.3.2 Dragas de Sucção e Recalque 84
3.2.3.3 Draga com Caçamba de Mandíbulas 85
3.2.3.4 Conclusão 85
3.2.4 Tecnologias Limpas 86
3.2.4.1 Captação e Reuso de Água 86
3.2.4.2 Captação de Energia Solar 87
3.3 Alternativa de Não Realização do Empreendimento 87

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1– Zoneamento Médio e Longo Prazo do Porto de Paranaguá 16
Figura 3.2– Poligonal do Porto Organizado 17
Figura 3.3 – Layout do Píer T 20
Figura 3.4 –Píer F 22
Figura 3.5 – Layout do Píer L - Graneis Líquidos 24
Figura 3.6 – Alternativa A – Supressão de Vegetação 26
Figura 3.7 – Alternativa A – Áreas de Preservação Permanente 27
Figura 3.8 – Alternativa A – Plano Diretor e PDPZO 29
Figura 3.9 – Alternativa A – Unidades de Conservação 30
Figura 3.10 – Áreas Prioritárias para Conservação 31
Figura 3.11 – Comunidades Tradicionais, Sítios Históricos, Culturais, Arqueológicos e Núcleos Populacionais 32
Figura 3.12 – Alternativa B – Plano Diretor e PDPZO 35
Figura 3.13 – Alternativa B – Área de Supressão 36
Figura 3.14 – Alternativa B – Áreas de Preservação Permanente 37
Figura 3.15 – Alternativa B – Unidades de Conservação 38
Figura 3.16 – Áreas Prioritárias para Conservação 39
Figura 3.17 – Comunidades Tradicionais, Sítios Históricos, Culturais, Arqueológicos e Núcleos Populacionais 40
Figura 3.18 – Alternativa C – Áreas de Preservação Permanente 42
Figura 3.19 – Alternativa C – Área de Supressão 44
Figura 3.20 – Alternativa C – Unidades de Conservação 45
Figura 3.21 – Áreas Prioritárias para Conservação 46
Figura 3.22 – Alternativa C – Plano Diretor e PDPZO 47
Figura 3.23 – Comunidades Tradicionais, Sítios Históricos, Culturais, Arqueológicos e Núcleos Populacionais 49
Figura 3.24 – Zoneamento de Curto Prazo – Apêndice 2 50
Figura 3.25 – Alternativa D – Plano Diretor e PDPZO 52
Figura 3.26 – Alternativa D – Área de Supressão 53
Figura 3.27 – Alternativa D – Unidades de Conservação 56
Figura 3.28 – Áreas Prioritárias para Conservação 57
Figura 3.29 – Alternativa D – Áreas de Preservação Permanente 58
Figura 3.30 – Comunidades Tradicionais, Sítios Históricos, Culturais, Arqueológicos e Núcleos Populacionais 59
Figura 3.31 – Alternativa Locacional Adotada 62
Figura 3.32 – Draga *hopper* 84
Figura 3.33 – Draga de sucção e recalque 84
Figura 3.34 – Draga com caçamba de mandíbulas 85
Figura 3.35 – Draga ELBE 86

TABELAS

Tabela 3.1 – Classificação aplicada às variáveis adotadas. 18
Tabela 3.2 – Classificação aplicada às variáveis adotadas. 18
Tabela 3.3 - Parâmetros avaliados para a definição da localização do Complexo Náutico 60
Tabela 3.5 – Projeção de Cargas do Porto de Paranaguá 90

3 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS

3.1 Alternativas Locacionais

Segundo Sánchez (2008), a busca e a análise de alternativas é um dos pilares da avaliação de impacto ambiental, que tem como uma de suas funções *"incitar os proponentes a conceber projetos socioambientais menos agressivos e não simplesmente julgar se os impactos de cada projeto são aceitáveis ou não."* Além disso, um estudo de impacto ambiental incita incluir a questão ambiental no planejamento e na tomada de decisões para resultar, finalmente, em ações que são mais sustentáveis (CANTER, 1996). Sendo assim, os estudos de localização do empreendimento permitem fazer as escolhas de alternativas locacionais, considerando os interesses do empreendedor e os cenários de viabilidade técnica, ambiental e socioeconômica.

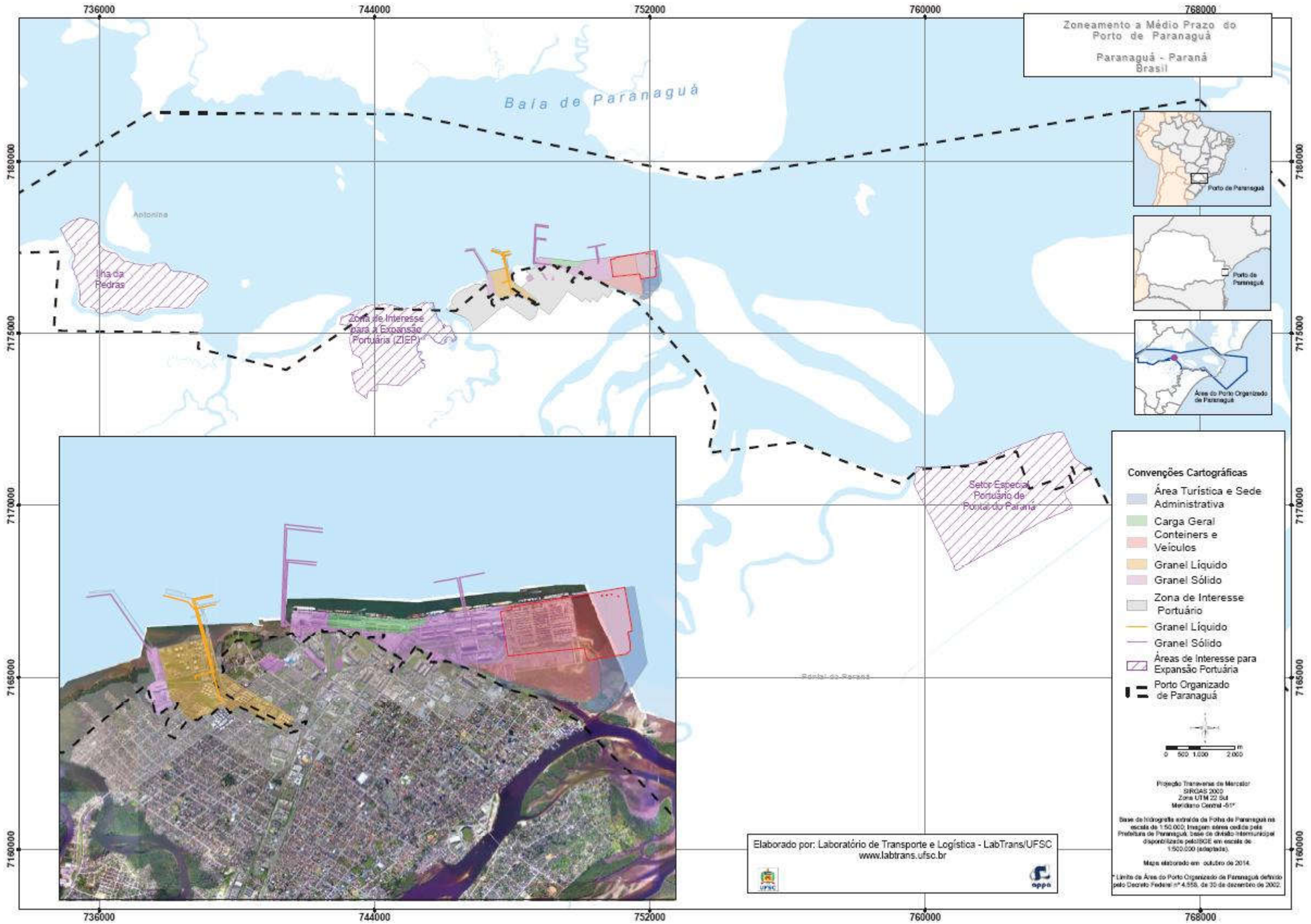
As alternativas locacionais consideradas para o Porto de Paranaguá refletem a evolução do processo de interação entre a equipe de engenharia do projeto e a análise dos impactos ambientais decorrentes, realizada pela equipe de estudos ambientais, buscando assim, adequações que não só minimizam, mas que efetivamente evitam impactos de maior significância.

3.1.1 Metodologia

A proposição e avaliação das alternativas locacionais consideraram áreas para a ampliação da capacidade de exportação de granéis sólidos dentro do Porto Organizado de Paranaguá para os píeres T e F.

Para a construção do Píer L, foram estudadas áreas adjacentes ao Terminal de Granéis Líquidos, também dentro do Porto Organizado.

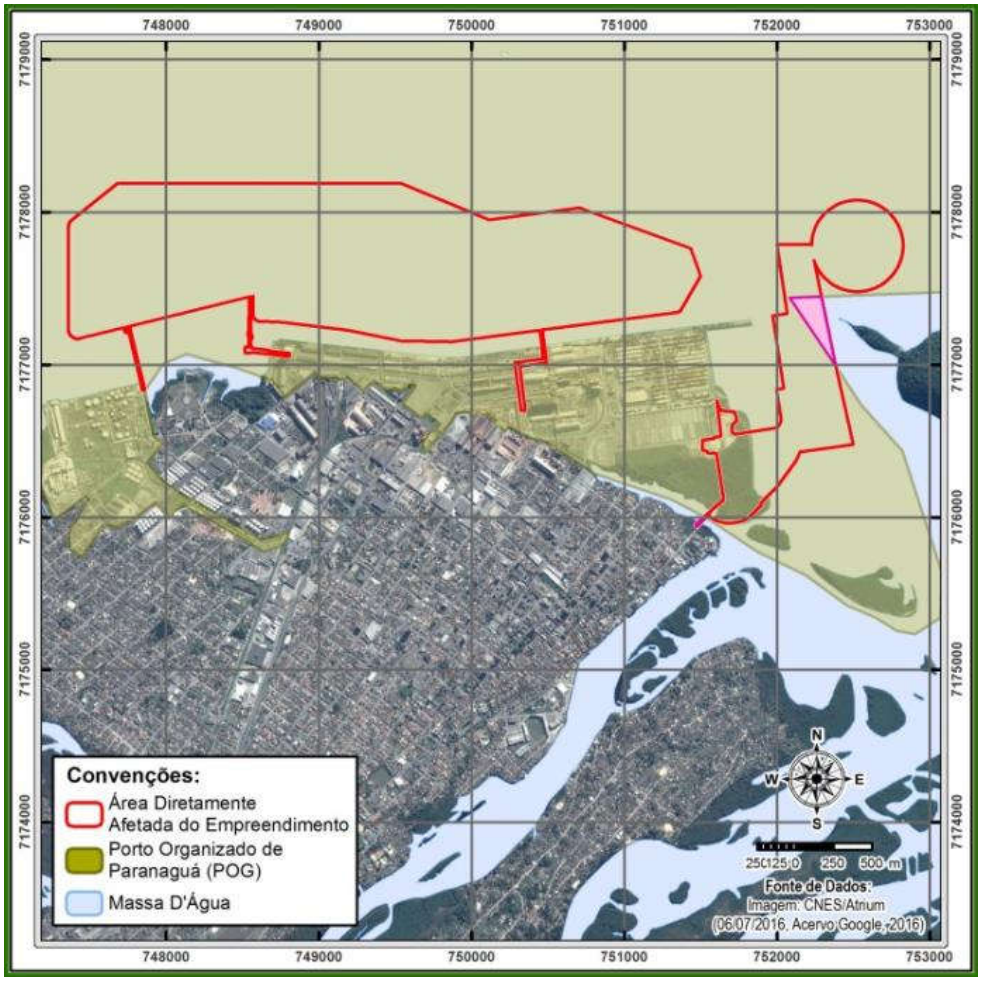
Já para o Complexo Náutico buscaram-se áreas livres localizadas dentro da poligonal do Porto Organizado e áreas de expansão portuária definidas pelo Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Paranaguá – PDZ (Figura 3.1).



Fonte: Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Paranaguá, 2014

Figura 3.1– Zoneamento Médio e Longo Prazo do Porto de Paranaguá

No médio prazo, isto é, nos próximos 10 anos, estão previstos investimentos que devem impactar diretamente sobre a concepção do Porto de Paranaguá. Muito embora o zoneamento da retroárea permaneça idêntico, a construção dos píeres T e F para graneis sólidos, o novo píer de inflamáveis para graneis líquidos (Píer L), bem como a disponibilização da estrutura para turismo e lazer com a construção do Complexo Náutico, podem alterar o layout do Porto Organizado, como ilustrado pela imagem a seguir:



Fonte: PDZ - LabTrans, 2017

Figura 3.2– Poligonal do Porto Organizado

Conforme identificado através de manifestações da Comunidade Portuária de Paranaguá, essas áreas localizadas fora da poligonal do Porto Organizado tem potencial para realização de estudos para futuras instalações portuárias, inclusive àquelas relacionadas ao Complexo Náutico. Contudo, é importante frisar, que como estas áreas estão localizadas fora da poligonal do Porto Organizado atual, sua exploração somente será possível através de

Terminal de Uso Privado - TUP. Portanto, para a implantação do Complexo Náutico nessas áreas, será necessária a revisão da área do Porto Organizado apresentado no Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Paranaguá – PDZPO, incorporando-as à poligonal do porto.

Após a identificação das áreas viáveis (Anexo I – Mapa 01 – Alternativas Locacionais Consideradas para a Implantação do Complexo Náutico),foi realizada uma caracterização e realizados estudos relativos a cada alternativa (apresentados nos quadros de parâmetros avaliados para a definição da localização). Além disso, foi considerada a alternativa de não realização do empreendimento.

3.1.2 Critérios de Avaliação

Para a definição da área de implantação que atenda ao projeto proposto, foram consideradas variáveis passíveis de interferirem no projeto, às quais foram atribuídas notas de acordo o parâmetro avaliado, conforme apresentado abaixo.

Tabela 3.1 – Classificação aplicada às variáveis adotadas.

Classificação	Descrição	Valoração
Adequada	Variável avaliada não acarreta nenhuma restrição para a implantação do empreendimento	**3**
Adequada com restrições	Em relação à variável avaliada, aimplantação do empreendimento é possível, havendo limitações quepoderão ser superadas.	2
Inadequada	Em relação à variável avaliada, a implantação doempreendimento apresenta significativas limitações, cuja superaçãodependerá de considerável dispêndio de recursos técnicos e/ou financeiros.	1

Tabela 3.2 – Classificação aplicada às variáveis adotadas.

Critérios Avaliados
Restrições de Engenharia
Unidades de conservação e suas zonas de amortecimento
Necessidade de Alteração da Área do Porto Organizado
Áreas de Preservação Permanente – APP
Zoneamento Municipal
Interferência em corpos hídricos
Núcleos populacionais
Comunidades Tradicionais, sítios históricos, culturais e/ou arqueológicos
Volumes de dragagem

Critérios Avaliados
Abertura de novos acessos
Área de vegetação a ser suprimida
Classificação de áreas prioritárias para a conservação
Espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção
Interferência em áreas de extrativismo, turismo ou recreação

3.1.2.1 Píer T, Píer F e Píer L

A avaliação de alternativas locacionais, em um projeto, é sempre uma etapa importante para garantir que a implantação e a operação de um empreendimento ocorram de forma sustentável, ou seja, respeitando o equilíbrio ambiental e socioeconômico da região onde ele será inserido. Entretanto, no caso dos Píeres T, F e L, por se tratar de um projeto de ampliação do Porto, as áreas deverão ser localizadas adjacentes às instalações já existentes do Porto de Paranaguá, para proporcionar maiores ganhos técnicos, operacionais, ambientais e econômicos, devido à utilização da infraestrutura já existente no Porto.

Considerando a localização das instalações atuais do Porto de Paranaguá, a análise de alternativas locacionais deste projeto ficou limitada às áreas livres localizadas adjacentes ao Corredor de Exportação para o Píer T, áreas livres no Cais Oeste para o Píer F e áreas livres próximas ao Terminal de Granéis Líquidos, para o Píer L.

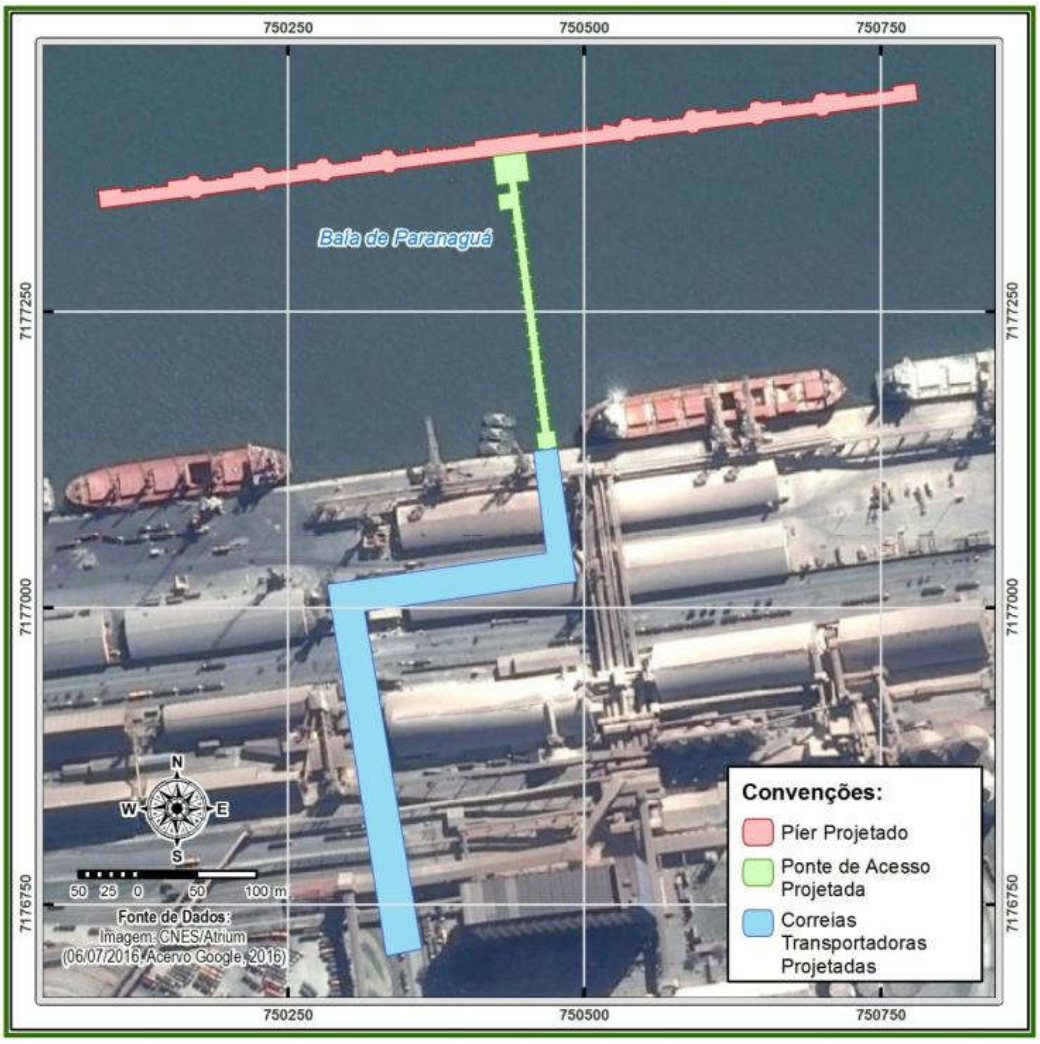
3.1.2.1.1 Píer T

O Corredor de Exportação – COREX já está consolidado no Porto de Paranaguá, dessa forma, a localização da ampliação (Figura 3.3) foi adotada de forma a aproveitar a infraestrutura existente. Além disso, a construção do Píer T, em outra posição dentro do COREX poderia inviabilizar a construção do píer F e dificultar a manobra de acesso ao píer interno do terminal público de inflamáveis existente.

A construção do Píer T no Corredor de Exportação é a solução proposta para superar o déficit na capacidade para atender à demanda de milho, soja e farelo e demais granéis sólidos. A implantação do Píer T nessa localização, promove a otimização da retroárea já em uso. Além disso, a construção do Píer T desafogará outros berços existentes no COREX.

No entanto, para a ampliação, deverão ocorrer melhorias no acesso rodoviário e das vias portuárias para uma eficiência na movimentação das cargas do porto e para a mobilidade do tráfego urbano local. A movimentação de granéis sólidos por ferrovia deverá ser incentivada, reduzindo o tráfego de veículos nas vias rodoviárias.

Do ponto de vista do acesso marítimo, a implantação no COREX traz benefícios, visto que será uma extensão do cais já existente, adentrando a atual bacia de evolução. Ressalva-se a preservação de espaço suficiente na bacia de manobras para movimentação segura de navios neste píer e nos berços adjacentes do cais comercial,com um volume de dragagem menor do que se realizado em uma área sem o histórico de dragagens.



Fonte: Planave, 2016

Figura 3.3 – Layout do Píer T

3.1.2.1.2 Píer F

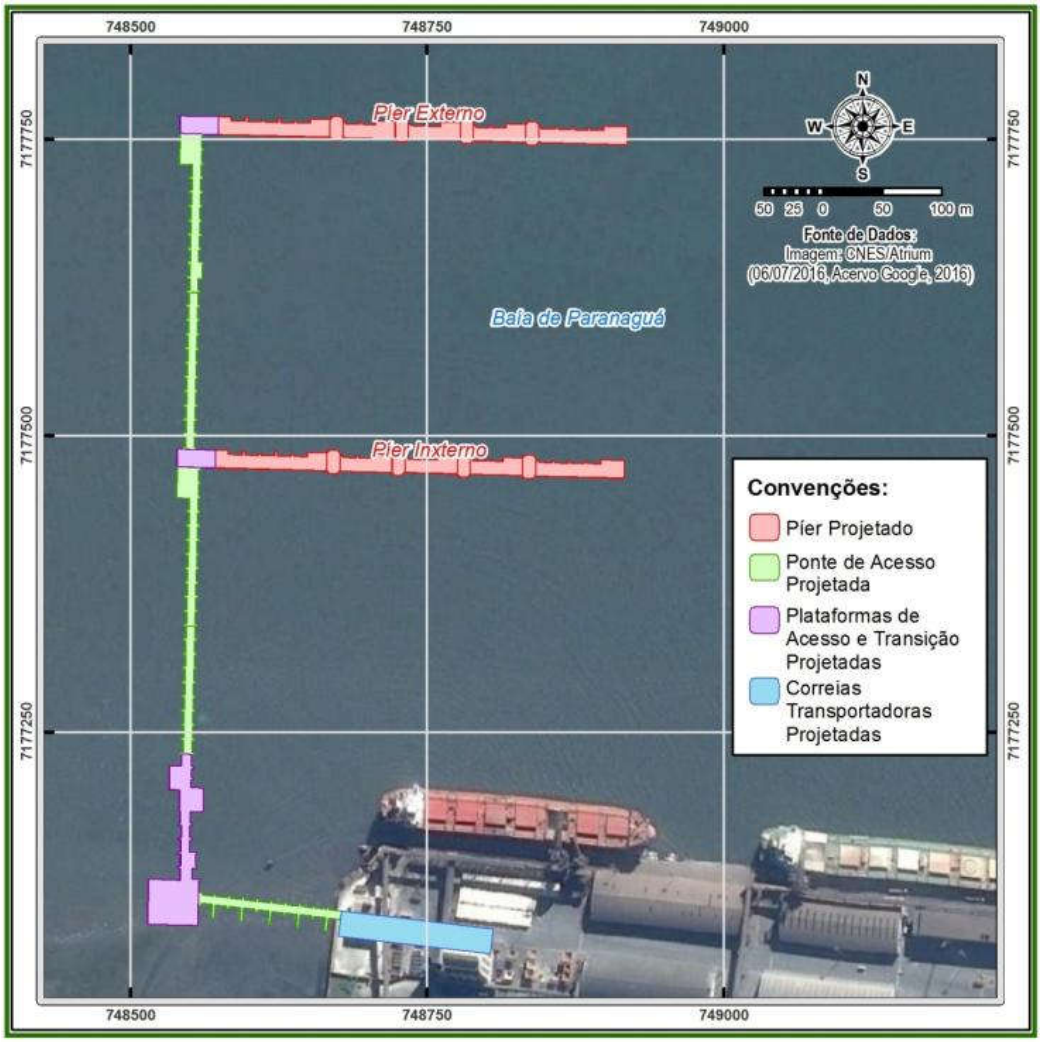
A localização (Figura 3.4) foi adotada para aproveitar a infraestrutura no Cais Oeste, minimizando assim, os custos e impactos ambientais derivados das dragagens de manutenção, devido ao assoreamento do canal de acesso. Além disso, outro posicionamento do Píer F poderia tomar parte do espaço do canal acesso do Porto de Paranaguá.

Do ponto de vista de uso e ocupação do solo portuário, a ampliação no Cais Oeste com a construção do Píer F na posição pretendida, torna-se vantajosa, uma vez que há otimização do local sugerido, visto que se trata de uma área em uso, permitindo o aproveitamento de toda a logística da retroárea atual.

Quanto aos acessos rodoviários, mesmo contando com a transferência de volume para o modo ferroviário, entende-se que há a necessidade de administração dos conflitos com outros tráfegos do porto e com o tráfego urbano, no entanto, este posicionamento é melhor quando comparada a outros que poderiam gerar maior impacto na relação porto-cidade.

No caso do acesso ferroviário, a área contará com os investimentos previstos na região do pátio Dom Pedro II e clientes em novos dispositivos de descarga de vagões, de armazenagem de produtos e de conexão destes por esteiras a estes píeres. Recomenda-se, para melhor desempenho da movimentação de cargas, que se procure manter a concentração dos pontos de descarga ferroviária no porto.

Com relação ao acesso marítimo, a construção do Píer F não apresenta maiores dificuldades, visto que se trata de extensão do cais já existente, que adentra a atual bacia de evolução. Além disso, vale ressaltar a necessidade de preservação de espaço suficiente na bacia de manobras para movimentação segura de navios. A dragagem para este cenário será a menor quando comparado com outros posicionamentos por conta do calado pré-existente do Cais Oeste.



Fonte: Planave, 2016

Figura 3.4 –Píer F

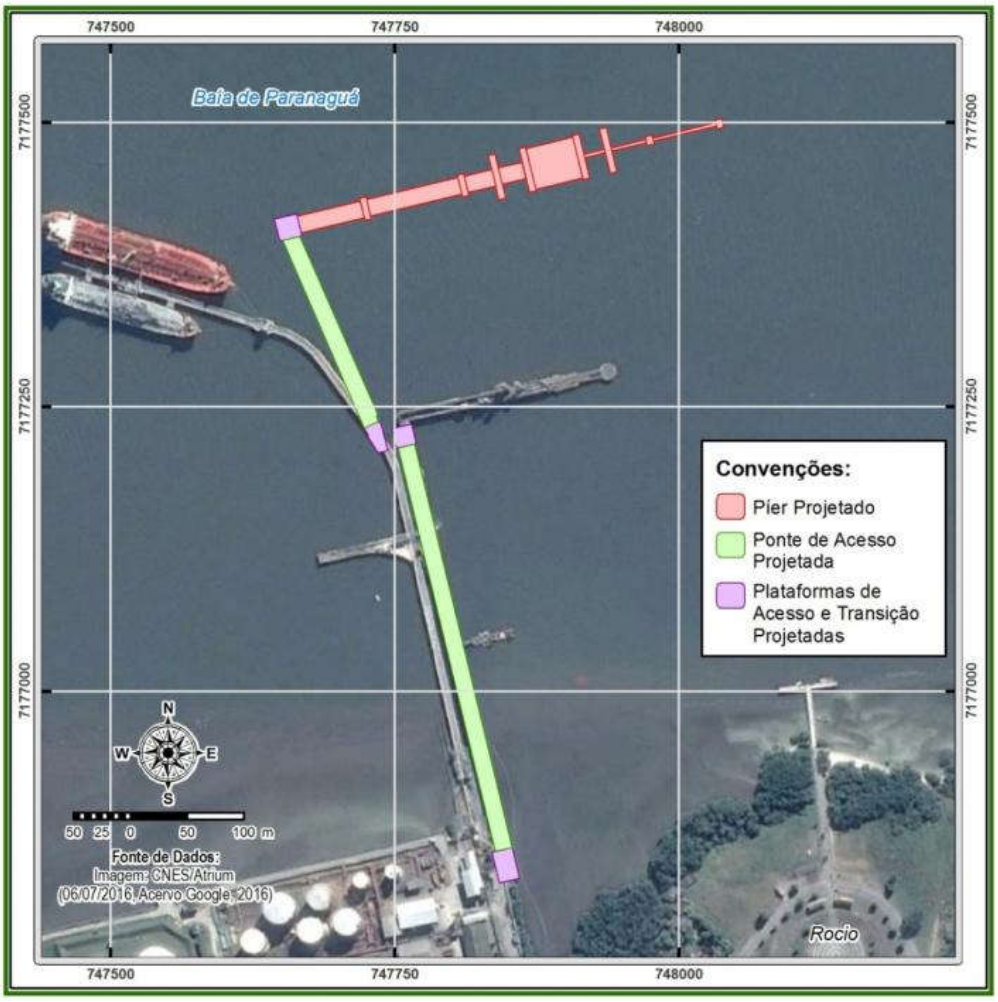
3.1.2.1.3 Píer L

A localização para o Píer L (Figura 3.5) foi adotada próximo ao Terminal de Granéis Líquidos existente para minimizar impactos de outros posicionamentos que implicariam na necessidade de realizar grandes obras de infraestrutura na retroárea, maiores recursos financeiros, além dos impactos ambientais que poderiam ocorrer para construção de novos dutos e estrutura de tancagem. Adicionalmente, assim como para o Píer F, outros posicionamentos do Píer L também podem levar a elevados custos e impactos ambientais derivados das dragagens de manutenção, devido ao assoreamento do canal de acesso.

A ampliação na localização escolhida se dará em área com uso consolidado para a movimentação desse tipo de carga, concentrando a operação de inflamáveis na parte oeste do porto. Além disso, existe a intenção manifestada pela APPA para a retirada dos moradores próximos aos tanques, liberando áreas dentro da Zona de Interesse Portuário–ZIP, definido pela Prefeitura Municipal no Plano Diretor, para arrendamento após a ampliação.

A movimentação dos granéis líquidos será mais eficiente nesta alternativa, uma vez que a parte oeste do Porto já conta com dutovias existentes. Será necessária somente uma adequação das estruturas. Estima-se que o transporte terrestre venha a ocorrer predominantemente após a ampliação (Figura 3.5). Com isso, poderá haver aumento do fluxo rodoviário, no entanto, as distâncias percorridas por esse modal serão menores após a instalação de novas dutovias. Essa característica confere maior segurança e redução de custos de transporte.

Quanto aos acessos marítimos, o projeto não apresenta maiores dificuldades, já que trata-se da extensão do cais já existente, adentrando a atual bacia de evolução. Faz-se uma ressalva quanto a necessidade de dragagem, no entanto, o volume de material dragado será menor do que em áreas ainda não exploradas.



Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.5 – Layout do Píer L - Graneis Líquidos

3.1.2.2 Complexo náutico

Conforme citado anteriormente, foram estudadas quatro áreas consideradas viáveis para a implantação do empreendimento (Anexo I – Mapa 01 – Alternativas Locacionais Consideradas para a Implantação do Complexo Náutico). O detalhamento das áreas será descrito a seguir:

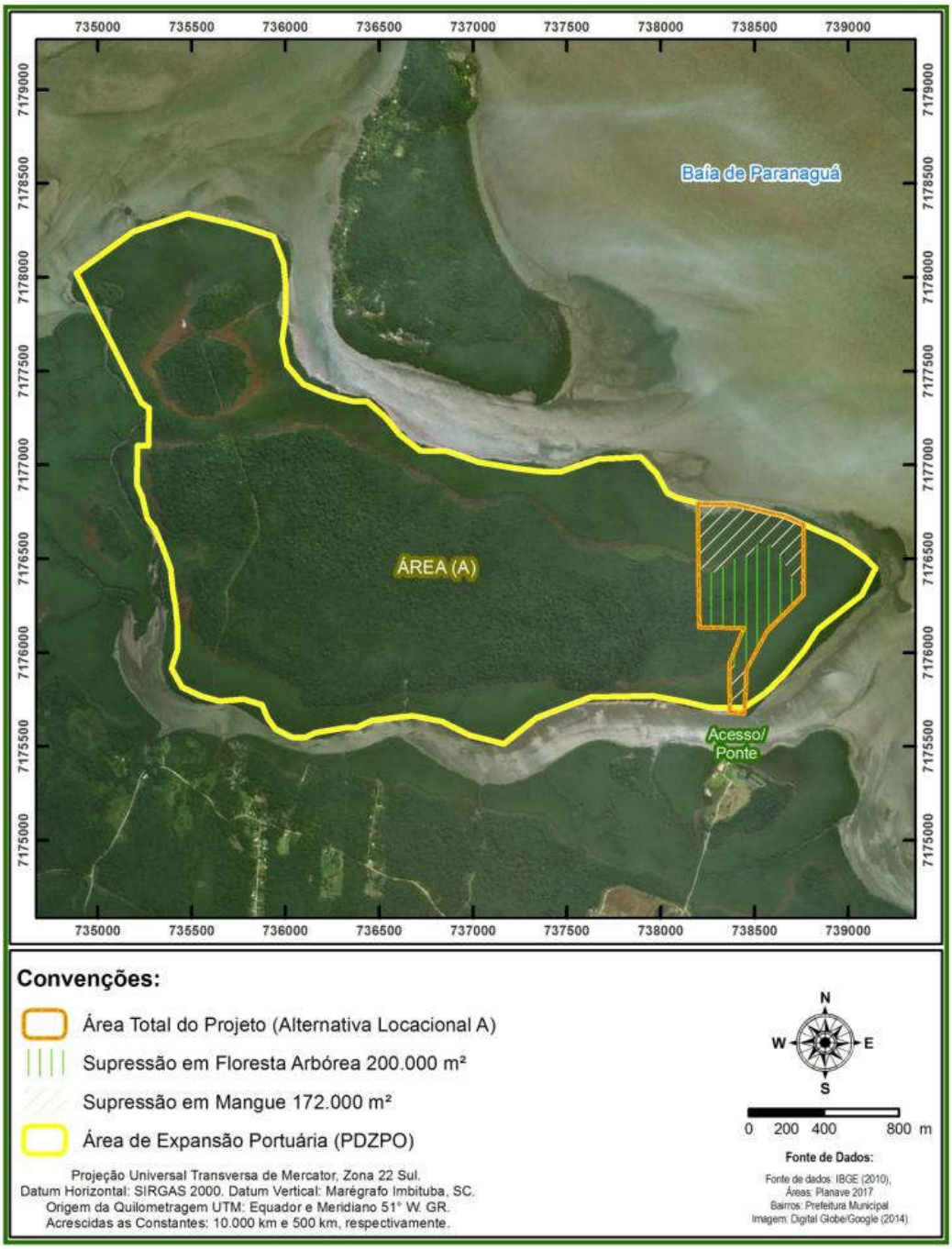
3.1.2.2.1 Alternativa Locacional A – Área de Expansão da Ilha das Pedras

A Ilha das Pedras está localizada à oeste da região do Porto de Paranaguá e também à área do Embocuí, próxima à Ilha do Teixeira. No Plano Diretor de Paranaguá, está

localizada próxima às regiões em que há restrições quanto à ocupação. Nesse contexto, destaca-se que a ilha conta com cinco sítios arqueológicos em que há presença de sambaquis e, portanto, protegidos pela legislação vigente (ver Figura 3.11).

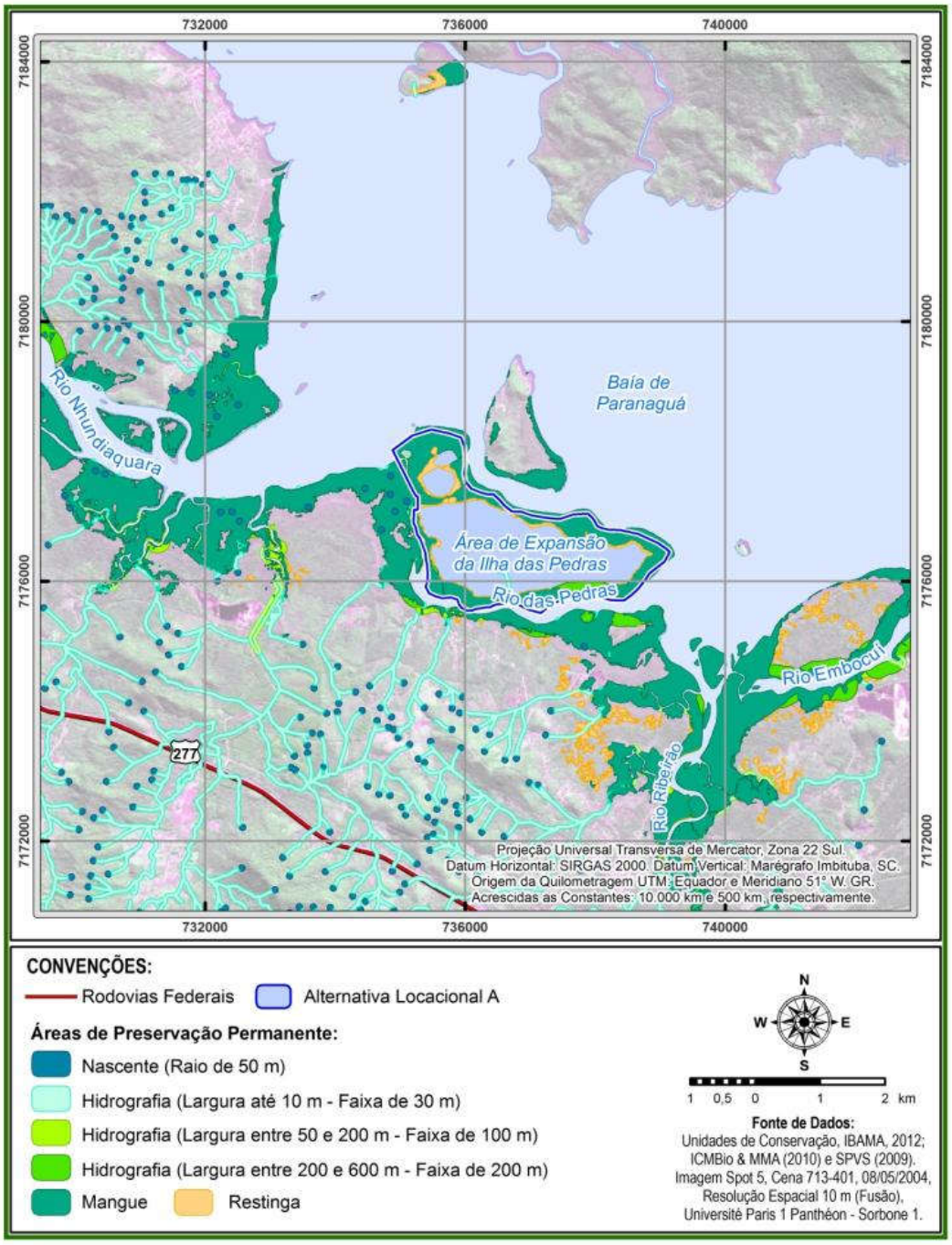
A ilha não apresenta interação com áreas urbanas, sendo necessária a criação de acessos terrestres condizentes com a exploração portuária, para que essa região venha a ser ocupada.

Além disso, devido à biodiversidade, que se encontra bastante preservada existe o potencial de alteração do ambiente, por conta a supressão de espécies vegetais de interesse. No entanto, não é o indicativo da presença de espécies ameaçadas de extinção. Estima-se a supressão de 372.000 m² de vegetação (
Figura 3.6), sendo 200.000m² de Floresta Arbórea e 172.000m² de manguezal. Portanto, pelas leis de preservação ambiental, são previstas sérias restrições a instalações nesta região. De acordo com os estudos para os Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura (PLDM) do Paraná, a Alternativa A conta com remanescentes de manguezal na região estuarina (Figura 3.7).



Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.6 – Alternativa A – Supressão de Vegetação



Fonte: Planave, 2017.

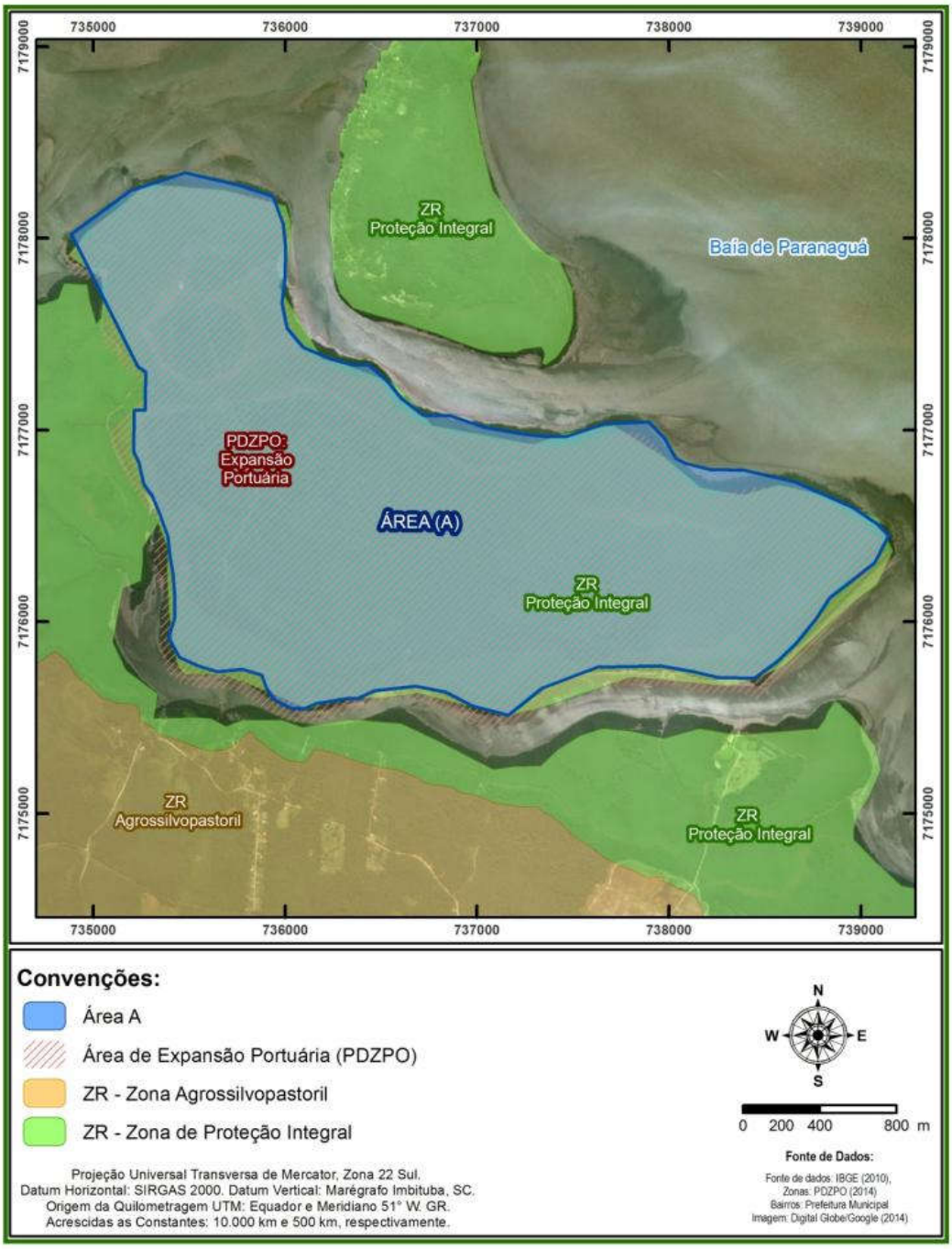
Figura 3.7 – Alternativa A – Áreas de Preservação Permanente

Esta área é considerada de alta complexidade, em função das dificuldades do seu acesso marítimo, já que está localizada em uma párea de fundo de baía, tornando-se desvantajosa em relaçãoas demais alternativas de expansão analisadas, pois o volume a ser dragado deverá ser maior que as demais, aproximadamente 30.000.000 m³. Trata-se de região com

restrições ambientais e dificuldades de acesso terrestre. Portanto, qualquer projeto para esta área deverá levar em consideração esses fatores, que podem ter alto aporte de recursos financeiros, além dos altos impactos ambientais previstos.

A Alternativa Anão está inserida na área do Porto Organizado, o que indica a necessidade de retificação de sua poligonal, caso a área seja escolhida. No entanto, cabe destacar que a área está em uma zona de expansão portuária definida pelo PDZPO do Porto de Paranaguá (Figura 3.8).

De acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Paranaguá (Lei Complementar nº 60, de 23 de agosto de 2007), a alternativa encontra-se inserida na Área de Proteção Integral do Macrozoneamento Rural, dessa forma, seu uso não é compatível com atividades portuárias e para a instalação do Complexo Náutico (Figura 3.8).

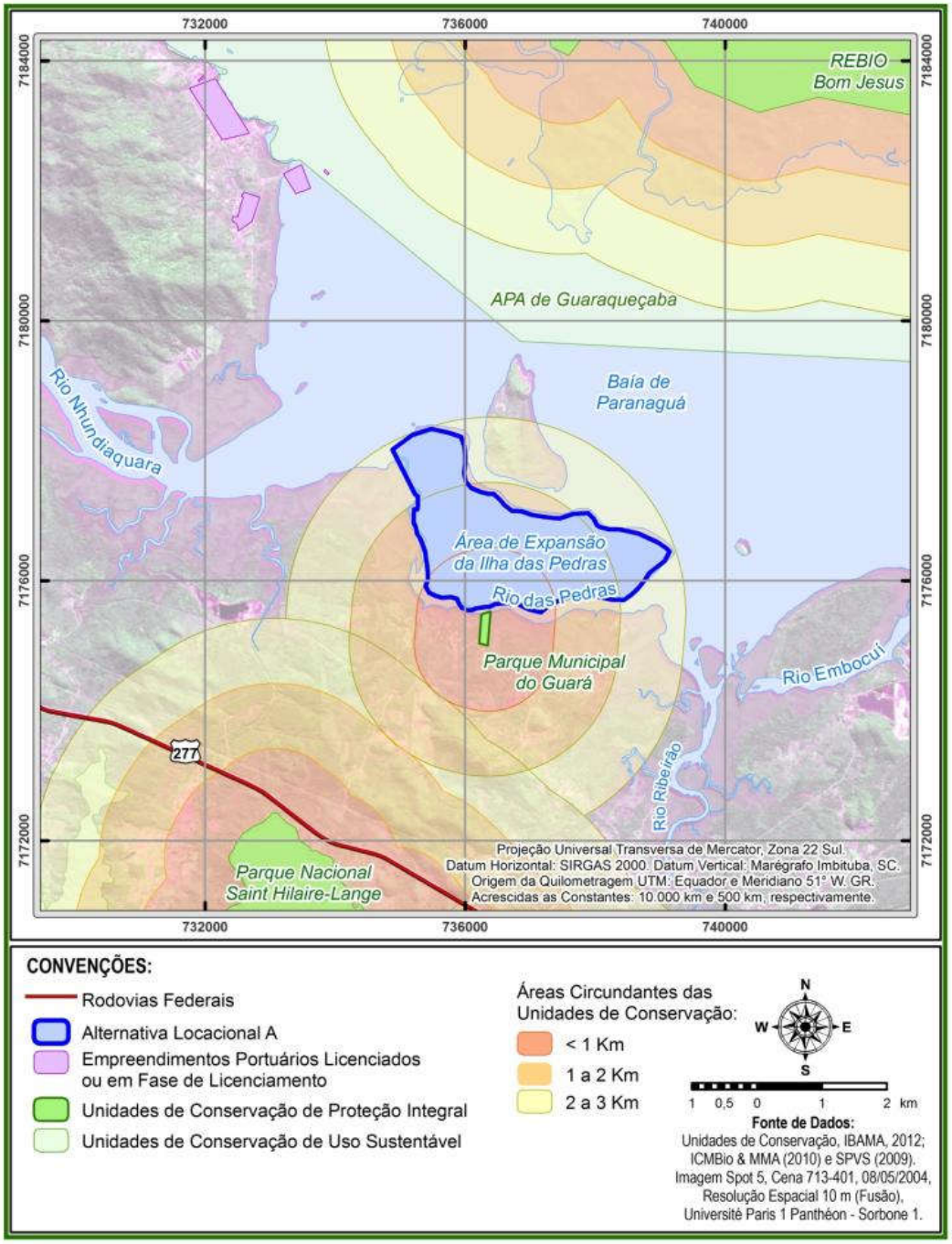


Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.8 – Alternativa A – Plano Diretor e PDPZO

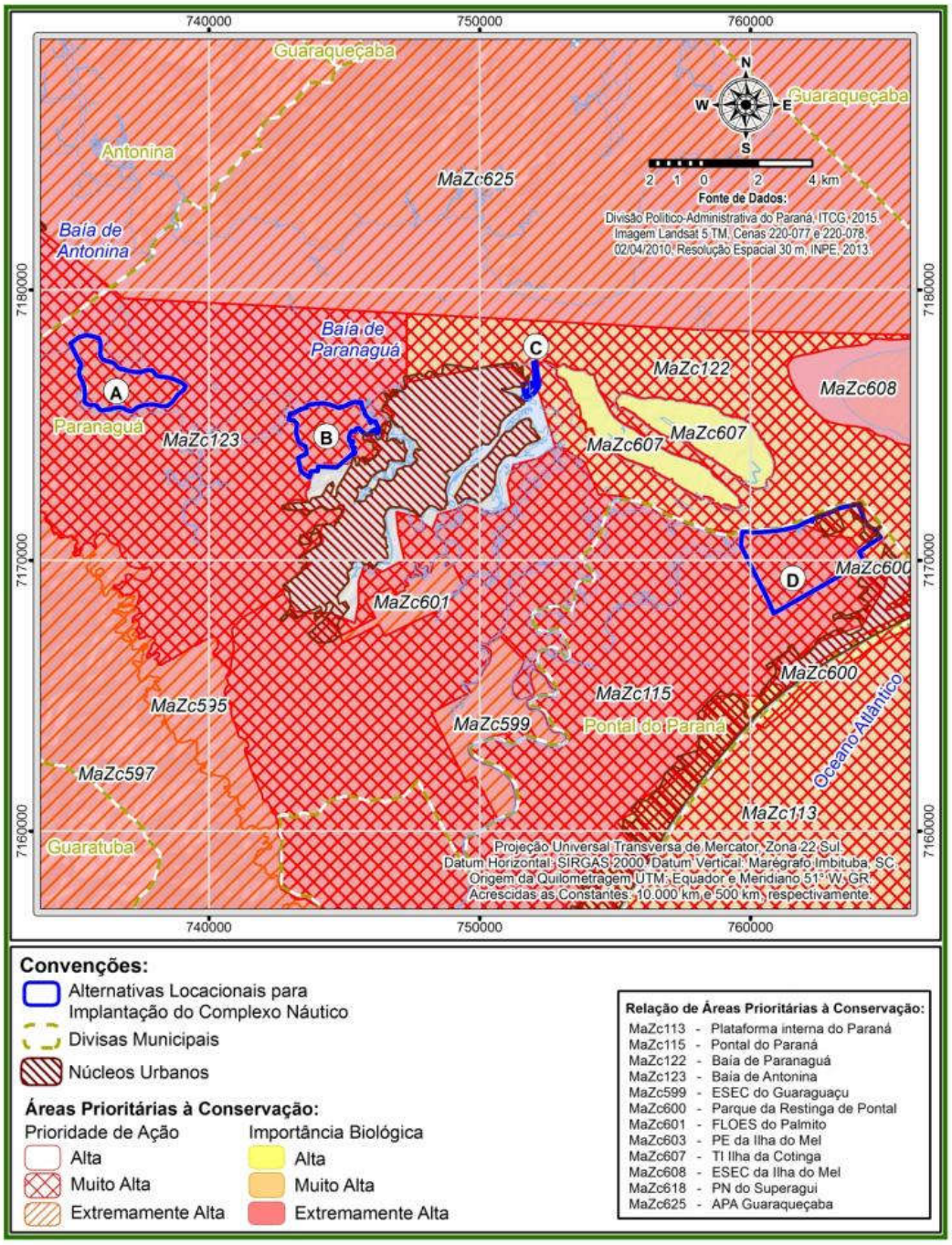
Em relação às Unidades de Conservação - UC, a alternativa A está inserida na faixa de 3 mil metros definidos pela Resolução CONAMA Nº428/2010 do Parque Municipal do Guará (Figura 3.9). Como pode ser observado na Figura 3.10, a Área de Expansão da Ilha das

Pedras é classificada como sendo de importância extremamente alta para a conservação segundo a Portaria Nº 9 de 23 de Janeiro de 2007.



Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.9 – Alternativa A – Unidades de Conservação

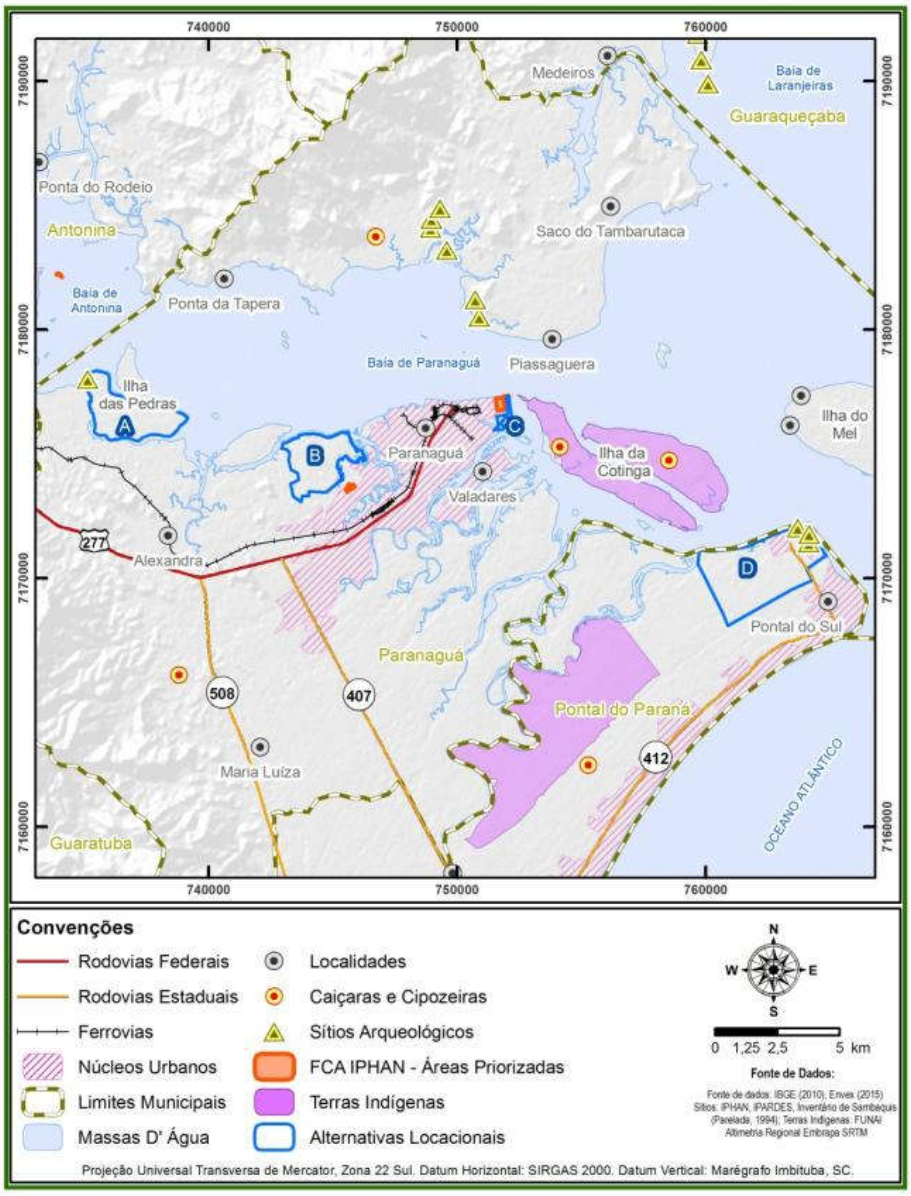


Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.10 – Áreas Prioritárias para Conservação

Esta alternativa locacional é a mais distante da Ilha do Mel e do Santuário do Rocio, o que confere menor interferência com essas áreas de interesse voltadas para o turismo e recreação. Além disso, outro ponto positivo é a inexistência de corpos hídricos de grande porte dentro da área de estudo(ver Figura 3.9).

Verificou-se que não existem comunidades tradicionais próximas à área. A alternativa A destaca-se pela ausência de possíveis conflitos com núcleos populacionais, já que não existem núcleos populacionais próximos a área. (Figura 3.11).



Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.11 – Comunidades Tradicionais, Sítios Históricos, Culturais, Arqueológicos e Núcleos Populacionais

3.1.2.2.2 Alternativa Locacional B – Área de Expansão do Embocuí

A possibilidade de expansão para a área de Embocuí poderá trazer benefícios às atuais atividades realizadas pelo porto, podendo absorver parte das atividades portuárias que atualmente mostram-se conflitantes com a cidade. Devido sua localização, distante de núcleos populacionais, a utilização desta área acarretará a redução desses conflitos. Entende-se ainda que, com a ocupação desta área para a implantação do Complexo Náutico, irá trazer benefícios também no que diz respeito à organização da expansão urbana, afastando as operações portuárias do contato direto com áreas ocupadas por núcleos populacionais no município de Paranaguá, tampouco com área de recreação ou turismo.

No âmbito da análise do meio ambiente da região do Embocuí, o principal ponto a ser destacado refere-se ao alto potencial de alteração e aos impactos ambientais. Ressalta-se que, para as instalações nesta área, se prevê sérias restrições ambientais por conta da existência de espécies da fauna e da flora presentes na região, apesar de não terem sido diagnosticadas espécies ameaçadas de extinção na análise preliminar.

Quanto aos acessos terrestres, é clara a necessidade de implantação de novos acessos rodoviários e ferroviários até o Embocuí, que atualmente são inexistentes, uma vez que não há atividades relevantes na área. Entende-se a possibilidade de instalação de infraestrutura rodoviária nova, contornando o município de Paranaguá, evitando assim, o conflito com o tráfego urbano, além da atenuação do congestionamento das vias de acesso já existentes.

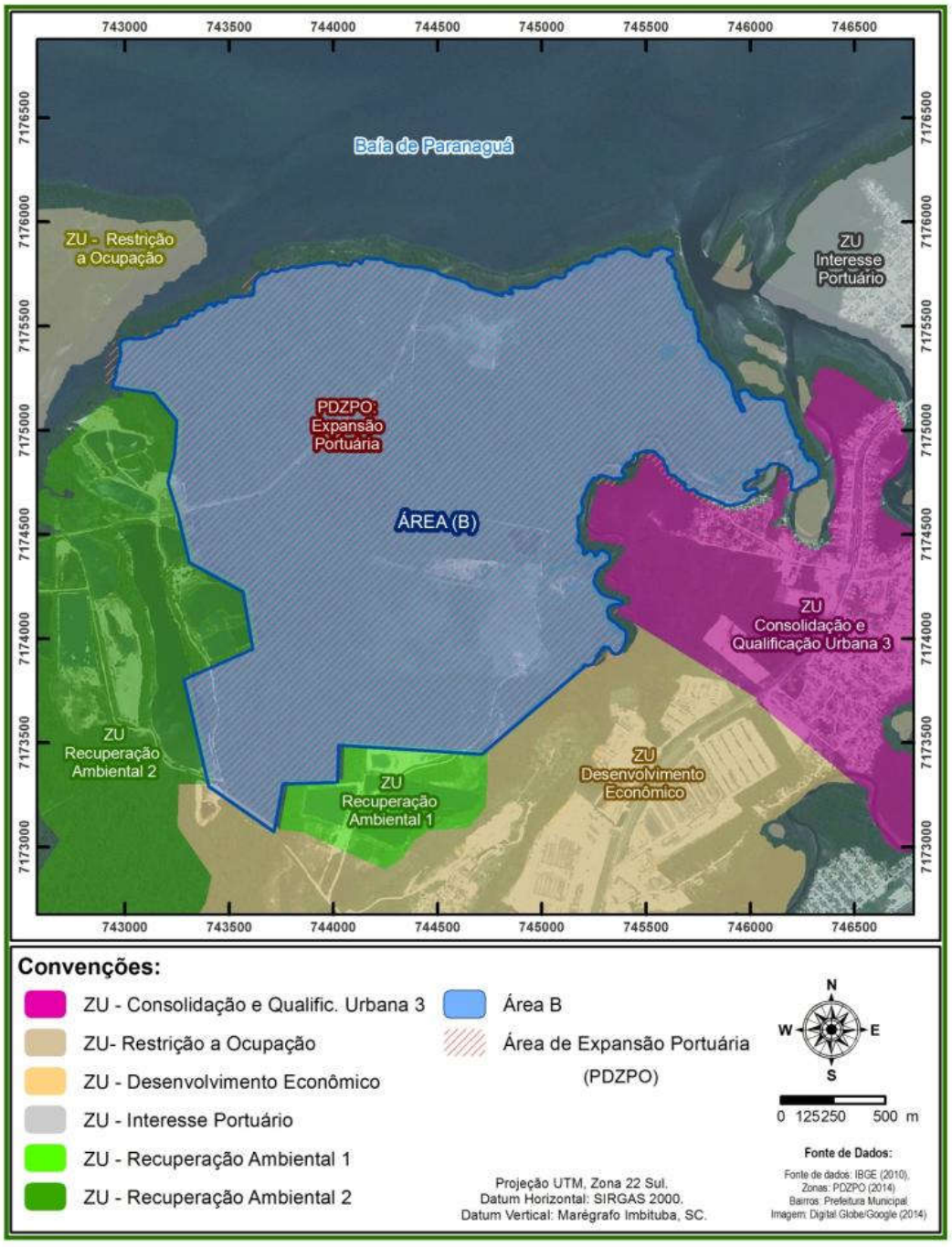
Identificou-se que há facilidade para a implantação de acesso ferroviário sem atingir a área urbana e que devem ser previstas novas linhas férreas de acesso aos terminais retroportuários com o mínimo de cruzamentos em nível, dimensionamento adequado, considerando ainda, o crescente tamanho de trens e minimização da necessidade de manobras.

Devido a pouca profundidade disponível, no que se refere ao tráfego marítimo, esta área somente será viável para projetos de expansão com a execução de extensas obras de dragagem da ordem de 22.000.000 m³, que certamente aumentariam a custo financeiro, além de comprometer técnica e ambientalmente o projeto.

Nesse contexto, essa área é mais indicada para a construção de berços de atracação construídos a uma distância de aproximadamente 1 km da margem, conectados através de

ponte, para evitar a necessidade de execução de extensas obras de dragagem. Devido a esta condição peculiar de acesso aos berços, qualquer projeto para esta área possivelmente seria mais viável se destinado à movimentação de cargas em granel sólido ou líquido, que possam ser transportados por esteiras ou dutos. Dessa forma, a instalação do Complexo Náutico não é a estrutura mais indicada, do ponto de vista da engenharia, para a área referente à Alternativa B.

De acordo com as leis municipais de Paranaguá referentes à delimitação do zoneamento e uso e ocupação do solo (Lei Complementar nº 60, de 23 de agosto de 2007), a alternativa está inserida na Zona de Interesse para Expansão Portuária (ZIEP), o que confere compatibilidade com o zoneamento da cidade. Assim como as demais áreas consideradas nessa análise de alternativas, Embocuí é uma zona de expansão prevista no Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Paranaguá (Figura 3.12). Apesar disso, caso essa área seja escolhida, será necessária uma atualização do PDZPO, com alteração da poligonal definida para o Porto de Paranaguá.

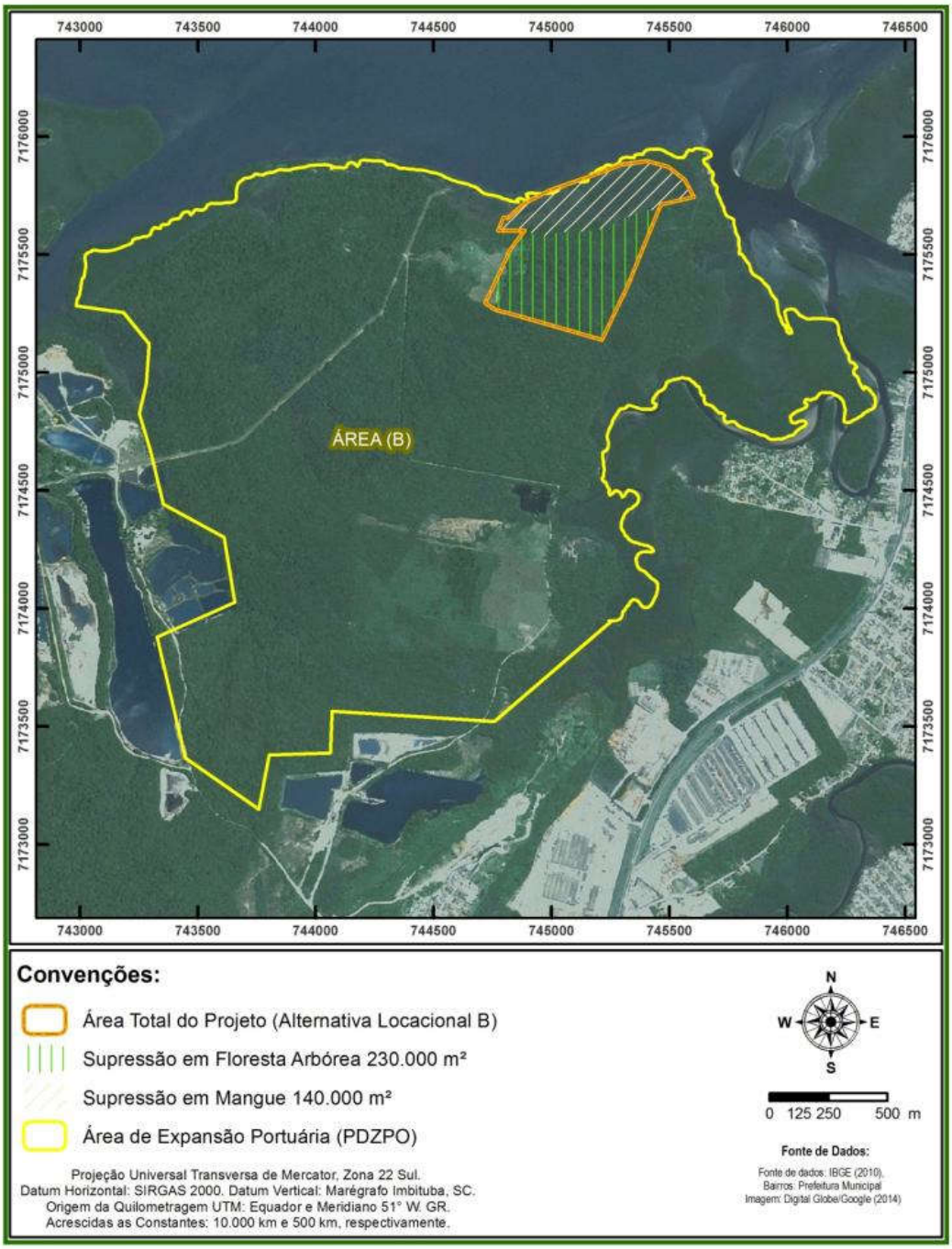


Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.12 – Alternativa B – Plano Diretor e PDPZO

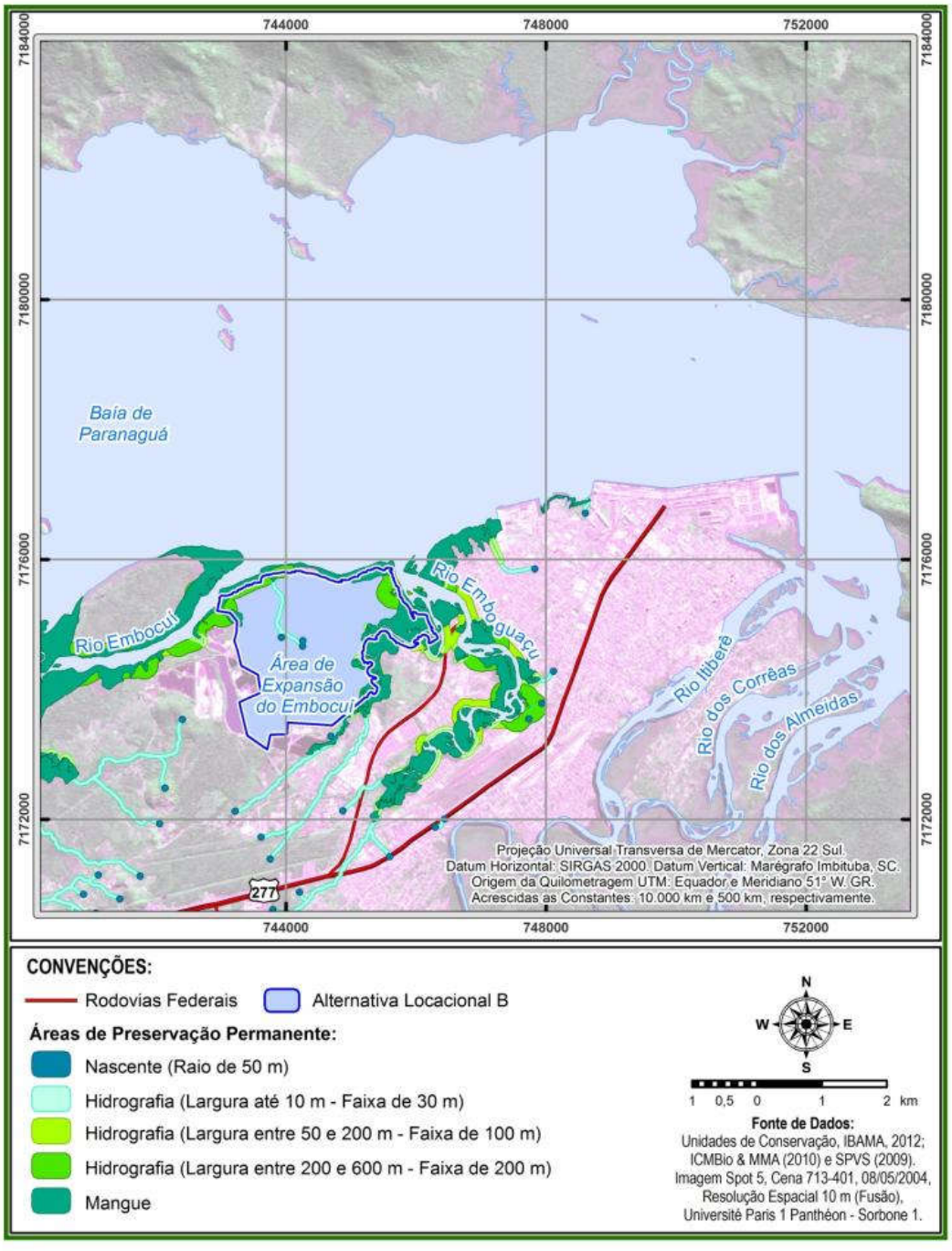
Aalternativa B não sofre interferência direta dos corpos hídricos de grande porte, mas faz limites com os rios Embocuí e Emboguaçu (ver Figura 3.15). Os estudos para os Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura identificaram áreas de mangue em Embocuí, além disso, as margens dos rios citados também são classificadas com Áreas de Proteção

Permanente e as intervenções nessas áreas resultam em impactos ambientais significativos, além de suas restrições legais (Figura 3.14). Para a implantação do empreendimento, estima-se a supressão de 370.000 m² de vegetação, sendo 230.000m² de Floresta Arbórea e 140.000m² em área de APP (manguezal) (Figura 3.13).



Fonte: Planave, 2017.

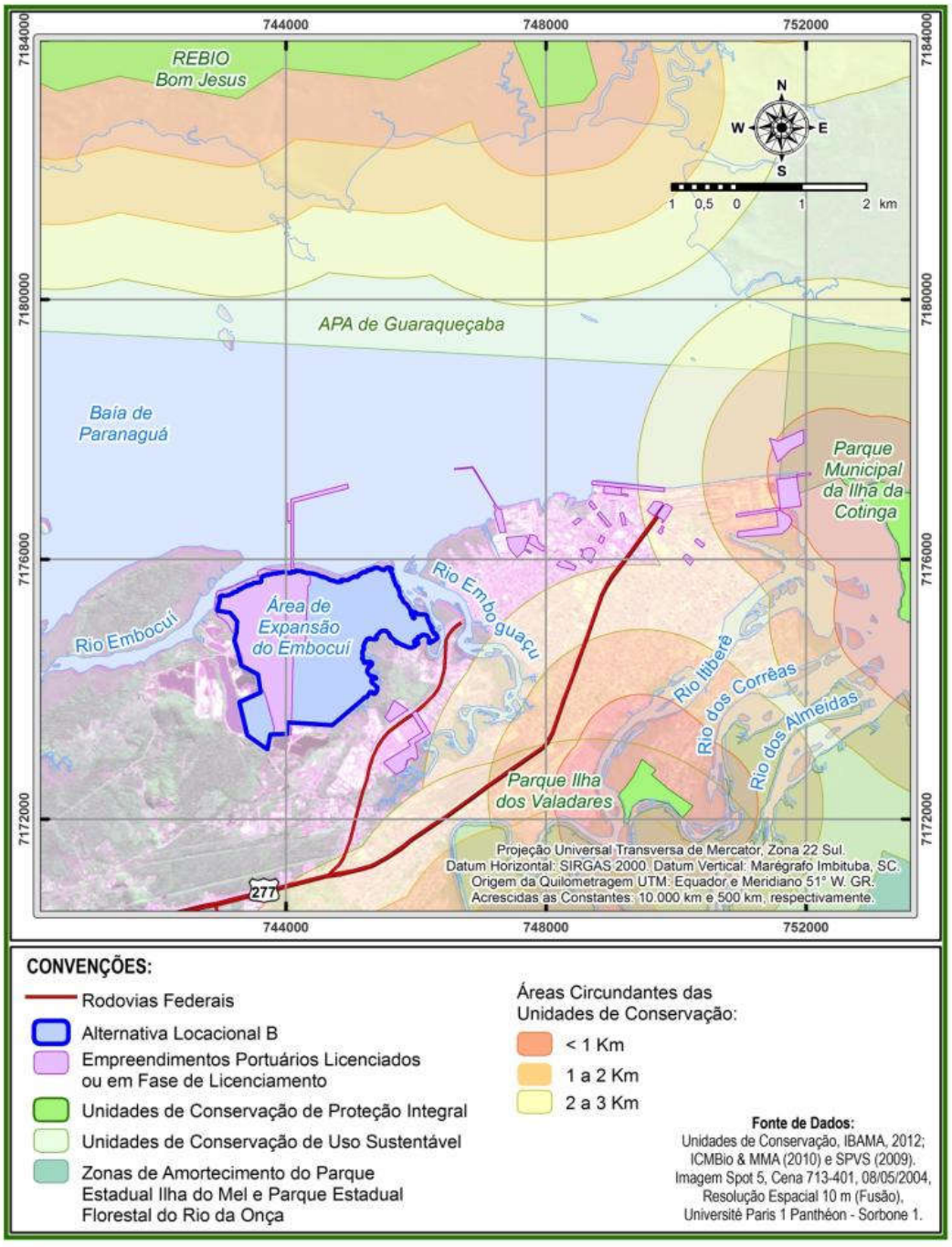
Figura 3.13 – Alternativa B – Área de Supressão



Fonte: Planave, 2017.

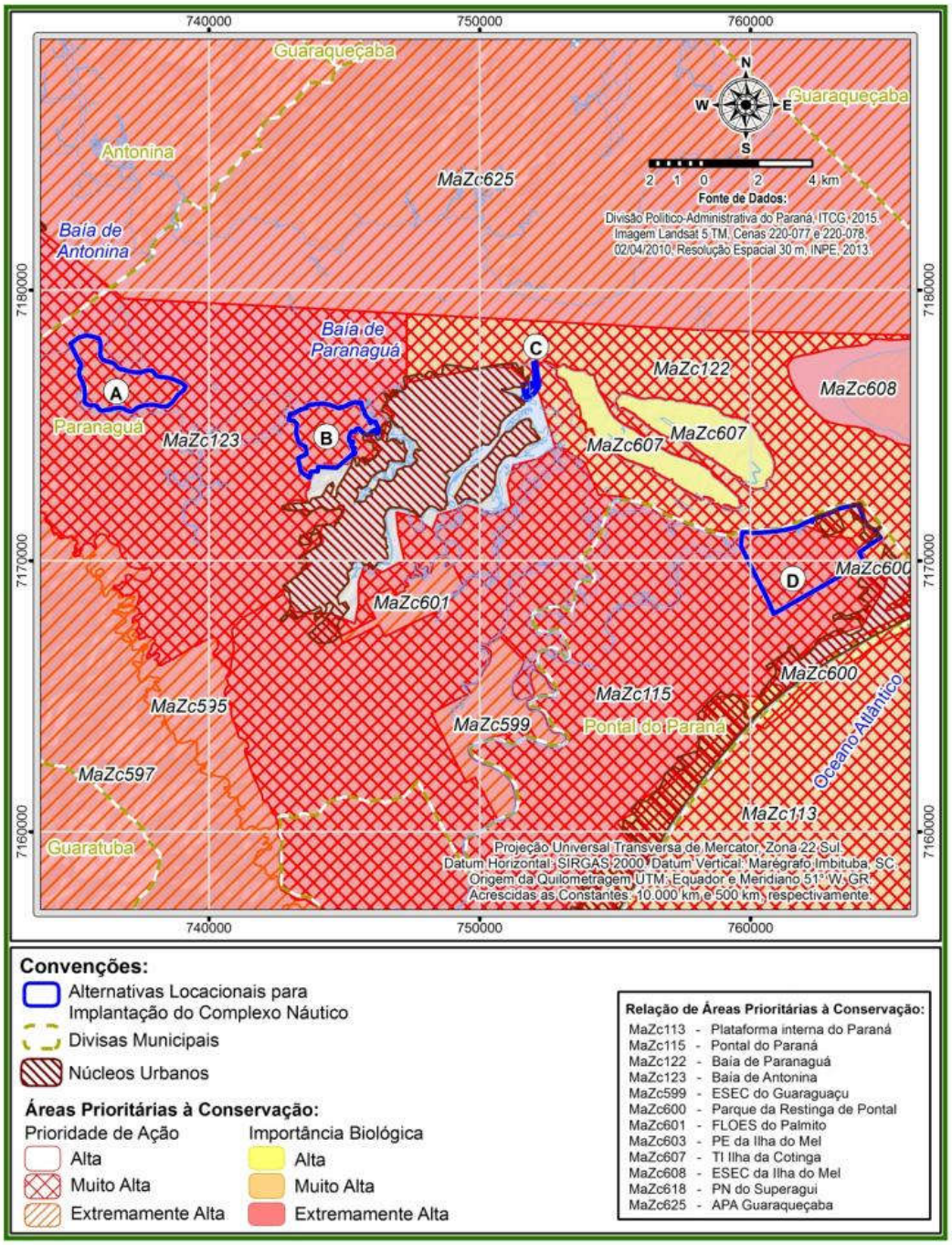
Figura 3.14 – Alternativa B – Áreas de Preservação Permanente

Esta alternativa não ocasionaria interferência em unidades de conservação (Figura 3.15), no entanto, a área é classificada, de acordo com Portaria Nº 9 de 23 de Janeiro de 2007, como prioridade extremamente alta para a conservação (Figura 3.16).



Fonte: Planave, 2017.

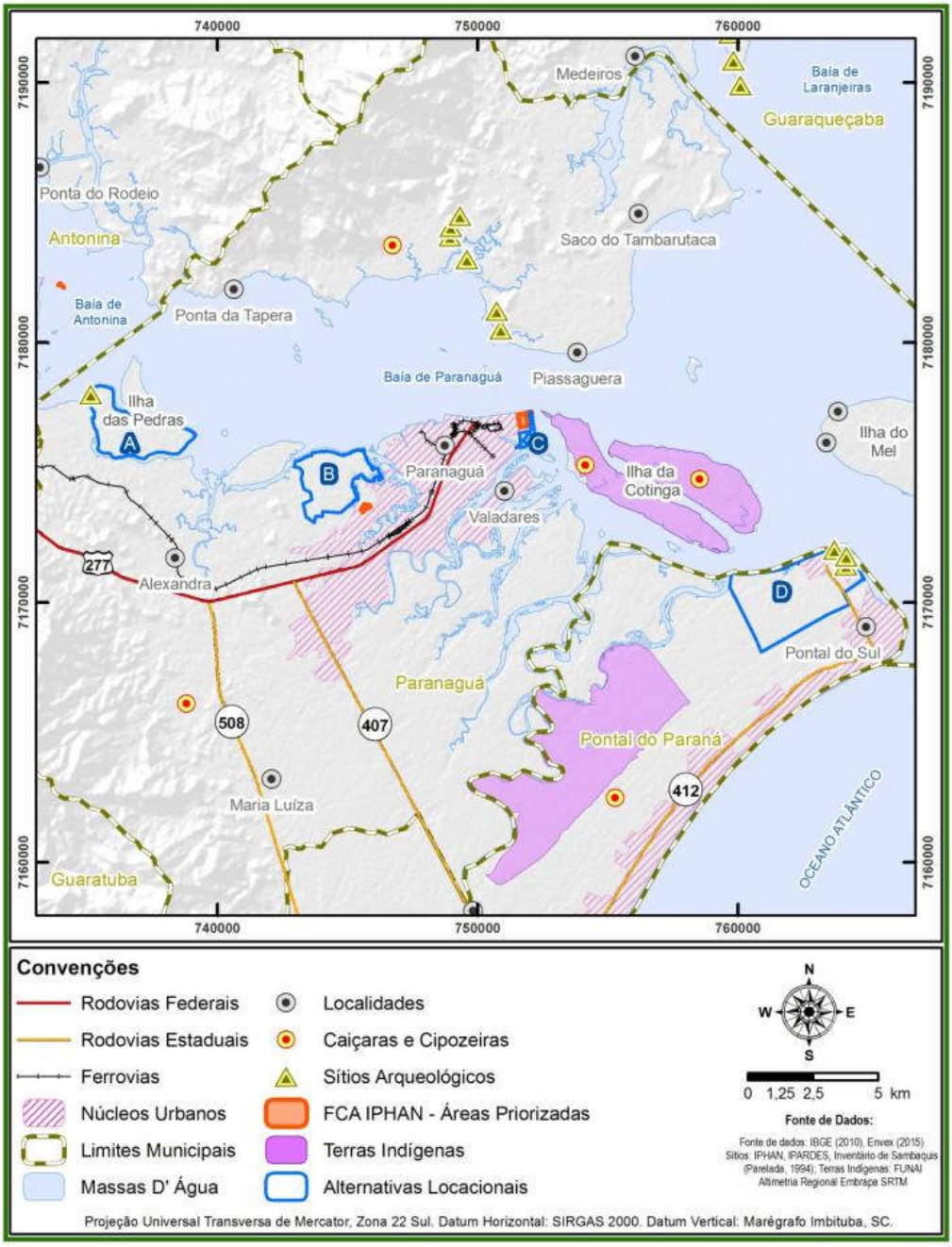
Figura 3.15 – Alternativa B – Unidades de Conservação



Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.16 – Áreas Prioritárias para Conservação

Na análise preliminar realizada para esse estudo de alternativas, não foram encontrados sítios arqueológicos nem sambaquis, apesar do potencial da região. Não existem terras indígenas ou quilombolas na alternativa analisada (Figura 3.17).



Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.17 – Comunidades Tradicionais, Sítios Históricos, Culturais, Arqueológicos e Núcleos Populacionais

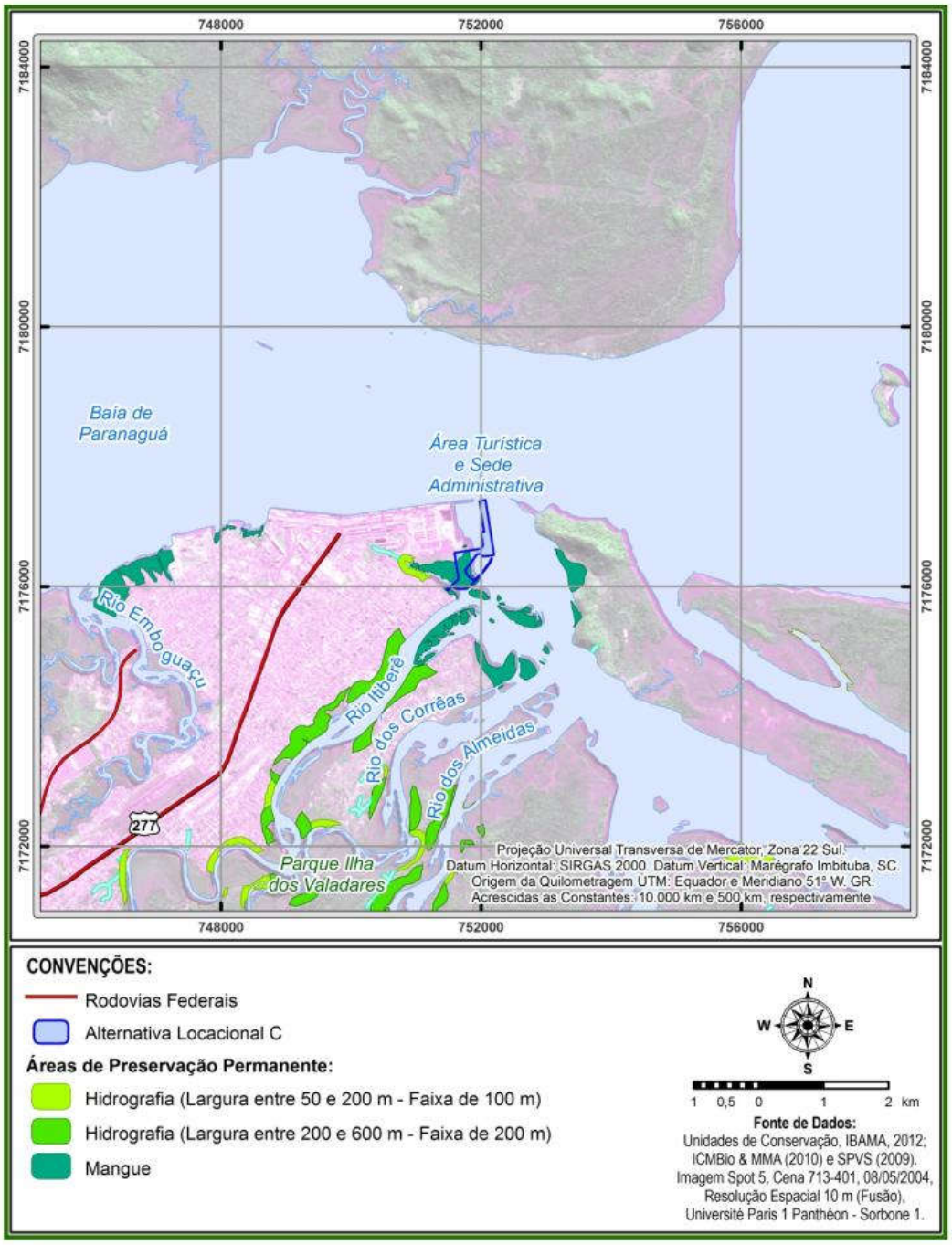
3.1.2.2.3 Alternativa Locacional C– Área Turística e Sede Administrativa

A possibilidade de expansão do Complexo Náutico para a Área Turística e Sede Administrativa, prevista no PDZPO, esta de acordo com o pretendido no zoneamento portuário (ver Figura 3.24). A área é localizada no setor leste do Porto, na região de retaguarda do Terminal de Contêineres de Paranaguá e de acordo com o PDZPO, deverá ser destinada a construção de um complexo de serviços náuticos com áreas de convivência e píer especializado para atendimento a navios de passageiros.

A construção do Complexo Náutico na Área Turística e Sede Administrativa poderá trazer benefícios às atuais atividades realizadas pelo porto, caso essa alternativa seja escolhida. A implantação irá possibilitar que a atividade continue dentro do Porto Organizado, sem que existam conflitos com a movimentação das cargas movimentadas no Porto de Paranaguá, visto que atualmente o recebimento de passageiros em Paranaguá é realizado no Berço 208.

Não é necessária a implantação de acessos terrestres, no entanto, poderão ser necessárias adequações das vias existentes para diminuir o conflito com o tráfego na cidade. Para o tráfego marítimo, a área será viável para projetos de expansão, com a execução de obras de dragagem somente para o acesso ao Canal Galheta e na frente da marina e terminal de passageiros, o que confere um menor volume a ser dragado, aproximadamente 16.000.000 m³, quando comparado com as alternativas locacionais.

A área apresenta remanescentes de manguezal degradados pela sua proximidade com áreas residenciais, e também, com a área portuária. Os pequenos fragmentos de mangue verificados na área são afetados pelo lixo proveniente das marés e pelo despejo de esgoto doméstico e industrial de Paranaguá (Figura 3.18).



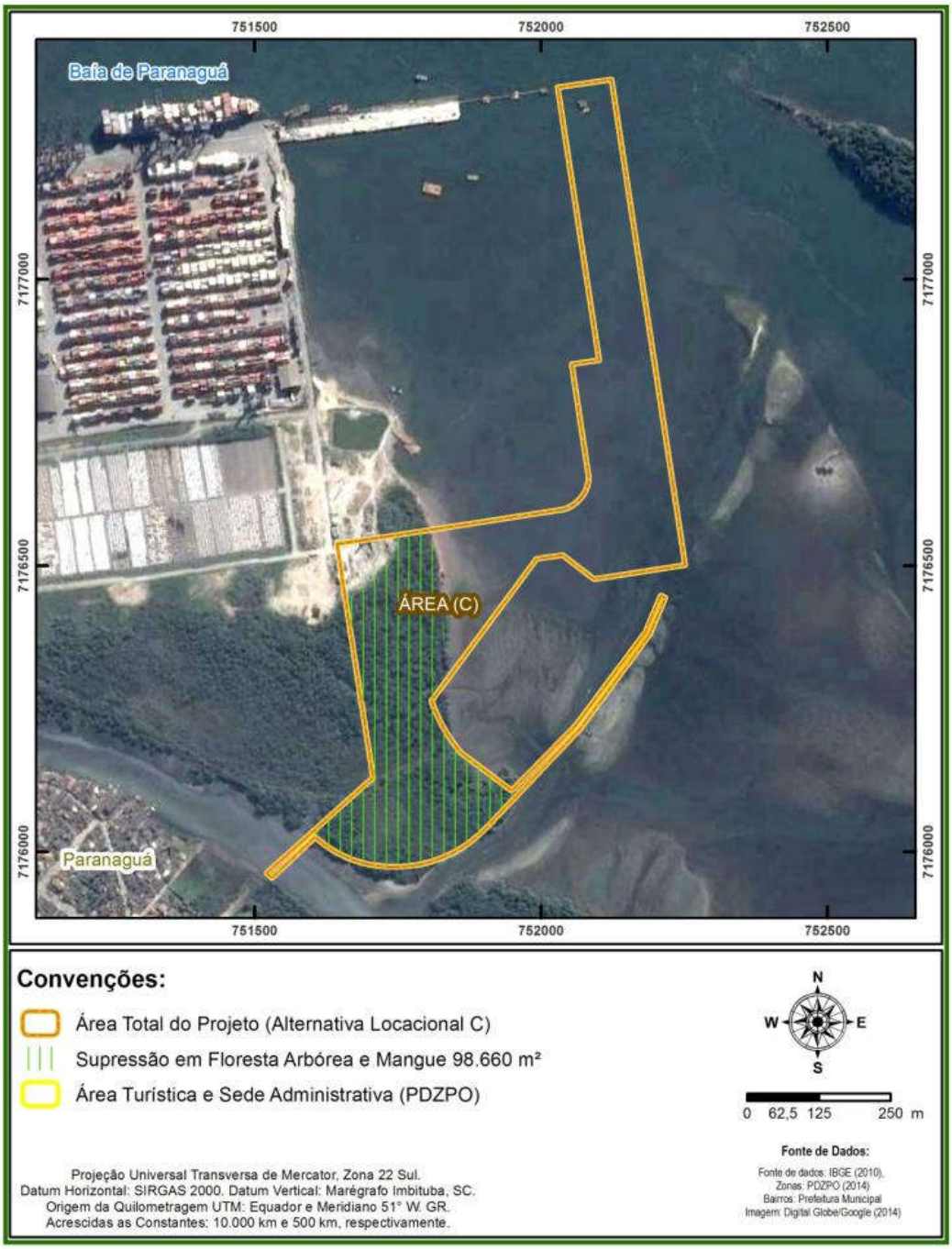
Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.18 – Alternativa C – Áreas de Preservação Permanente

Na alternativa C não ocorre intercessão com corpos hídricos de grande porte (ver Figura 3.20).

A fauna encontrada na área se caracteriza por espécies domésticas e sinantrópicas. A única espécie silvestre registrada é considerada um mamífero generalista que se adapta bem a ambientes antropizados.

Nessa alternativa, a atividade de supressão da vegetação será realizada somente na área prevista para a retroárea do Complexo Náutico, que corresponde a 98.660 m² de vegetação de Floresta Arbórea e Manguezal (Figura 3.19), pois a área já conta com acessos rodoviários.

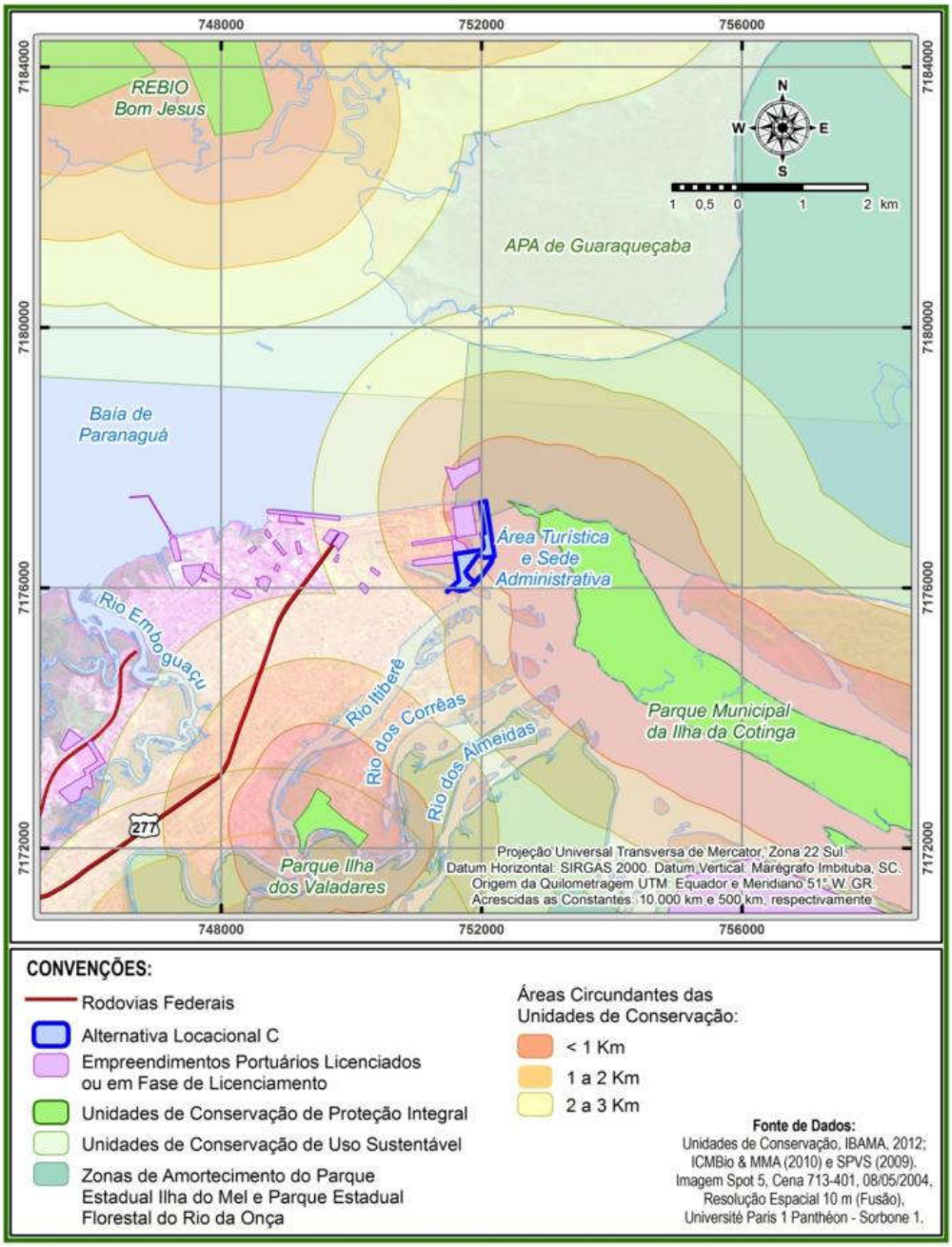


Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.19 – Alternativa C – Área de Supressão

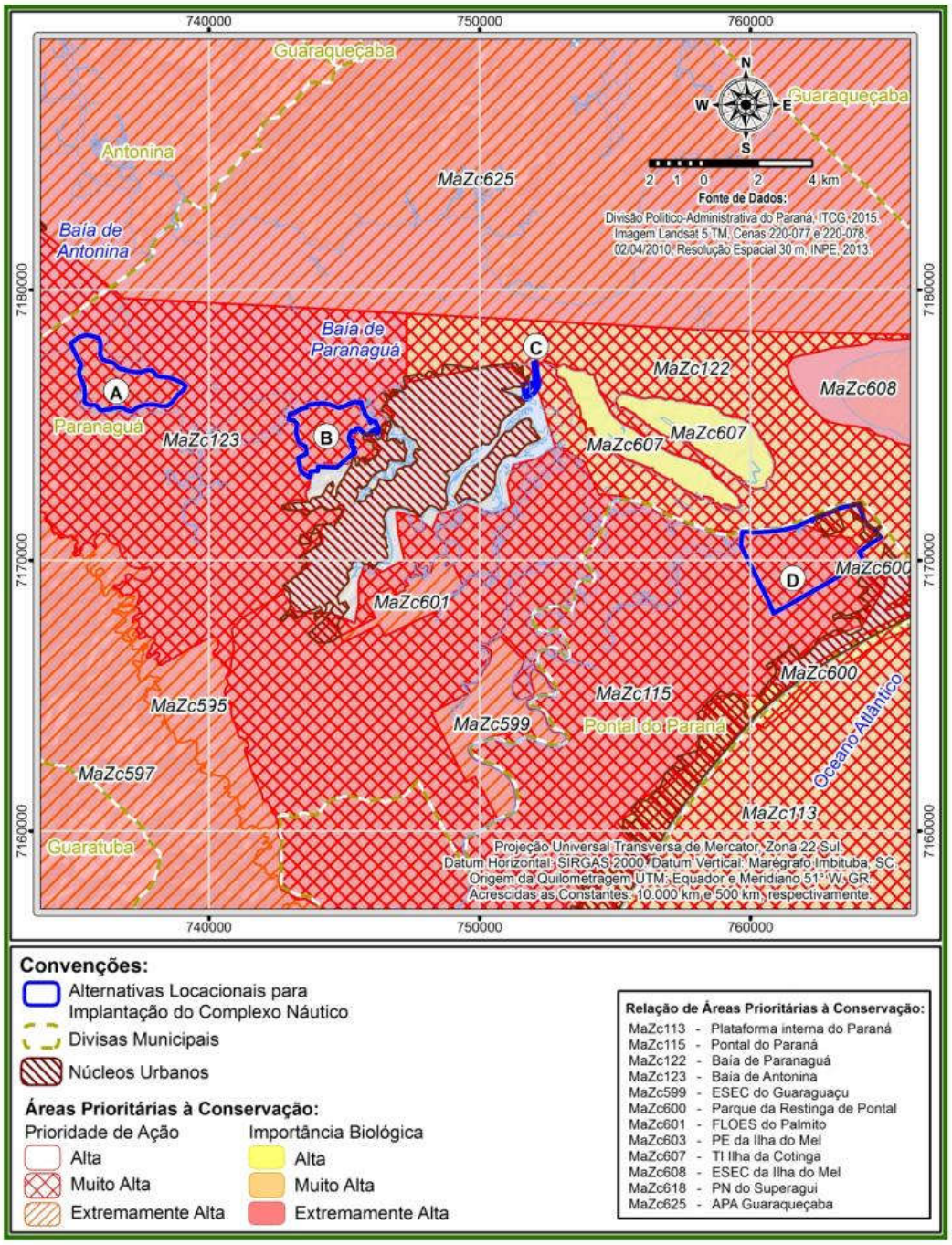
Na alternativa C, ocorreria interferência em Unidades de Conservação, visto que a área está inserida na Zona de Amortecimento da Estação Ecológica Ilha do Mel e do Parque Estadual da Ilha do Mel, além de estar na faixa de 3 mil metros definidos pela Resolução CONAMA

Nº428/2010 do Parque Municipal Ilha da Cotinga. Dessa forma, caso o empreendimento seja instalado nessa área, será necessária a anuência dos gestores dessas Unidades de Conservação (Figura 3.20).Como pode ser observado na Figura 3.21, parte da área não é classificada como de interesse para a conservação e parte da área destinada ao Complexo Náutico é classificada como área de interesse muito alto para conservação.



Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.20 – Alternativa C – Unidades de Conservação



Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.21 – Áreas Prioritárias para Conservação

A Alternativa C está inserida na Área Turística e Sede Administrativa definida pelo Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZPO) de 2014, conforme supracitado. Ainda em relação a esta alternativa, cabe destacar que, de acordo com a o Plano Diretor de Desenvolvimento

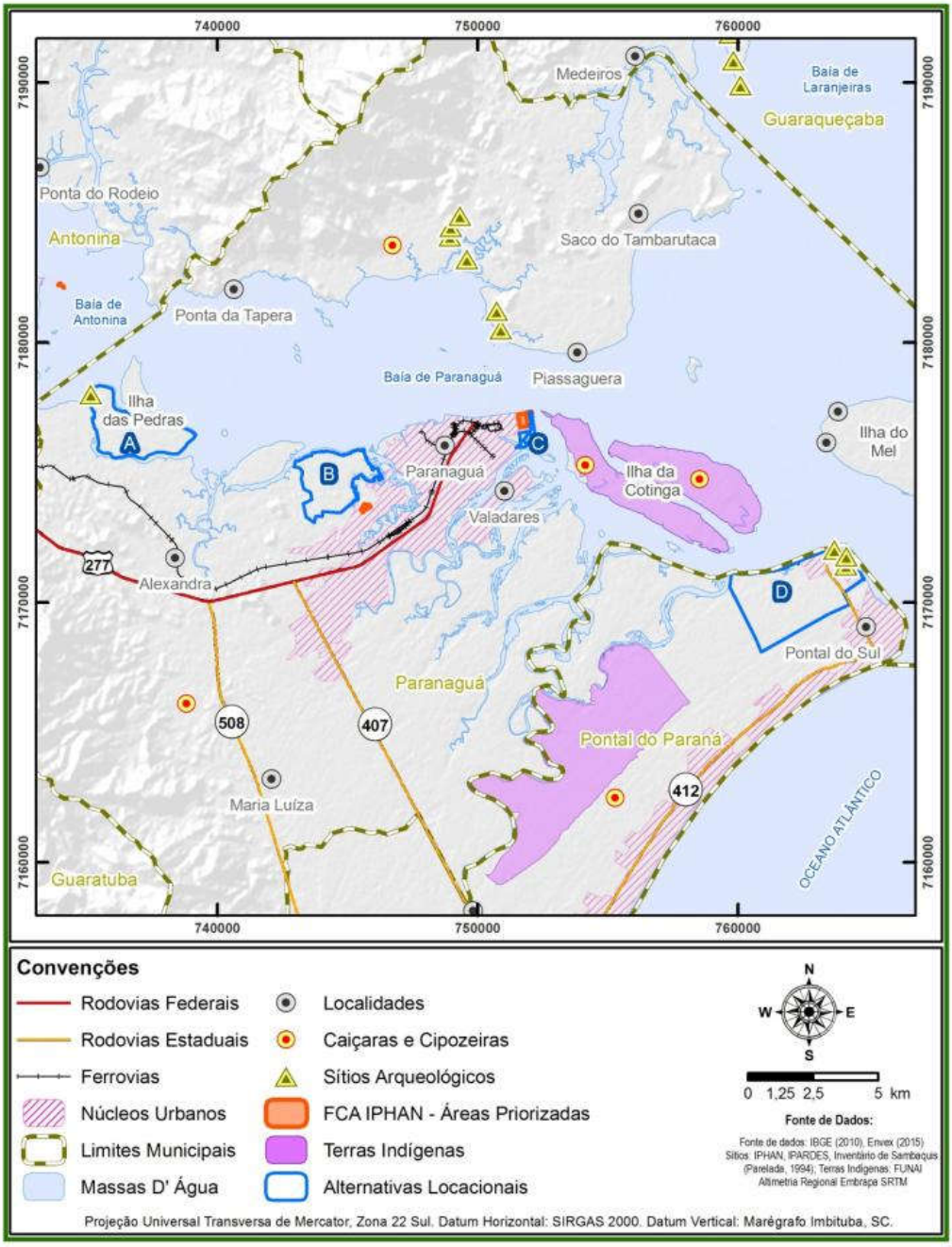
Integrado de Paranaguá (Lei Complementar nº 60, de 23 de agosto de 2007), a área encontra-se inserida na Zona de Interesse Portuário (ZIP), conforme Figura 3.22.

Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.22 – Alternativa C – Plano Diretor e PDPZO

Por fim, essa alternativa está inserida dentro da poligonal do Porto Organizado de Paranaguá (ver Figura 3.2).Partindo-se dessas premissas, reitera-se a compatibilização da área em relação aos instrumentos de planejamento e zoneamento municipais.

Na área de interesse não foram identificadas a presença núcleos populacionais, comunidades tradicionais, tampouco sítios arqueológicos, culturais e históricos, mas cabe destacar a proximidade com o Santuário do Rocio, Ilha do Mel, Ilha da Cotinga e o Núcleo Urbano de Paranaguá (Figura 3.23).



Fonte: Planave, 2017.

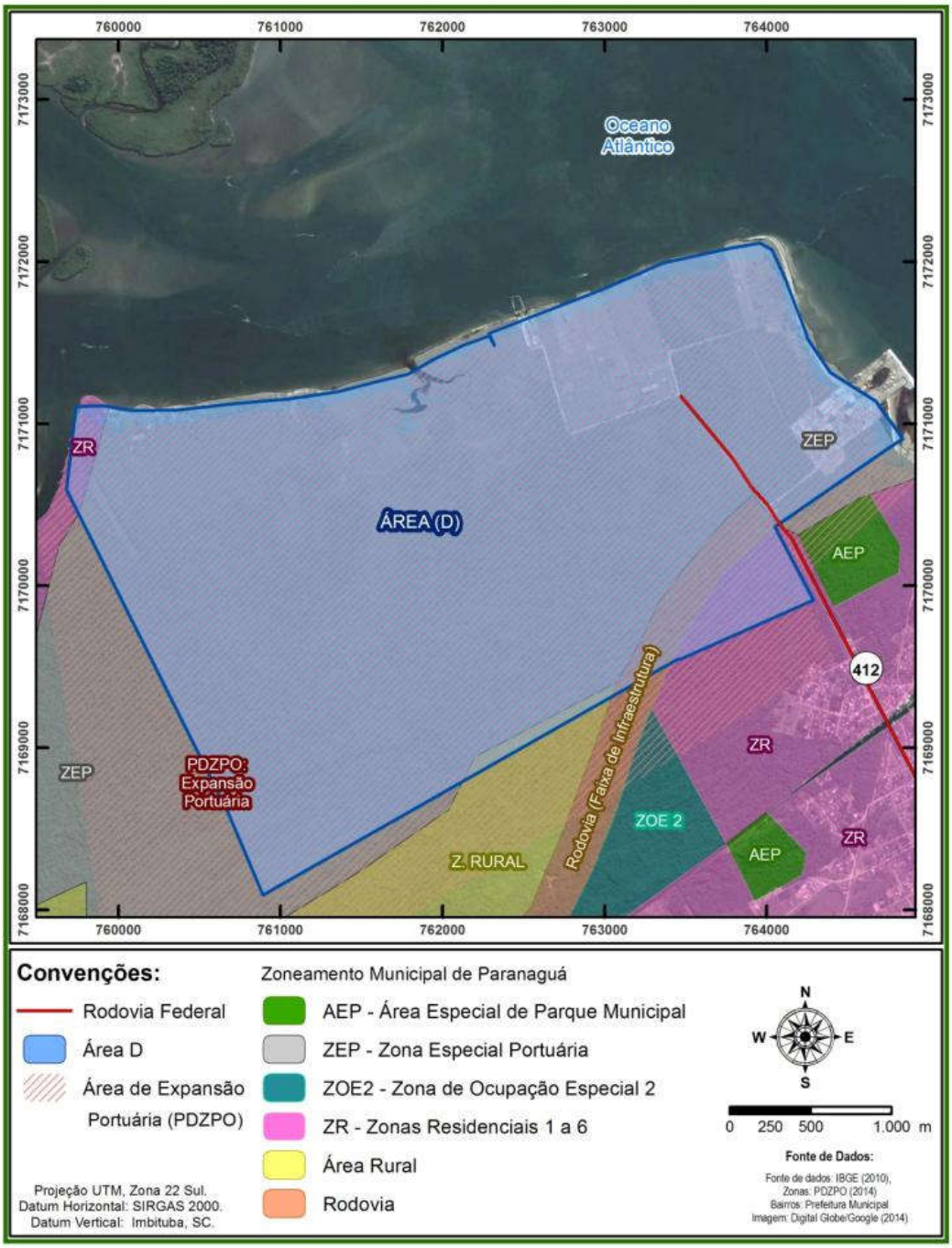
Figura 3.23 – Comunidades Tradicionais, Sítios Históricos, Culturais, Arqueológicos e Núcleos Populacionais

Fonte: Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Paranaguá, 2014

Figura 3.24 – Zoneamento de Curto Prazo – Apêndice 2

3.1.2.2.4 Alternativa Locacional D – Área de Expansão Pontal do Paraná

A alternativa no município de Pontal do Paraná encontra-se atualmente desocupada e está legalmente prevista no Plano Diretor do município de Pontal do Paraná (Decreto Estadual nº 5980, de 19 de Janeiro de 2017) como Zona Especial Portuária – ZEP, no entanto, ainda não foi aprovado pelo COLIT – Conselho do Litoral. Em relação ao PDZPO, a área é considerada como uma das áreas de expansão portuária (Figura 3.25). Apesar disso, não está inserida na atual poligonal do Porto de Paranaguá.

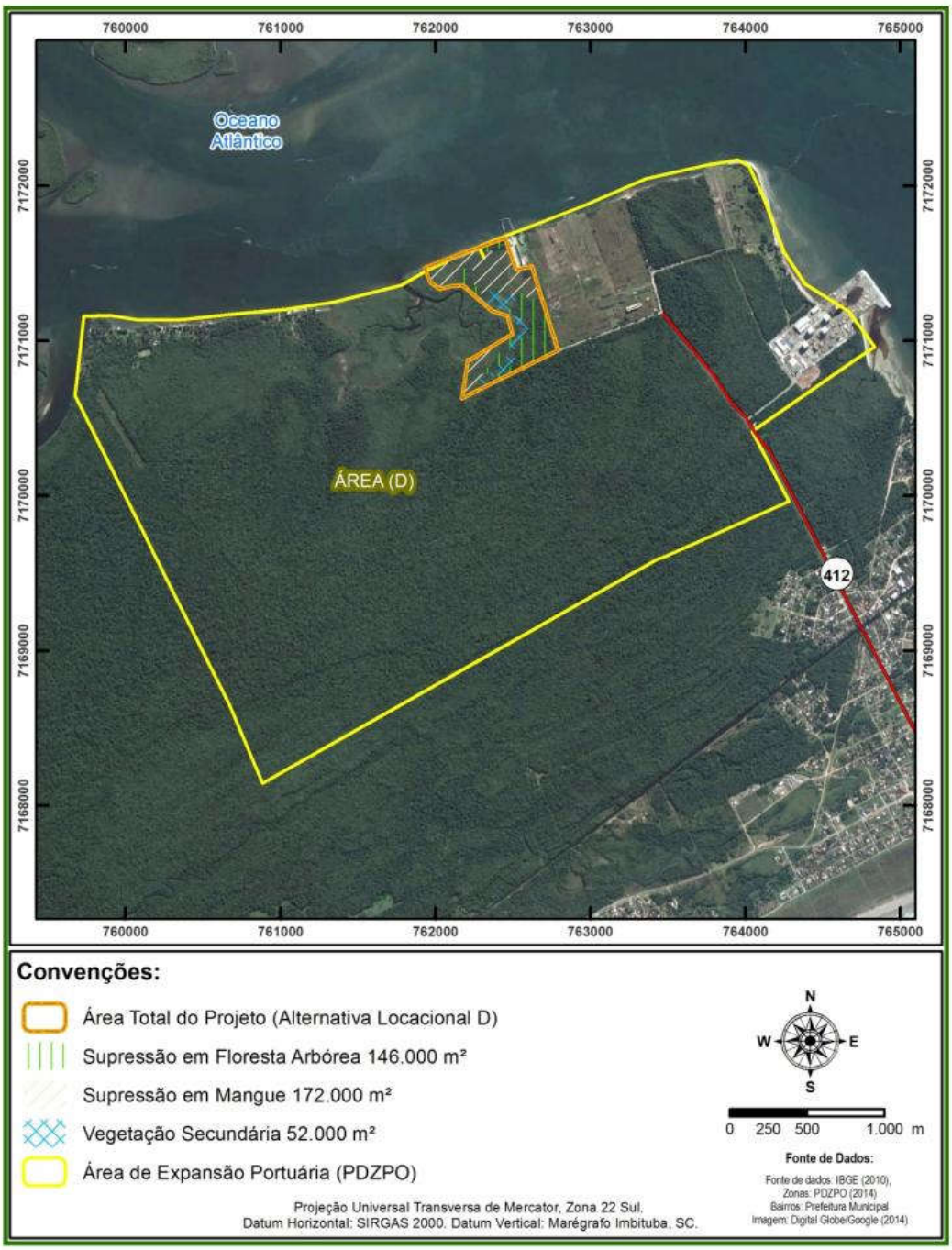


Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.25 – Alternativa D – Plano Diretor e PDPZO

A área está localizada na margem esquerda do Canal da Galheta, em terreno que apresenta condições para exploração da atividade portuária e industrial. A área disponível para uso portuário e industrial é superior a 11 milhões de metros quadrados, cujos terrenos são amplos, planos e homogêneos. Estima-se que será necessária a supressão de 318.000m²

de vegetação para a implantação do empreendimento, sendo 146.000m² de Floresta Arbórea, 172.000m² em Manguezal e 52.000m² de Vegetação Secundária (Figura 3.26). Cabe destacar, que não existem indícios de espécies ameaçadas de extinção na área. O solo apresenta uma formação superficial arenosa, sendo a areia, provavelmente de origem oceânica.



Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.26 – Alternativa D – Área de Supressão

As características físicas permitem que existam diversas possibilidades de aproveitamento do solo, isto é, há diversas possibilidades de *layout* para o Complexo Náutico com pouca ou nenhuma restrição do ponto de vista da engenharia. Cabe destacar, que existe uma marina instalada na região.

Além da marina, já estão estabelecidas empresas, que exploram a atividade portuária, tais como:

- Tenenge – Grupo Norberto Odebrecht;
- Melport – Grupo Cattalini;
- Terminal Portuário Porto Pontal – Grupo JCR;
- Techint – Grupo Techint;

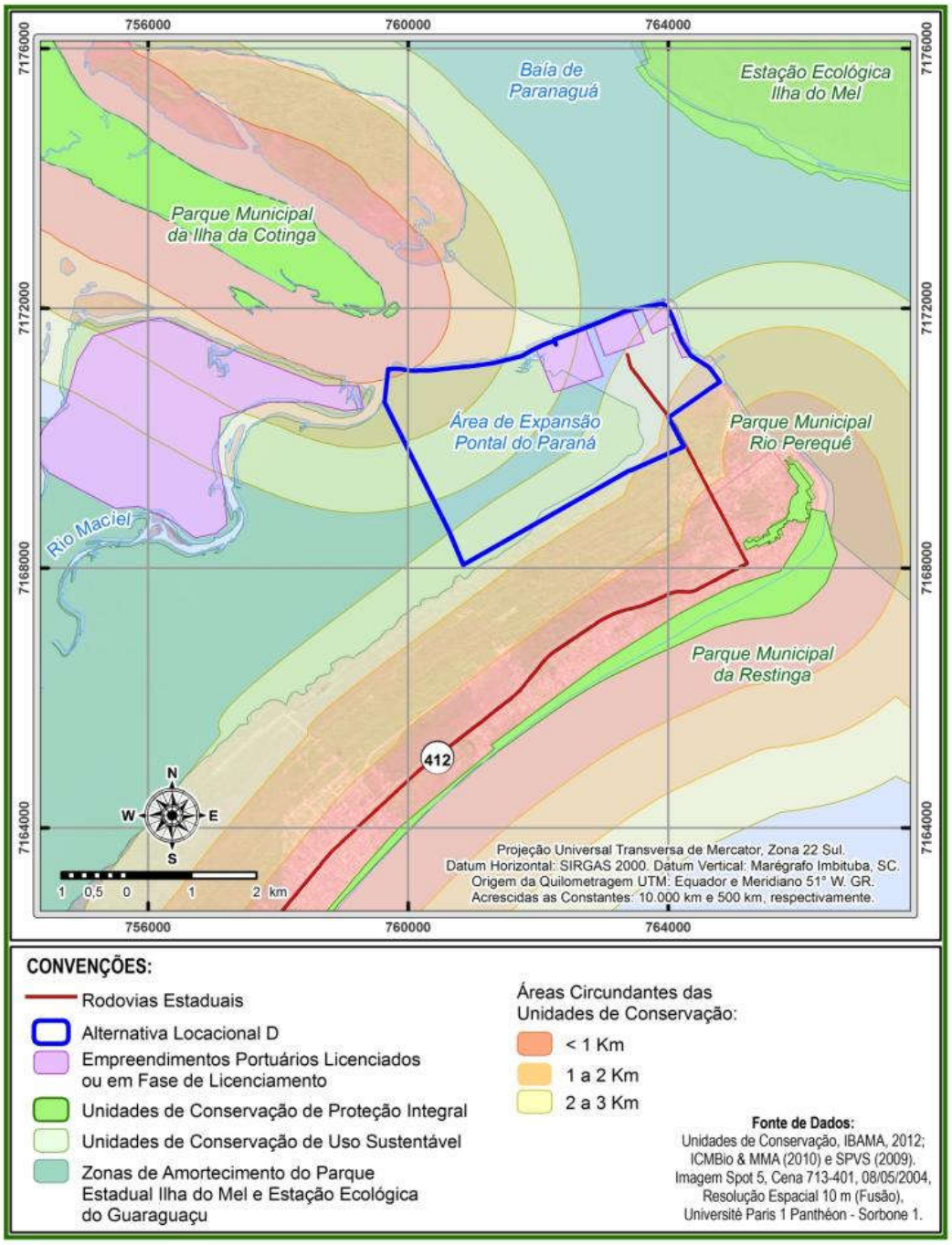
Ao contrário do que acontece com o atual Porto de Paranaguá, a área de expansão no município de Pontal do Paraná localiza-se consideravelmente afastada dos limites da cidade, eliminando assim possíveis conflitos que tendem a atravancar o desenvolvimento econômico, tanto do ponto de vista do porto, quanto no que diz respeito ao crescimento natural da cidade.

Do ponto de vista de acessos terrestres, ressalta-se a existência da infraestrutura viária na região, no entanto, não é suficiente para a implantação do Complexo Náutico. Dessa forma, existe a necessidade de investimentos nesse setor para a adequação das vias e/ou implantação de novos acessos. Por outro lado, está previsto no Plano Diretor Municipal, a possiblidade de criação de acessos rodoviário e ferroviário de utilização exclusiva para as atividades portuárias. Desta maneira, os acessos terrestres que normalmente significam gargalos para as operações portuárias no país, denotariam uma virtude de Pontal do Paraná com a criação de um verdadeiro corredor logístico.

A localização da área prevista para expansão no Pontal do Paraná é privilegiada no que diz respeito aos acessos marítimos. O trajeto percorrido pelas embarcações até as instalações portuárias seria até duas vezes menor do que a distância percorrida no atual canal de acesso ao Porto de Paranaguá, o que por si só representaria um ganho em termos de operação.

Não obstante, as características naturais de profundidade do canal favorecem a implantação do Complexo Náutico, evitando dragagens de grande porte. A estimativa do volume a ser dragado é de aproximadamente 19.000.000 m³.

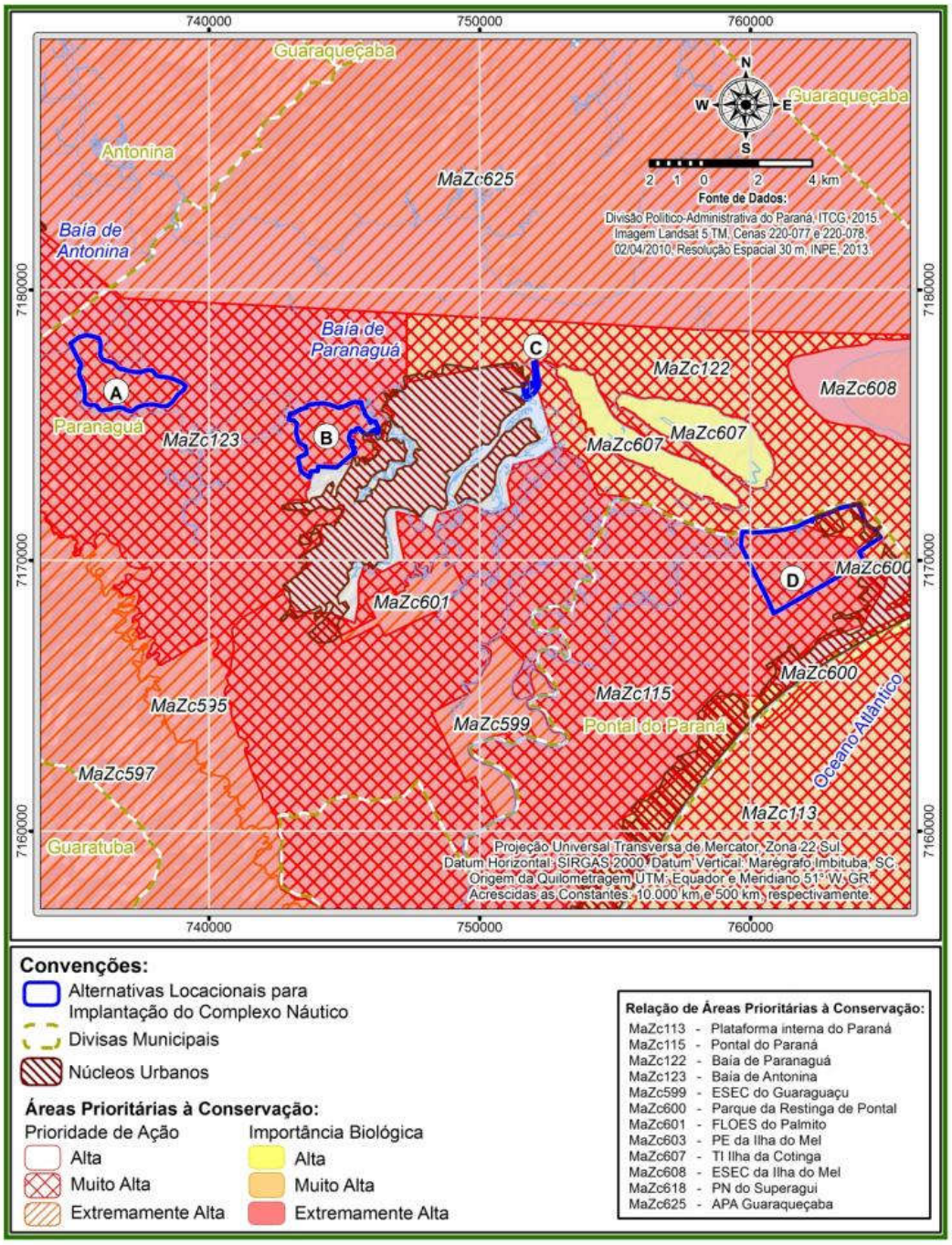
Esta alternativa ocasionaria interferência em Unidades de Conservação, visto que a área está inserida na Zona de Amortecimento da Estação Ecológica do Guaraguaçu, além de estar na faixa de 3 mil metros definidos pela Resolução CONAMA Nº428/2010 do Parque Municipal Ilha da Cotinga, Parque Municipal da Restinga e do Parque Municipal Rio Perequê. Dessa forma, caso o empreendimento seja instalado nessa área, será necessária a anuência dos gestores dessas Unidades de Conservação (Figura 3.27).



Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.27 – Alternativa D – Unidades de Conservação

De acordo com a Portaria Nº 9 de 23 de Janeiro de 2007, o Pontal do Paraná é classificado como área de importância extremamente alta para a conservação (Figura 3.28).

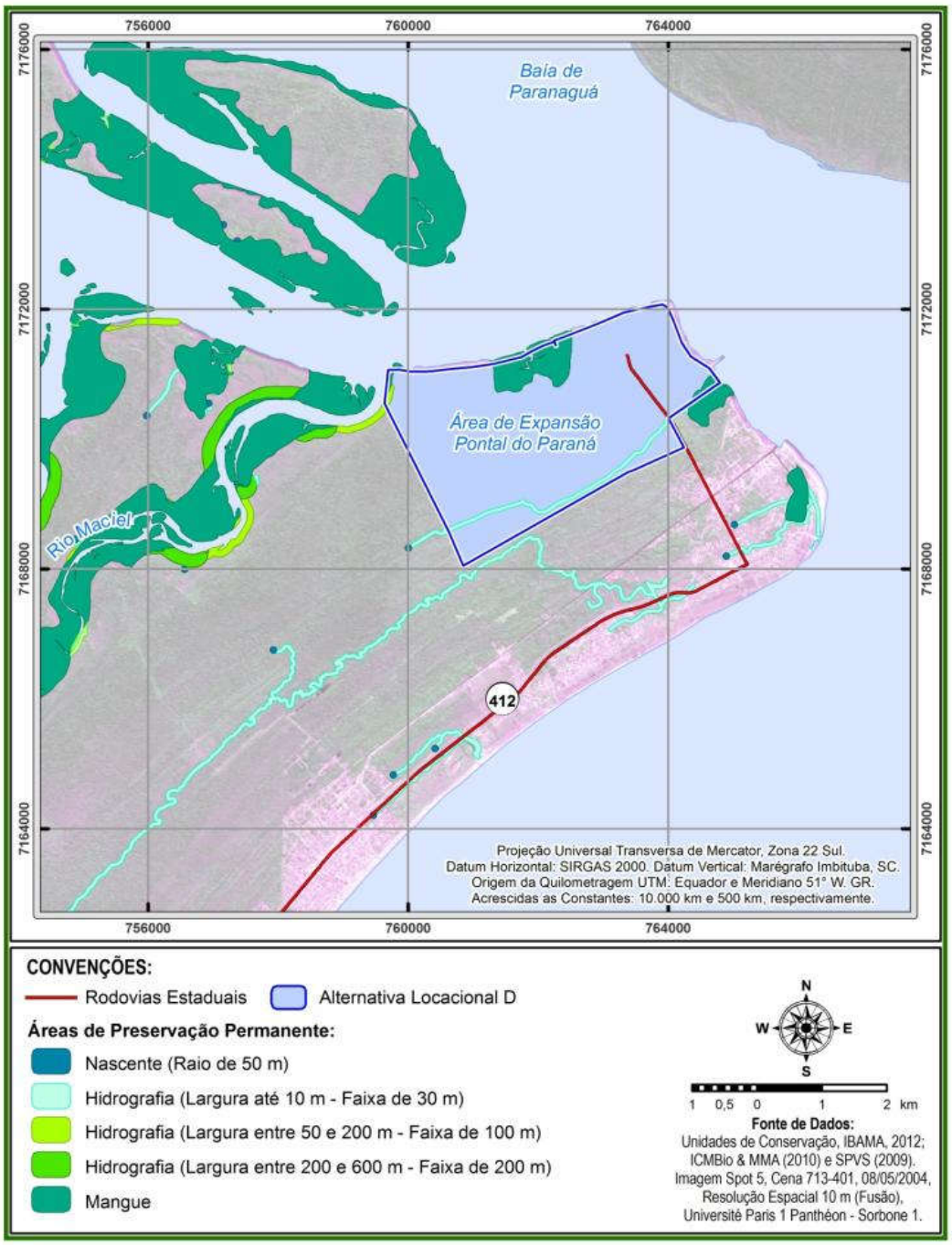


Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.28 – Áreas Prioritárias para Conservação

A área não possui interferência com corpos hídricos de grande porte, apesar de fazer limite com o Rio Maciel (ver Figura 3.27). A Área de Proteção Permanente da margem do rio citado está inserida na área em questão. Ademais, o Plano Local de Desenvolvimento da

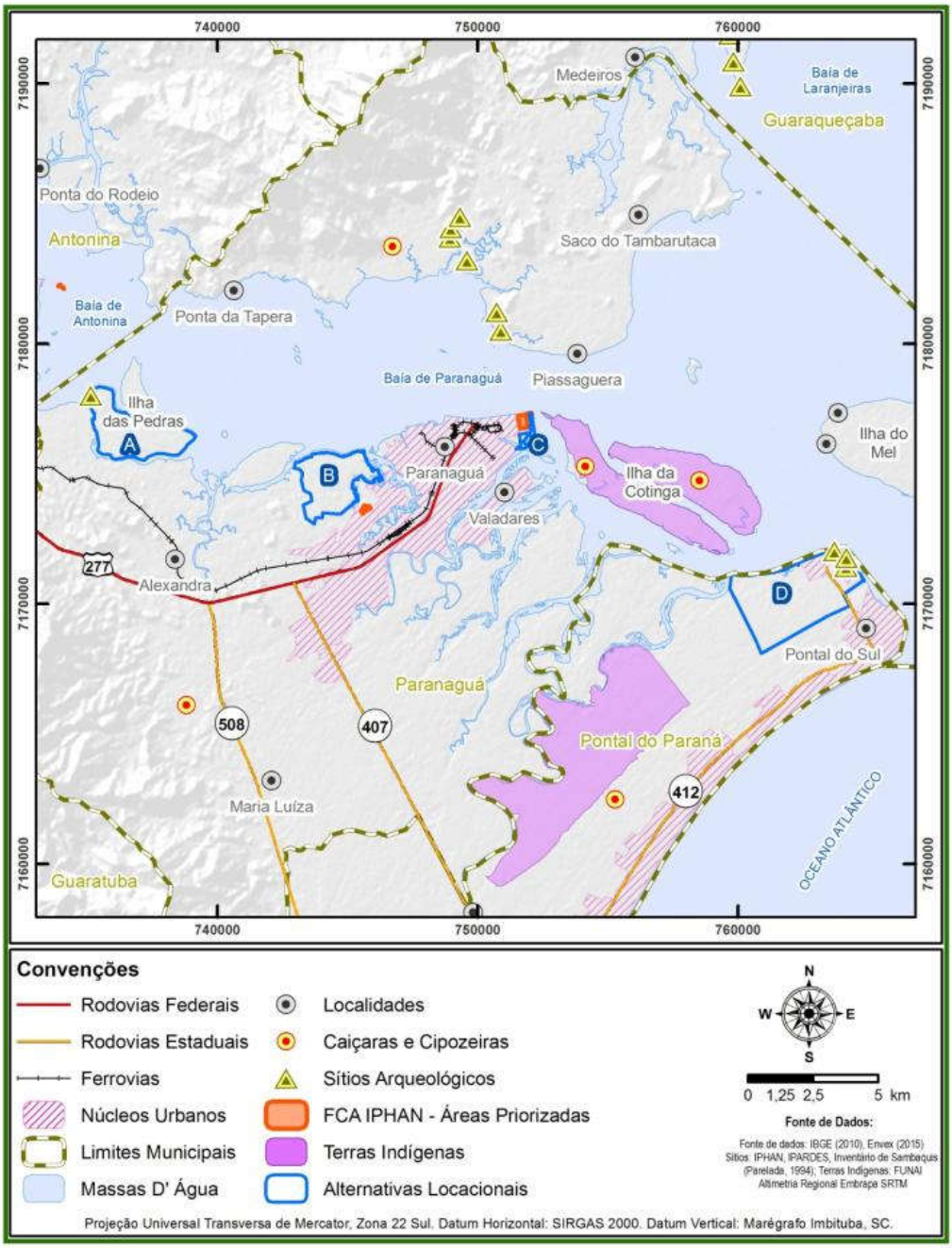
Maricultura (PLDM) do Paraná identificou remanescentes de vegetal de mangue no estuário da área de estudo (Figura 3.29).



Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.29 – Alternativa D – Áreas de Preservação Permanente

Na análise preliminar realizada para esse estudo de alternativas, não foram encontras sambaquis, apesar do potencial da região, no entanto, existem sítios arqueológicos conforme observado na Figura 3.30. Não há interferência com áreas indígenas, quilombolas e áreas de extrativismo da região. Apesar de não haver comunidades instaladas na área, a Alternativa D é próxima dos núcleos populacionais de Pontal do Paraná.



Fonte: Planave, 2017.

Figura 3.30 – Comunidades Tradicionais, Sítios Históricos, Culturais, Arqueológicos e Núcleos Populacionais

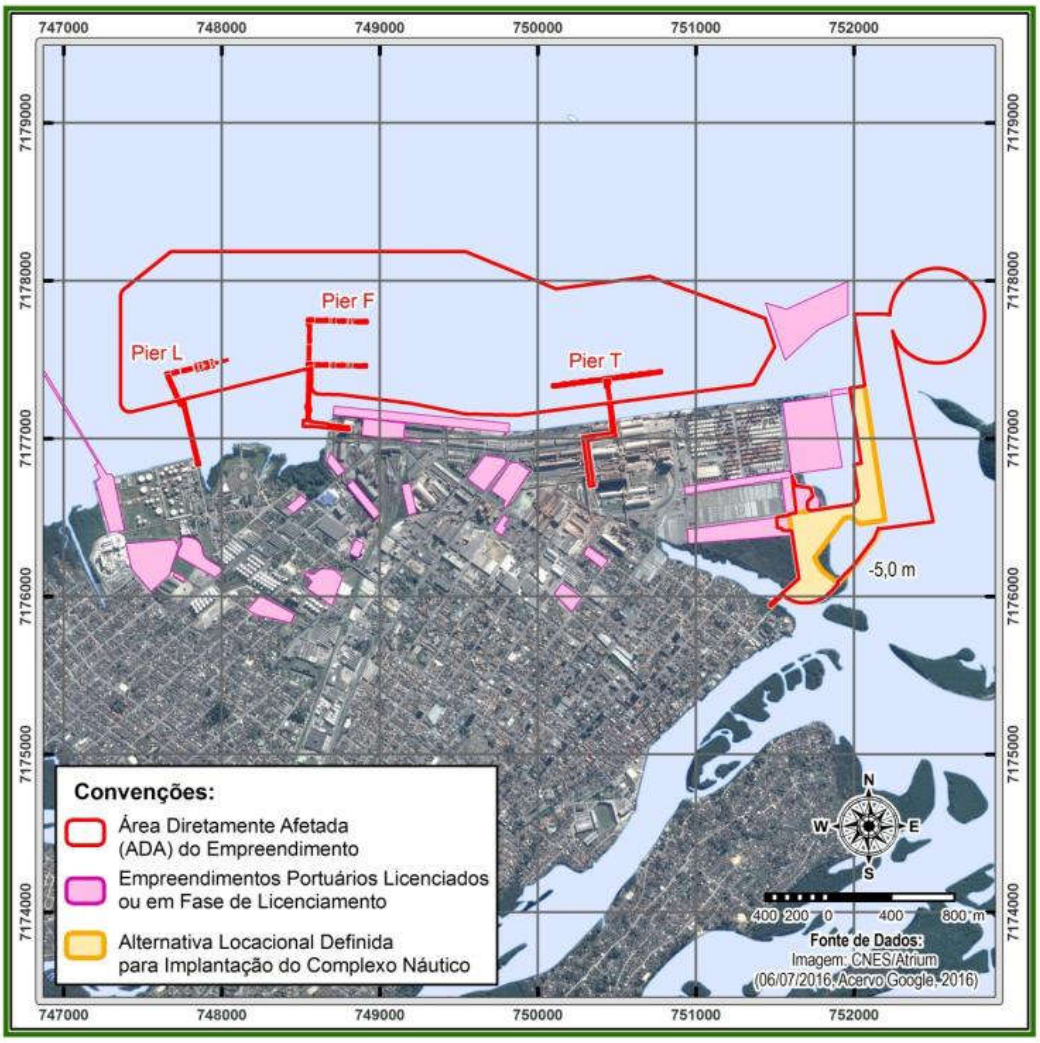
Tabela 3.3 - Parâmetros avaliados para a definição da localização do Complexo Náutico

Critérios Avaliados	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D	
Restrições de Engenharia	Localizada no fundo da Baía de Paranaguá conferindo maior distância pra o acesso	2	Pela profundidade da área, a implantação do Complexo Náutico não é indicada.	2	Restrições que não inviabilizam o projeto	2	Pouco ou nenhuma restrição de engenharia	3
Necessidade de Alteração da Área do Porto Organizado	Sim	2	Sim	2	Não	3	Sim	2
Unidades de conservação e suas zonas de amortecimento	Necessidade de anuência de unidades de conservação que não inviabilizam o projeto	2	Sem interferência com unidades de conservação	3	Necessidade de anuência de unidades de conservação que não inviabilizam o projeto	2	Necessidade de anuência de unidades de conservação que não inviabilizam o projeto	2
Áreas de Preservação Permanente – APP	Presença de remanescentes de mangue	1	Presença de APP da margem do Rio Emboguaçu e Embocuí e remanescentes de mangue	1	Presença de remanescentes de mangue	1	Presença de APP da margem do Rio Maciel e remanescentes de mangue	1
Zoneamento Municipal	Área de Proteção Integral	1	Zona de Interesse para Expansão Portuária	3	Zona de Interesse Portuário	3	Zona de Interesse para Expansão Portuária	3
Compatibilidade com o PDZ	Incompatível	1	Compatível	3	Compatível	3	Compatível	3
Interferência em corpos hídricos	Sem interferências com corpos hídricos	3	Sem interferências com corpos hídricos	3	Sem interferências com corpos hídricos	3	Sem interferências com corpos hídricos	3
Núcleos populacionais	Área sem núcleos populacionais instalados	3	Área sem núcleos populacionais instalados	3	Próximo ao núcleo urbano de Paranaguá, mas a área não possui comunidades	3	Próximo ao núcleo urbano de Paranaguá, mas a área não possui comunidades	3

Critérios Avaliados	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D	
					instaladas		instaladas	
Comunidades Tradicionais, sítios históricos, culturais e/ou arqueológicos	Presença de sítios arqueológicos e sambaquis	1	Ausência de sítios arqueológicos e sambaquis	3	Ausência de sítios arqueológicos e sambaquis	3	Presença de sítios arqueológicos	1
Necessidade de dragagem	Dragagem para o canal de acesso e maior volume para o aprofundamento dos berços. Área de fundo de baía. Dragagem de aproximadamente 30.000.000 m³	1	Dragagem para o canal de acesso e aprofundamento dos berços. Dragagem de aproximadamente 22.000.000 m³	2	Dragagem para acesso ao canal de navegação existente. . Dragagem de aproximadamente 16.000.000 m³	3	Dragagem para o canal de acesso e aprofundamento dos berços. Dragagem de aproximadamente 19.000.000 m³	2
Abertura de novos acessos	Sem abertura de novos acesso o empreendimento é inviável	1	Sem abertura de novos acesso o empreendimento é inviável	1	Necessidade de adequação de acessos	2	Necessidade de adequação de acessos	2
Área de vegetação a ser suprimida	372.000m²	2	370.000m²	2	98.660m²	2	370.000m²	2
Classificação de áreas prioritárias para a conservação	Prioridade extremamente alta para a conservação	1	Prioridade extremamente alta para a conservação	1	Não é área prioritária para a conservação	3	Prioridade extremamente alta para a conservação	1
Espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção	Área preservada, sem indicativo de espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção.	2	Área preservada, sem o indicativo de espécies endêmicas ameaçadas de extinção.	2	Área já antropizada com poucos remanentes de fauna e flora	3	Área já antropizada com poucos remanentes de fauna e flora	3
Interferência em áreas de extrativismo, turismo ou recreação	Sem interferência direta com área de extrativismo, turismo ou recreação	3	Sem interferência direta com área de extrativismo, turismo ou recreação	3	Sem interferência direta com área de extrativismo, turismo ou recreação	3	Sem interferência direta com área de extrativismo, turismo ou recreação	3
TOTAL	**26**		**34**		**39**		**34**	

3.1.3 Alternativa Locacional Adotada

Após o cotejo das alternativas locacionais (Tabela 3.3) foi definida a **Alternativa C** para a implantação do Complexo Náutico, conspirando critérios ambientais e sua localização estratégica. A alternativa C obteve 39 pontos de acordo com a metodologia aplicada, enquanto as alternativas A, B e D, receberam 26, 34 e 34 pontos, respectivamente.



Fonte: Planave, 2016

Figura 3.31 – Alternativa Locacional Adotada

A logística a ser aplicada e principalmente o menor volume de dragagem trarão ganhos significativos com a implantação na alternativa adotada. Dessa forma, a localização proporcionará maiores ganhos técnicos, operacionais, ambientais e econômicos, tendo em

vista para dragagem, somente a necessidade da implantação de um canal de acesso, interligando o empreendimento ao Canal da Galheta.

Além disso, cabe dizer que, de acordo com o Zoneamento do Município de Paranaguá a área do empreendimento está dentro da Zona de Interesse Portuário (ZIP). Dessa forma, o empreendimento se apresenta compatível com os usos previstos no Plano Diretor Municipal, e com o próprio zoneamento do Porto, conforme discutido anteriormente.

Outros pontos considerados positivos, de acordo com a metodologia, foram a inexistência de comunidades tradicionais, sítios históricos, culturais e/ou arqueológicos e a ausência de núcleos populacionais instaladas na área.

A escolha da Alternativa C também considerou os cenários em destaque:

- Aumentar a eficiência e capacidade de recebimento de passageiros que hoje é baixa em razão do conflito com a movimentação de cargas no Porto de Paranaguá;
- A consolidação de Paranaguá como polo região para o recebimento de turistas;
- Estímulo ao desenvolvimento de novas alternativas econômicas para a região, aumentando a arrecadação de impostos e tributos, dinamizando o comércio e serviços locais, gerando emprego e renda, melhorando, consequentemente, a qualidade de vida da população.

3.2 Alternativas Tecnológicas

A expansão do Porto de Paranaguá foi precedida de um estudo minucioso para análise das principais atividades previstas nas fases de implantação e operação do empreendimento, bem como dos aspectos relevantes no que tange ao meio ambiente.

A avaliação das alternativas tecnológicas para a infraestrutura a ser implantada teve por pressuposto a adoção de tecnologias tecnicamente e financeiramente vantajosas, considerando também boas práticas ambientais.

Durante a fase de obras estão previstas a implementação de sistema de coleta e limpeza diária de efluentes contaminados remanescentes das concretagens das estruturas. Ainda serão realizadas ações sustentáveis como reuso de água e aproveitamento da energia solar.

3.2.1 Píer T, Píer F, Píer L

3.2.1.1 Estruturas Civis

3.2.1.1.1 Infraestrutura

3.2.1.1.1.1 Estacas

Nas alternativas tecnológicas para os projetos de expansão do Píer T, F e L foi considerado tabuleiro de concreto sobre estacas, minimizando o impacto no fluxo hidrodinâmico (correnteza, variação de maré). Os elementos estruturais (estacas) serão utilizados no projeto das pontes de acesso e píeres da Ampliação do Porto de Paranaguá, a saber:

- Estaca de concreto armado com camisa perdida de aço ASTM A-36;
- Estaca de concreto pré-moldado protendida, vazada;
- Estaca de aço estrutural ASTM-A36.

<u>Estaca de concreto armado com camisa perdida de aço ASTM A-36</u>

Como vantagem de desempenho deste tipo de estaca, pode-se indicar a ausência de juntas no fuste das mesmas, bem como proteção adicional (não considerada no dimensionamento da estaca) para o concreto armado, em função da presença da camisa metálica provisória na região de frequente exposição de molhagem e secagem proveniente da variação da maré. Pode-se também incluir como vantagem técnica a não necessidade de se prever armadura adicional ao longo do fuste da estaca para permitir o seu manuseio no trajeto entre o canteiro de obras e o local de cravação.

Este tipo de estaca poderá ser executado com auxilio de balsas providas de bate-estaca, guias e equipamentos auxiliares, de modo a possibilitar a cravação da camisa metálica provisória e em seguida se promover a limpeza da bucha do fuste, bem como perfuração do terreno competente, localizado abaixo da ponta da camisa provisória, por intermédio de equipamento apropriado ex: “perfuratriz Wirth” para se conseguir alcançar a cota da ponta da estaca preconizada no projeto executivo. Estes equipamentos deverão estar também embarcados na balsa de apoio a cravação.

O transporte das camisas metálicas entre o canteiro de obras e a balsa de cravação deverá ser realizado por intermédio de flutuantes “marrecas” e o concreto para o preenchimento do fuste será confeccionado em central também embarcada e seu lançamento no fuste com auxílio de tubo “tremie”, próprio para concretagem submersa.

Alternativamente é empregado em construções, equipamentos conhecido como “cantitravel” que, pode minimizar os inconvenientes de cravação a partir de elementos flutuantes (balsas) e permite o avanço da superestrutura no sentido “terra/mar” sem necessidade de se embarcar os elementos pré-moldados, pois, este tipo de equipamento possui guindaste de apoio que, além de promover a movimentação das camisas metálicas e respectiva cravação, permite a limpeza e concretagem do seu fuste, dando também apoio integral no lançamento dos elementos pré-moldados e a realização da segunda fase de concretagem da superestrutura da ponte de acesso dos píeres. Neste caso todos os materiais necessários ao avanço da obra utilizarão a superestrutura concretada em fase anterior, permitindo assim que o guindaste do “cantitravel” auxilie no içamento, posicionamento e concretagem “in loco”.

Estaca de concreto pré-moldado protendida, vazada

O sistema construtivo da solução anterior tem menor grau de complexidade que da estaca de concreto pré-moldado protendida. A fabricação desta última é realizada no canteiro de obras, que deverá ser equipado com bancadas múltiplas de protensão e área de estocagem de estacas, onde é feita a cura. Além disso, o transporte deve ser feito cuidadosamente entre a estocagem e o posicionamento na guia para cravação no sentido de protegê-la contra o surgimento de fissuras nocivas ao seu desempenho.

Para a utilização destas estacas, cuidados devem ser observados nos diversos içamentos necessários durante o trajeto das mesmas, entre a estocagem no canteiro de obras e o local de cravação. Cabe também ressaltar que estas estacas devem ser confeccionadas sem juntas, podendo determinar comprimentos elevados, dificultando seu manuseio e cravação.

Ainda, este tipo de estaca não tem boa adequação quanto ao avanço de cravação em solos muito compactos, sendo necessária, nestes casos, a adoção de pré-furo por lavagem da ponta da estaca (*Air Lift*) ou uso de ponteira metálica. Ambas alternativas dificultam o processo de cravação/execução, respectivamente, bem como atrasam o andamento da cravação, podendo comprometer o prazo previsto para o termino das infra e superestruturas.

A metodologia executiva poderá ser a mesma utilizada para o item anterior.

Estaca de aço estrutural ASTM-A36

Este tipo de estaca é fabricado em empresas especializadas. Por se tratar de espessuras de chapa de valores elevados (1/2 polegadas a 5/8 de polegadas) não sendo viável a calandragem de chapas com essas espessuras no canteiro de obras, bem como a solda contínua dos fustes. Além disso, não é recomendável realizar a solda de topo de união de segmentos de tubos com grandes espessuras e diâmetro de aproximadamente 1 metro no canteiro de obras, por ser necessário soldadores certificados para este fim e controle de qualidade de execução rigoroso. As condições climáticas também devem ser controladas de modo a não comprometer o feixe de tensões que ocorrerão na estaca, em função dos diversos içamento no trajeto entre a fábrica e o posicionamento para cravação, bem como em função de esforços secundários de flexão que surgirão nas estacas projetadas com inclinação de 1H:4V. A solda de topo com penetração total entre os segmentos de estacas neste caso deverá ser realizada no canteiro de obras pelo fato de que os segmentos de estacas não devem exceder de comprimento de 22metros, de modo a não exigir transporte especial, que dificultaria sobremaneira a logística de transporte entre a fábrica e o canteiro de obras.

TIPO DE ESTACA	VANTAGEM	DESVANTAGEM
1) Estaca de concreto armado com camisa perdida de aço ASTM A-36.	✓ O fuste metálico construtivo deste tipo de estaca possui comprimento inferior ao fuste da terceira alternativa; ✓ O transporte do elemento metálico deste tipo de estaca terá menor dificuldade de ser implementado, pois possui menor comprimento e menor peso; ✓ Este tipo de estaca poderá ter seu segmento metálico soldado no campo por intermédio de equipamento apropriado, permitindo assim o transporte externo com	• Necessidade de controle rigoroso da concretagem submersa de modo a não possibilitar descontinuidade do seu fuste durante a concretagem submersa; • Necessidade de se utilizar polímero ao invés de bentonita para a criação de “quake” no contato entre o concreto e solo local, impedindo assim possíveis desmoronamentos localizados na região de

TIPO DE ESTACA	VANTAGEM	DESVANTAGEM
	chapa bobinada tendo como consequência menor dificuldade de acesso ao canteiro de obras; ✓ Sendo o fuste metálico deste tipo de estaca provisório não será necessário de proteção adicional contra perda de espessura útil da chapa em função de corrosão na região de variação de maré; ✓ Por se tratar de estaca moldada “In Loco”, terá seu fuste em concreto armado, não sendo necessária a execução de bancadas de pretensão e cura na área do canteiro, minimizando assim problemas de cunho executivo e ambiental; ✓ A execução de concretagem no local definitivo (concreto submerso), não terá o inconveniente de ocorrência de juntas ao longo do fuste de concreto da estaca melhorando assim o desempenho estrutural da mesma; ✓ Tendo em vista que o fuste da estaca situado abaixo da camisa metálica perdida será escavado, o surgimento eventual de camadas de solo de melhor competência não causará problema para sua perfuração.	contato do fuste da estaca com o solo escavado.
2) Estaca de concreto pré-	✓ Não é utilizado fuste	• A estaca protendida

TIPO DE ESTACA	VANTAGEM	DESVANTAGEM
moldado protendida, vazada.	metálico provisório neste tipo de estaca, sendo vantajoso pelo fato de que o manuseio e cravação destes elementos demandariam acréscimo de custo e de tempo no prazo final da obra de estaqueamento.	deverá ser confeccionada em elemento único, não possuindo juntas para emenda de diversos segmentos entre si; • Em função do comprimento da estaca executada em bancada no canteiro de obra, a movimentação entre o local de estocagem das estacas no canteiro, prontas para cravação e o transporte e posicionamento na guia de cravação deverá ser muito cuidadoso de forma a não fraturar a estaca prejudicando assim seu desempenho e durabilidade; • Caso exista dificuldade de se atravessar camada de solo com boa competência (SPT≥30) então certamente será necessário proceder a desagregação do solo duro da bucha e ponta da estaca com auxílio de “airlift”, demandando tempo não previsto para sua utilização, além de ser possível ter que repetir a operação por diversas vezes na mesma estaca para se conseguir cravar até o ponto esperado para término da

TIPO DE ESTACA	VANTAGEM	DESVANTAGEM
		mesma de modo a não quebrar a sua ponta e consequentemente sua perda total.
3) Estaca de aço ASTM A-36, Ø=800mm.	✓ Melhor cravabilidade em solo de boa competência e boa capacidade de atravessar ocorrências de pequenos matacões sem danificar seu fuste na região da ponta.	• Devido ao fato deste tipo de estaca transmitir os esforços da superestrutura ao solo apenas pela camisa metálica, esta deve ser tratada como elemento estrutural e possuir sobre espessura para fazer frente a perda de massa ao longo da vida útil da estrutura, bem como possuir proteção adicional para evitar corrosão no fuste na região de variação de maré (Ex.: proteção catódica ou outras). • Face a dificuldade de se transportar segmentos de grande comprimento com tubos de quaisquer diâmetro, será inevitável nesta obra a soldagem de topo dos diversos segmentos com penetração total, demandando mão de obra especializada e rigoroso controle de qualidade da solda.

Conclusão

A análise do quadro comparativo acima indica que a estaca de concreto armado com camisa perdida de aço ASTM A-36 é sem dúvida a de melhor aplicabilidade para a obra de Ampliação do Porto de Paranaguá.

Essa a alternativa é mais vantajosa nos aspectos estruturais, financeiros e ambientais para a adoção nas obras dos Píeres T, F e L. A metodologia de execução destas estacas consiste na cravação da camisa metálica, perfuração do solo e/ou rochas, limpeza interna da camisa contemplando o transporte do material para local licenciado, preenchimento da camisa com a gaiola de armação, concretagem da estaca, cura do concreto e arrasamento da estaca no nível de projeto. A camisa metálica serve de proteção contra a corrosão para estaca de concreto, prolongando a vida útil da estrutura. Além disso, esse tipo de estaca tem menor custo de manutenção.

Não haverá concretagem de estacas no canteiro de obras "*onshore*", haja vista que este serviço será executado no mar após a perfuração e limpeza do fuste das estacas.

O transporte das camisas perdidas, bem como dos elementos pré-moldados da superestrutura, entre o canteiro de obras e o local de aplicação destes elementos, será realizado por intermédio de carretas e balsas de forma a alcançar o respectivo ponto de aplicação de cada elemento.

A solução de bate estacas sobre flutuante é a mais indicada, principalmente pela sua maior flexibilidade de utilização e por ser empregada em larga escala em obras similares, o que permite ao empreendedor maiores opções construtivas quando do momento da contratação. A alternativa com "cantitravel", embora seja hoje utilizada não só em obras portuárias, mas também em projetos viários, apresenta por si só uma característica mais restritiva, pois são poucas as construtoras que tem esse equipamento e que possuem em seu corpo técnico operadores com essa qualificação, além de ser uma alternativa construtiva mais cara. Dessa forma, sugere-se o bate estacas com balsa flutuante como metodologia na fase de obras. No entanto, essa definição será realizada pela empreiteira vencedora do certame licitatório para a implantação dos píeres.

3.2.1.1.2 Superestruturas

As alternativas estruturais para o tabuleiro sobre as estacas das pontes de acesso e píeres a serem construídos na Ampliação do Porto Paranaguá, foram:

- Elementos pré-moldados com monolitização estrutural composta de segunda fase de concretagem "in loco";
- Concreto moldado "in loco".

Elementos Pré-Moldados com Monolitização Estrutural composta de segunda fase de concretagem “In Loco”

Esta alternativa considera a utilização de elementos pré-moldados (capitéis, vigas e pré-lajes), monolitizados por segunda fase de concretagem (*in loco*). Nesta modalidade construtiva elimina-se a necessidade de execução de formas, cimbramento e desforma que sem dúvida oneram, encarecem e demandam de maior tempo para sua conclusão.

Concreto Moldado “*In Loco*”

Esta concepção construtiva necessita de maior prazo para sua execução do que a opção anterior. Além disso, há possibilidade de ocorrência de anomalias (patologias) no concreto que, após algum tempo de utilização, tornam o mesmo carente de recuperação estrutural, geralmente de grande monta e de difícil execução, em função do acesso à referidas anomalias (região inferior das estruturas).

Entre as patologias encontradas nesta modalidade executiva, pode-se destacar:

- Desagregação de concreto superficial ou profunda;
- Armaduras expostas às intempéries;
- Segregação do concreto;
- Eflorescências;
- Oxidação generalizada das armaduras;
- Lixiviação do concreto;
- Fissuras generalizadas na estrutura, entre outras patologias.

Some-se a estes pontos negativos, o aspecto de que este tipo de estrutura normalmente está exposto ao ataque de “spray marítimo” que funciona como agente acelerador da desagregação estrutural, bem como da corrosão das armaduras.

Conclusão

Diante do exposto nos itens acima, recomenda-se a adoção de elementos pré-moldados com monolitização estrutural composta de segunda fase de concretagem “in loco”, como a melhor alternativa a ser adotada para as pontes de acesso e píeres das estruturas da Ampliação do Porto de Paranaguá.

Neste caso, há remoção mínima de material a serem destinados à bota foras, já que parte da estrutura será composta por pré-moldados. Ainda, o tempo de implantação e os riscos de anomalias serão menores no comparativo com a alterativa “*in loco*”.

3.2.1.2 Estruturas Eletromecânicas – Píeres T e F

3.2.1.2.1 Correias Transportadoras

Os transportadores de correia são mecanismos para transporte contínuo de material, que utilizam uma correia sem fim como meio de tração e ao mesmo tempo como elemento portador do material transportado.

Existem alternativas tecnológicas para os equipamentos de transporte de grãos previstos para os píeres T e F. Nestes cenários, avaliam-se seus custos, bem como as restrições técnicas e ambientais de aplicação no projeto em questão, conforme descrito a seguir:

Transportador de correia convencional

Este sistema é constituído basicamente por uma correia transportadora que pode receber uma proteção parcial ou completa. Na parcial, a correia possui uma cobertura (meia-cana) sobre a mesma, protegendo o produto de intempéries. No caso da proteção completa, a correia fica num sistema fechado dentro de uma galeria (estrutura metálica), o que impede qualquer tipo de perda/queda de produto no meio.

O transportador de correia convencional é amplamente utilizado em projetos de engenharia para essa tipologia de carga. Em razão disso, seus componentes são padronizados, permitindo facilidade de aplicação, montagem e manutenção.

Transportador enclausurado (tipo *Hi Roller* ou similar)

Este equipamento tem como principal característica o total enclausuramento de sua correia, não permitindo nenhum tipo de queda de produto para o meio externo. Ele possui componentes internos diferentes de um transportador de correia convencional e sua tecnologia é ainda restrita a fornecedores internacionais, muito embora, já existam fabricantes nacionais que o fabricam, porém com restrições operacionais.

Um dos pontos que deve ser analisado é a limitação do comprimento máximo do transportador, o que pode obrigar a necessidade de uma quantidade maior de casas de transferência, encarecendo assim o sistema.

Transportador tubular (*Pipe Conveyor*)

Nessa alternativa, a correia deste transportador é aberta nas extremidades para que possa receber e descarregar o produto. Ao longo do trajeto ela se fecha em forma de tubo, contida por roletes especiais, enclausurando inteiramente o produto. Não se aplica a transportadores de pequeno comprimento, uma vez que necessita de aproximadamente 25 a 30 metros nas transições de tubo para correia aberta e vice versa. Este tipo de equipamento é aplicável quando existe a necessidade de desvio de obstáculos existentes com a inclusão de curvas no seu trajeto.

Este equipamento, embora seja uma alternativa ambientalmente favorável, obriga a um projeto de encaminhamento especial que deverá ser compatível com as instalações existentes do porto de Paranaguá.

O sistema também deverá levar em consideração a capacidade de transporte que poderá estar limitada ao diâmetro máximo do tubo formado pela correia, obrigando a um custo mais elevado de implantação.

Conclusão

Em função das características de projeto previstas nos píeres T e F, o transportador de correia convencional com proteção total configura-se a solução mais atrativa do ponto de vista operacional e ambiental. A sua ampla utilização em projetos de engenharia similares sem limitações de comprimento e sua facilidade de manutenção, o tornam ideal para aplicabilidade nos Píeres T e F, conforme demonstrado nos quadros abaixo:

	VANTAGENS/DESVANTAGENS ESTRUTURAIS
Transportador convencional	Permite estabelecer um layout mais adequado às instalações existentes, embora seja mais pesado que os das outras alternativas.
Transportador enclausurado (Hi Roller ou similar)	A limitação de comprimento máximo do equipamento obriga a inclusão de casas de transferência no trajeto. Exemplo: se o comprimento máximo do transportador for 250 m, em um trajeto de 750 m serão necessários três transportadores e mais duas casas de transferência intermediárias. Com isso, haverá maior quantidade de conjuntos de acionamento e consequentemente maior manutenção.
Pipe Conveyor	Os comprimentos de abertura e fechamento da correia obrigam à inclusão de trechos especiais de estrutura próximos às casas de transferência, fugindo a um padrão convencional. O arranjo dos pontos de alimentação e descarga necessita de mais espaço em função da maior largura da correia aberta em relação a outros tipos de transportador.
	VANTAGENS/DESVANTAGENS FINANCEIRAS
Transportador convencional	Custo menor de implantação, operação e manutenção em função dos componentes padronizados e conhecidos no mercado.
Transportador enclausurado (Hi Roller ou similar)	Maior custo de fornecimento. Os componentes são diferentes do transportador convencional, porém sua manutenção é simples.
Pipe Conveyor	Maior custo de fornecimento. Os componentes são similares aos do transportador convencional, porém de fabricação especial.
	VANTAGENS/DESVANTAGENS AMBIENTAIS
Transportador convencional	Apresenta razoável proteção ambiental por estar inserido dentro de uma galeria fechada.
Transportador enclausurado (Hi Roller ou similar)	Não necessita galeria por ser totalmente fechado, proporcionando uma boa proteção contra emissão de particulados.
Pipe Conveyor	Nos trechos em forma de tubo é totalmente fechado e não há vazamentos. Nos pontos de transferência, onde a correia está aberta, maiores cuidados são necessários quanto ao dimensionamento dos sistemas de coleta de pó.

3.2.1.2.2 Sistemas de Coleta de Pó

As alternativas tecnológicas de sistemas de coleta de pó que se aplicam ao transporte de grãos se resumem a dois tipos de equipamentos: filtros de mangas e filtros de cartuchos.

Filtros de mangas

São equipamentos que tem uma eficiência acima de 99 % na retenção de particulados e permitem um arranjo com vários pontos de captação para um mesmo filtro.
Seus elementos filtrantes são mangas de feltro fixadas em gaiolas de arame de aço que são instaladas no interior da caixa metálica do filtro.
Filtros de mangas são equipamentos de longa durabilidade e fácil manutenção.

Filtros de cartuchos

São também equipamentos de alta eficiência na retenção de particulados. Os filtros compactos de cartuchos são equipamentos pequenos relativamente pequenos e instalados nos vários pontos de captação.

Seus elementos filtrantes são de feltro plissado montados em cartuchos cilíndricos semelhantes aos filtros de ar de caminhões. Quando é atingida a saturação do elemento o cartucho é trocado por outro novo.

Conclusão

Em vista da pouca durabilidade e da grande frequência de troca de cartuchos gerando um alto índice de manutenção, foi escolhido o filtro de mangas como equipamento ideal para os sistemas de coleta de pó de grãos.

3.2.1.2.3 Sistemas de Carregamento de Navios

Torres Pescantes

Torres pescantes são estruturas individuais fixas aplicáveis a carregamento de navios de grãos. São interligadas por transportadores de correia de alimentação.

Chutes bifurcados instalados no interior das torres desviarão o fluxo para a lança do pescante ou para o transportador seguinte, que alimentará a próxima torre.

A lança do pescante, que suporta a correia transportadora de carregamento do navio, é apoiada sobre um anel de giro junto à torre de suporte e por cabos de aço na sua extremidade de mar.

Cada pescante tem capacidade para alimentar um certo número de porões do navio. Podem ser operados até dois pescantes alimentando dois porões simultaneamente, caso as torres sejam alimentadas por duas linhas de transportadores.

A seguir é apresentado um quadro com as vantagens e desvantagens das Torres Pescantes:

VANTAGENS	DESVANTAGENS
1 – Custo baixo de aquisição comparado com a alternativa Carregador Móvel.	1 – Berço e equipamentos não aproveitáveis para outras operações de carga e descarga.
2 – Grande eficiência operacional em relação ao carregador móvel. Durante a troca de porão não é necessário parar o carregamento, Basta mudar a direção do fluxo no chute bifurcado.	
3 – Boa proteção ambiental. As transferências de produto se localizam dentro das torres, em espaço totalmente fechado.	
4 – Baixo custo de manutenção.	
5 – Baixo custo de obras civis: necessário apenas construir bases estaqueadas para as torres.	

<u>Carregador Móvel</u>

Esta máquina possui um pórtico que se desloca sobre trilhos num píer contínuo (Plataforma estaqueada). A lança de carregamento é montada num mastro giratório sobre um anel de giro montado no pórtico. O mastro possui uma estrutura com contrapeso que equilibra o peso da lança.

O transportador da lança é alimentado por um pequeno transportador intermediário suportado pelo pórtico.

O transportador intermediário é alimentado pelo *tripper* do transportador do píer, o qual é montado numa estrutura elevada independente, apoiado na retaguarda do píer.

O transportador do píer é montado em uma estrutura metálica elevada na retaguarda do píer. Essa estrutura possui trilhos para o deslocamento do *tripper*. Ela se inicia na torre de transferência final do sistema de expedição e termina em uma torre de motorização.

O carregamento de dois porões simultâneos somente será possível através de duas máquinas móveis no píer, alimentadas por duas linhas de transportadores.

A seguir é apresentado um quadro com as vantagens e desvantagens do Carregador Móvel:

VANTAGENS	DESVANTAGENS
1 – Facilidade de montagem do carregador. Dependendo da contratação, o CN poderá ser importado totalmente montado, com exceção do *tripper*. Será necessária apenas uma operação de *load in* para a montagem do equipamento no píer.	1 – Custo alto de aquisição comparado com a alternativa de torres pescantes.
2 – Facilidade de manutenção. O píer permite apoio para manutenção em qualquer ponto do mesmo.	2 – Média proteção ambiental. É alimentado por *tripper* elevado, com eventual queda de produto no píer ou na água. O transportador do píer é aberto, mas poderá ser fechado com correia de cobertura.
3 – Berço e equipamentos aproveitáveis para outras operações de carga e descarga.	3 – Necessidade de montagem de uma torre transferência, uma torre de motorização e da estrutura dos transportadores do píer (estruturas muito altas) antes de receber o *tripper* do CN.
	4 – Baixa eficiência operacional em relação às torres pescantes. Necessário parar o carregamento para deslocamento da máquina durante a troca de porão.
	5 – Sinaliza maiores custos de manutenção.
	6 – Alto custo de obras civis: necessário construir plataforma totalmente estaqueada com comprimento e largura adequados ao curso de deslocamento da máquina de modo a atender todos os porões do navio de projeto.

Conclusão

Em vista das vantagens das Torres Pescantes apresentadas acima, as mesmas são escolhidas como o melhor sistema para carregamento de navios de grãos.

3.2.2 Complexo Náutico

3.2.2.1 Terminal de Passageiros

3.2.2.1.1 Infraestrutura

A fundação do píer para navios de passageiros são similares as construídas para os píeres T, F e L, no entanto, são estruturas com características mais simples e de menor diâmetro, será constituída de estacas conforme as seguintes possibilidades:

- Estaca de concreto armado com camisa perdida de aço ASTM A-36;
- Estaca de concreto pré-moldado protendida vazada;
- Estaca de aço estrutural ASTM-A36.

Estaca de concreto armado com camisa perdida de aço ASTM A-36

Este tipo de estaca deverá ser executado com auxilio de balsa provida de bate-estaca, guias e equipamentos auxiliares, de modo a possibilitar a cravação da camisa metálica provisória e em seguida se promover a limpeza da bucha do fuste, bem como perfuração do terreno competente, localizado abaixo da ponta da camisa provisória, por intermédio de equipamento apropriado, Ex: “perfuratriz Wirth”. Este equipamento deverá estar também embarcado na balsa de apoio a cravação da camisa provisória.

Estaca de concreto pré-moldado protendida vazada

O sistema construtivo da solução anterior tem menor grau de complexidade que da estaca de concreto pré-moldado protendida. A fabricação desta última é realizada no canteiro de obras, que deverá ser equipado com bancadas múltiplas de pretensão e área de estocagem de estacas, onde é feita a cura. Além disso, o transporte deve ser feito cuidadosamente entre a estocagem e o posicionamento na guia para cravação no sentido de protegê-la contra o surgimento de fissuras nocivas ao seu desempenho.

Estaca de aço estrutural ASTM-A36

Este tipo de estaca é fabricado por empresas especializadas. Normalmente os segmentos parciais que compõem as estacas são fabricados na oficina do responsável pelo seu

fornecimento, podendo variar de 12 a 22 metros por segmento e soldados entre si no canteiro de obras de modo a se obter o comprimento total da estaca ou o comprimento próximo ao necessário para atendimento ao fim a que se destinam.

Conclusão

Do acima exposto conclui-se que a estaca de concreto armado com camisa perdida de aço ASTM A-36 é sem dúvida a mais vantajosa para a obra do Complexo Náutico da expansão do Porto de Paranaguá. São estacas similares as utilizadas para a implantação dos píeres T, F e L, porém com menor diâmetro.

Assim como para os píeres, essa alternativa é mais vantajosa nos aspectos estruturais, financeiros e ambientais. A metodologia de execução destas estacas consiste na cravação da camisa metálica, perfuração do solo e/ou rochas, limpeza interna da camisa contemplando o transporte do material para local licenciado, preenchimento da camisa com a gaiola de armação, concretagem da estaca, cura do concreto e arrasamento da estaca no nível de projeto. A camisa metálica serve de proteção contra a corrosão para estaca de concreto, prolongando a vida útil da estrutura. Além disso, esse tipo de estaca tem menor custo de manutenção.

3.2.2.1.2 Superestrutura

Para a superestrutura dos píeres “Off Shore” do Terminal de Passageiros foram avaliados duas alternativas, quais sejam:

- Elementos pré-moldados com monolitização estrutural composta de segunda fase de concretagem "in loco";
- Concreto moldado "in loco";

Elementos Pré-Moldados com monolitização estrutural composta de segunda fase de concretagem “In Loco”

Esta alternativa considera a utilização de elementos pré-moldados (capitéis, vigas e pré-lajes), monolitizados por segunda fase de concretagem (in loco). Nesta modalidade elimina-

se a necessidade de execução de formas, cimbramento e desforma que sem dúvida oneram, encarecem e demandam de maior tempo para sua conclusão.

Concreto Moldado “In Loco”

Esta concepção construtiva necessita de maior prazo para sua execução do que a opção anterior. Além disso, há possibilidade de ocorrência de anomalias (patologias) no concreto, que após algum tempo, de utilização tornam o mesmo carente de recuperação estrutural, geralmente de grande monta e de difícil execução em função do acesso à referidas anomalias (região inferior das estruturas).

Entre as patologias encontradas nesta modalidade executiva, pode-se destacar:

- Desagregação de concreto superficial ou profunda;
- Armaduras expostas às intempéries;
- Segregação do concreto;
- Eflorescências;
- Oxidação generalizada das armaduras;
- Lixiviação do concreto;
- Fissuras generalizadas na estrutura, entre outras patologias.

Some-se a estes pontos negativos o aspecto de que este tipo de estrutura normalmente está exposto ao ataque de “spray marítimo” que funciona como agente acelerador da desagregação estrutural, bem como da corrosão das armaduras.

Conclusão

A adoção de elementos pré-moldados com monolitização estrutural composta de segunda fase de concretagem “in loco” é a alternativa mais viável, pois reduz o risco das patologias descritas acima, tem menor tempo de execução, confere mais limpeza a obra e tem menor custo de construção no empreendimento.

3.2.2.2 Marina

Estruturas em concreto

A superestrutura da Ponte de acesso e píeres para a o Terminal de Passageiros poderá ser realizado por intermédio de estruturas aporticadas com estacas de concreto pré-moldadas de pequeno diâmetro, coroadas por elementos pré-moldados de concreto armado, minimizando assim o emprego de formas, sendo por último lançado concreto “In Loco” de forma a monolitizar o conjunto das estruturas.

Estruturas em elementos flutuantes

Alternativamente poderá ser adotada para este equipamento náutico, uma estrutura flutuante de elementos em polietileno de alta densidade unidos entre si por adequados sistemas de união entre os módulos. Este sistema está sendo amplamente empregados em estruturas de Marinas protegidas de ondas e correntes marítimas.

A Ponte de acesso é fixa ao longo de sua maior dimensão por elementos cravados no solo, sendo os diversos píeres montados transversalmente à Ponte de acesso e a ela fixados por elementos especialmente projetados para este fim.

Conclusão

Adoção de sistema flutuante com utilização de elementos de polietileno de alta densidade é a alternativa mais viável, principalmente pela alta resistência do material a intempéries e a raios ultravioletas.

3.2.2.3 Edificações

Concreto

Como alternativa, os prédios de apoio em terra poderão ter suas estruturas em concreto armado convencional podendo ser utilizado também sistema de peças pré-fabricadas de forma a otimizar o prazo de construção destas edificações.

Estruturas Metálicas

As edificações também poderão ser constituídas de estruturas metálicas, que consiste em perfis laminados ou soldados unidos entre si por intermédio de ligações soldadas ou aparafusadas, compondo estrutura reticulada capaz de resistir aos esforços solicitantes permanentes ou acidentais que agem durante a vida útil da estrutura.

Conclusão

Das alternativas consideradas, optou-se pela adoção de estrutura em concreto armado por apresentar melhor custo/benefício. Há a reutilização de formas, o concreto armado reduz o surgimento de patologias na estrutura em ambientes agressivos, prolongando a vida útil e reduzindo as despesas com a manutenção predial.

3.2.2.4 Estacionamentos

Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ)

O CBUQ é concebido a partir de mistura executada em usina apropriada, com características específicas, composta de agregado mineral graúdo, material de enchimento (filler) e ligante betuminoso, espalhada e comprimida a quente.

Após a liberação dos serviços de reforço de subleito, aplicação de sub-base e base será executada a imprimação e caso necessário, pintura de ligação com material ligante asfáltico. Após estas etapas de serviço a pista fica liberada para a aplicação do CBUQ.

O CBUQ será produzido em usina deverá ser transportado, entre a usina e o ponto de aplicação, em caminhões basculantes apropriados, coberto por lona de modo a proteger todo o material transportado de intempéries e resfriamento prematuro da mistura.

Na pista, o material deverá ser espalhado com auxílio de vibro-acabadora sendo iniciado então o processo de rolagem para compressão.

Após a rolagem e quando a compressão atingir o grau especificado no projeto, será iniciado o resfriamento da mistura compactada.

Pavimento Rígido

O piso em pavimento rígido, trata-se de pavimento de concreto simples cuja camada é constituída de placas de concreto de cimento Portland, não armada ou eventualmente armada com armadura sem função estrutural, que desempenha simultaneamente as funções de base e revestimento.

Conclusão

Para o Complexo Náutico será adotado o pavimento flexível com CBUQ, pois tem baixo custo e o prazo de execução mais rápido. Além disso, é mais indicado para situações de pouco fluxo de trafego e veículos leves que transitarão na área.

3.2.3 Dragagem

As obras de dragagem por ser executadas por diferentes tipos de equipamentos de acordo com as características de projeto e com relação a hidrodinâmica e o transporte de sedimentos do local a ser aprofundados e/ou alargado. As opções avaliadas foram:

- Draga autotransportadora de sucção e arrasto (hopper);
- Dragas de Sucção e Recalque;
- Draga com Caçamba de Mandíbulas.

3.2.3.1 Draga autotransportadora de sucção e arrasto (*hopper*)

As dragas *hopper* são navios com propulsão própria que contam com cisterna (*hoppers*) para armazenagem do material dragado. As cisternas podem ser esvaziadas geralmente pelas portas de fundo de maneira controlada, reduzindo os impactos ao meio ambiente. O material de descarte deve ser transportado pela draga até bota-fora licenciado por órgão ambiental. São principalmente utilizadas para a dragagem de material solto, como areia, argila ou cascalho.

Fonte: www.deme-group.com/technology/dpdt-pearl-river

Figura 3.32 – Draga *hopper*

3.2.3.2 Dragas de Sucção e Recalque

Estas dragas geralmente se caracterizam por uma embarcação flutuante composta por bombas de sucção e recalque. São utilizadas em substratos que não apresentam resistência à desagregação, sendo o material removido somente pela ação da diferença de pressão exercida pela sucção. São normalmente utilizadas para a dragagem de substratos arenosos não colmatados.

Fonte: www.submardragagens.com.br/submar/galeria-de-fotos/site/listar

Figura 3.33 – Draga de sucção e recalque

3.2.3.3 Draga com Caçamba de Mandíbulas

Este tipo de draga consiste em um guindaste rotativo montado sobre uma plataforma flutuante, e dotado de uma caçamba, acionada por pistão hidráulico da cabine de comando do equipamento. As estruturas verticais fixadas sobre o pontão flutuante (charutos ou estacas) têm como função dar apoio durante o ato da escavação.

As caçambas de mandíbulas apresentam versatilidade tendo múltiplas aplicações nos portos, como a limpeza prévia de áreas a serem posteriormente dragadas por dragas hidráulicas.

Fonte: www.dratecengenharia.com.br/dragagem

Figura 3.34 – Draga com caçamba de mandíbulas

3.2.3.4 Conclusão

Para atendimento às características supracitadas, bem como aos aspectos ambientais, o equipamento selecionado para a execução das obras de dragagem da expansão Porto de Paranaguá foi a draga autotransportadora de sucção e arrasto, também conhecida como *hopper* (item 3.2.3.1).

Este tipo de draga apresenta alto grau de manobrabilidade e é indicada quando a área de despejo (bota-fora) de material dragado é distante da área do projeto. Vale ressaltar que as

cisternas vêm aumentando sua capacidade de armazenagem de material, o que reduz consideravelmente o seu custo operacional. A Figura 3.35 apresenta uma draga do tipo hopper já utilizada em outros empreendimentos no Porto de Paranaguá.

Fonte: https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:258778/mmsi:245272000/vessel:ELBE

Figura 3.35 – Draga ELBE

3.2.4 Tecnologias Limpas

Na busca de minimizar os impactos ambientais provocados pela implantação e operação do Complexo Náutico, são propostas alternativas às construções tradicionais e utilização de tecnologias limpas para otimização do consumo de insumos.

3.2.4.1 Captação e Reuso de Água

Para fazer a captação da água de chuva, é possível utilizar qualquer superfície que consiga acumular a água. Nas edificações do Complexo Náutico serão implementados sistemas de reuso de acordo com as normas técnicas que regulamentam o tema. O sistema irá consistir em um reservatório (cisterna) que capta a água da chuva através de calhas instaladas nos telhados das edificações ou no piso. As calhas podem ter um filtro, que irá reter folhas, pedaços de galhos e outros elementos indesejados.

Cabe destacar que a água da chuva não é potável, portanto, imprópria para o consumo humano e, devido a isso, a água coletada no Complexo Náutico poderá ser utilizada principalmente para irrigação de jardins, lavagem e limpeza de pátios e descarga em vasos sanitários, resultando em economia e mitigando impactos ambientais.

3.2.4.2 Captação de Energia Solar

O uso de energia solar tem como objetivo final reduzir custos e minimizar impactos ambientais. No contexto do Complexo Náutico, deverão ser implantados módulos fotovoltaicos (comumente conhecidos como painéis solares) de silício para captação da luz solar e retenção da energia. Os painéis deverão ser instalados nos telhados das edificações e deverão ser conectados a inversores solares, que irão converter a energia solar dos módulos em energia elétrica para posterior distribuição nas instalações.

A energia solar é limpa e renovável, conferindo vantagens socioambientais às edificações, uma vez que não há emissão de gases poluentes ou outros tipos de resíduos durante sua operação. Em países com grande incidência solar, como o Brasil, o uso dessa energia é viável em praticamente todo o território, logo não há restrição para a instalação no Complexo Náutico. Além disso, a implantação em áreas de grande demanda energética pode trazer vantagens competitivas, uma vez que o empreendimento poderá usar menos ou nenhuma energia vinda do sistema.

3.3 Alternativa de Não Realização do Empreendimento

Os projetos de expansão da infraestrutura do Porto de Paranaguá são de extrema importância influenciando diretamente no aumento de atendimento à exportação de granéis sólidos e líquidos, incentivo de produção agrícola, reagindo à saturação de movimentação de cargas nos demais portos brasileiros e visando o crescimento socioeconômico do país, na geração de empregos, aumento de qualidade de vida da população e do incentivo ao turismo local do litoral paranaense.

A não realização dos empreendimentos acima descritos afetam diretamente a economia do país. Fonte geradora de empregos, desde o produtor agrícola até a população litorânea, e desenvolvimento tecnológico da região, as obras dos Píeres T, F, L e Complexo Náutico servirão também como incentivo de crescimento aos demais portos brasileiros.

O Porto de Paranaguá se destaca no cenário nacional, devido à operação em sistemas de exportação, principalmente nos corredores de exportação de soja. Neste contexto, o Porto necessita cada vez mais de espaços para acomodar as demandas de exportação que, em suma, atendem a um processo de desenvolvimento nacional e que poderão ser supridos com a ampliação.

O porto está estrategicamente situado entre dois grandes centros econômicos formados pelo triângulo Buenos Aires - Córdoba - Montevidéu, na Argentina e Uruguai; e São Paulo - Rio de Janeiro – Santa Catarina, no Brasil, que se constituem os maiores produtores e consumidores do MERCOSUL. A não implantação dos empreendimentos poderá fazer com que o Porto de Paranaguá perca competitividade frente a esses mercados. Ademais a região é rota obrigatória para o escoamento da soja no Brasil, que possui como maiores produtores os estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, além do próprio Paraná, logo, a Ampliação do Porto de Paranaguá é fundamental para a cadeia produtiva de grãos. As obras dos Píeres T, F e L poderão também incentivar os investimentos governamentais e de grandes empresas privadas no município, assim, potencializando a capacidade e modernizando o atendimento operacional do Porto de Paranaguá.

Além disso, embora o Porto de Paranaguá receba alguns navios de cruzeiro no período de veraneio, não possui uma estação de passageiros nem um terminal turístico para atender a esta demanda. Os navios de cruzeiro são atualmente atendidos no Berço 208 do cais comercial. Esta situação, além de trazer prejuízos a movimentação de cargas no Porto, se mostra inadequada também para os turistas, os quais são prejudicados pela operação portuária, principalmente pelo trânsito de caminhões de carga. Faz-se assim necessária a implantação do Terminal de Passageiros para não prejudicar a região de Paranaguá, tanto no que concerne a movimentação das cargas como ao turismo.

A ampliação do Porto de Paranaguá, fundamentado pelos resultados dos Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA), em consonância com a APPA, tem portanto, o objetivo de promover o aumento da capacidade de movimentação do Porto através da implantação do Píer T, do Píer F, do Píer L e de aproveitamento do potencial turístico da região com a implementação do Complexo Náutico. Do mesmo modo, esta ampliação gera condições para a prevenção de riscos e impactos operacionais, minimizando potenciais situações adversas. Para atender a este objetivo, o projeto de ampliação visa aproveitar uma área já consolidada para atividade portuária.

Com base nas análises de demanda e capacidade, alternativas de expansão de infraestrutura do Porto de Paranaguá foram identificadas como necessárias para superar déficits de capacidade de movimentação de algumas cargas, dentre estas, as cargas movimentadas através do Corredor de Exportação, no Cais Oeste e no Píer de Inflamáveis (Tabela 3.4). O Porto de Paranaguá visa, consequentemente, melhorar sua infraestrutura operacional, reduzindo seus custos e aumentando sua eficiência. Objetivamente, pretende oferecer maior eficiência operacional em termos de logística portuária. A paralisação do crescimento da atividade, efetivamente, terá impacto direto sobre os bens e serviços que, direta ou indiretamente, geram renda para o município e região.

Nesse contexto, a não implantação dos Píeres T, F e L impossibilitaria o aumento de capacidade de movimentação do Porto de Paranaguá e a instalação da infraestrutura necessária, inviabilizando a movimentação prevista na Tabela 3.4.

Além disso, ressaltar que o aumento da safra agrícola e a melhora da economia brasileira devem impulsionar as atividades de movimentação de grãos. Com o crescimento da demanda, o porto necessita cada vez mais de espaços de armazenagem e píeres para exportação que, em suma, atendem a um processo de desenvolvimento nacional. O maior volume de carregamento de produtos no porto necessita de processos mais eficientes para o do escoamento dos produtos, que somente poderá ser suprido com a ampliação do porto. Dessa forma, sem a implantação do projeto, o porto não terá capacidade de atender às movimentações de cargas crescentes. Por conseguinte, essa medida impactaria de modo negativo à economia do município de Paranaguá e de toda a cadeia produtiva e de escoamento de produtos.

Portanto, a não instalação do empreendimento acarretaria numa provável eliminação de alguns impactos adversos identificados neste estudo. Entretanto deve-se considerar que, em contrapartida, sua implantação poderá potencializar outros impactos negativos, os quais são analisados com detalhes no capítulo de avaliação de impactos ambientais.

Tabela 3.4 – Projeção de Cargas do Porto de Paranaguá

Mercadoria	Natureza de carga	Sentido	Tipo de navegação	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Açúcar em sacaria	Carga Geral	Embarque	Longo Curso	411.840	308.225	319.283	326.316	331.517	335.659	339.110
Celulose	Carga Geral	Embarque	Longo Curso	-	1.192.779	1.278.398	1.337.622	1.394.739	1.452.256	1.509.836
Veículos	Carga Geral	Desembarque	Longo Curso	76.379	88.071	103.540	122.434	144.776	168.234	184.097
Veículos	Carga Geral	Embarque	Longo Curso	127.986	185.587	201.718	219.858	237.899	255.058	271.676
Contêiner	Contêiner	Desembarque	Cabotagem	258.388	180.589	196.110	215.416	235.811	255.203	273.772
Contêiner	Contêiner	Embarque	Cabotagem	264.500	276.146	300.276	329.743	360.542	389.557	417.133
Contêiner	Contêiner	Desembarque	Longo Curso	3.375.035	4.715.694	5.252.102	5.739.995	6.175.744	6.502.228	6.704.664
Contêiner	Contêiner	Embarque	Longo Curso	5.258.705	5.872.231	7.028.974	8.596.814	9.523.459	9.749.181	9.881.456
Óleo de soja	Granel Líquido Agrícola	Embarque	Longo Curso	74.728	75.368	76.959	77.980	78.256	78.119	78.167
Derivados de petróleo (exceto GLP)	Granel Líquido Combustível	Desembarque	Cabotagem	266.706	464.745	501.883	547.562	595.375	640.485	683.500
Derivados de petróleo (exceto GLP)	Granel Líquido Combustível	Embarque	Cabotagem	541.003	658.028	709.176	771.786	837.065	898.386	956.725
Derivados de petróleo (exceto GLP)	Granel Líquido Combustível	Desembarque	Longo Curso	284.993	589.284	638.221	680.355	741.486	837.278	959.727
GLP	Granel Líquido Combustível	Desembarque	Cabotagem	149.219	260.020	280.799	306.356	333.107	358.345	382.412

Mercadoria	Natureza de carga	Sentido	Tipo de navegação	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
GLP	Granel Líquido Combustível	Desembarque	Longo Curso	46.172	39.352	42.620	45.434	49.516	55.913	64.091
Produtos químicos	Granel Líquido Combustível	Desembarque	Cabotagem	106.090	127.946	136.084	146.150	156.732	166.744	176.305
Produtos químicos	Granel Líquido Combustível	Desembarque	Longo Curso	203.454	174.290	176.602	178.201	179.743	181.296	182.851
Produtos químicos	Granel Líquido Combustível	Embarque	Longo Curso	33.096	37.328	43.429	44.346	45.507	50.465	59.808
Açúcar a granel	Granel Sólido Agrícola	Embarque	Longo Curso	3.959.258	4.378.491	4.479.737	4.583.122	4.693.948	4.811.256	4.934.076
Farelo de soja	Granel Sólido Agrícola	Embarque	Longo Curso	5.126.319	5.657.474	5.988.513	6.399.839	6.765.938	6.987.640	7.088.193
Malte e cevada	Granel Sólido Agrícola	Desembarque	Longo Curso	272.952	512.066	513.573	515.073	516.516	517.723	518.557
Milho	Granel Sólido Agrícola	Embarque	Longo Curso	3.750.409	4.521.314	6.005.190	7.358.767	8.386.510	8.899.669	9.109.846
Soja	Granel Sólido Agrícola	Embarque	Longo Curso	8.414.968	10.811.032	12.598.418	13.856.184	14.746.374	15.393.390	15.879.620
Trigo	Granel Sólido Agrícola	Embarque	Cabotagem	204.501	242.337	251.805	262.827	273.818	283.765	292.922
Trigo	Granel Sólido Agrícola	Desembarque	Longo Curso	66.019	71.589	85.222	103.019	119.704	133.576	141.501
Trigo	Granel Sólido Agrícola	Embarque	Longo Curso	95.297	200.407	236.414	261.838	281.985	298.890	313.589
Fertilizantes	Granel Sólido Mineral	Desembarque	Longo Curso	7.383.888	7.029.561	6.758.637	6.695.136	6.722.525	7.090.512	7.458.461
Sal	Granel Sólido Mineral	Desembarque	Cabotagem	193.261	149.302	153.696	158.803	163.864	168.407	172.566

Mercadoria	Natureza de carga	Sentido	Tipo de navegação	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Sal	Granel Sólido Mineral	Desembarque	Longo Curso	33.512	50.184	56.005	67.127	77.978	86.501	91.806
Outros	Outros	Outros	Outros	101.734	488.110	543.483	598.765	640.937	669.656	690.438
Total	**Total**	**Total**	**Total**	**41.080.412**	**49.357.552**	**54.956.866**	**60.546.868**	**64.811.371**	**67.715.391**	**69.816.906**

Fonte: Plano Mestre Preliminar, 2016

PLANAVE S.A.
Estudos e Projetos de Engenharia

appa
ADMINISTRAÇÃO DOS PORTOS DE PARANAGUÁ E ANTONINA

CLIENTE: **Administração do Porto de Paranaguá e Antonina - APPA**			
EMPREENDIMENTO: **Ampliação do Porto de Paranaguá**			
OPERAÇÃO: 1.15.066	OS/OSA 01/01	Nº PLANAVE RL-B00-H01-1001	REV. PLANAVE 0
CONTRATO: 077/2015		Nº CLIENTE -	REV. CLIENTE -

TÍTULO:

INSERÇÃO REGIONAL

REV.	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES	DATA	EXE.	REV.	APR.
0	EMISSÂO INICIAL	08/03/2017			

SUMÁRIO

4. Inserção Regional 93
4.1 Regulamentação Legal Aplicável 98
4.1.1 Dispositivos Normativos 98
4.1.1.1 Legislação Federal 98
4.1.1.2 Legislação Estadual 106
4.1.1.3 Legislação Municipal 109
4.1.2 Instrumentos de Planejamento 110
4.1.2.1 Integração do empreendimento com as políticas governamentais, instrumentos de planejamento e gestão pública federais 111
4.1.2.2 Integração do empreendimento com os instrumentos de planejamento e gestão pública estaduais 123
4.1.2.3 Integração do empreendimento com os instrumentos de planejamento e gestão pública municipais 136
4.1.3 Programas Ambientais em execução pela APPA 142
4.1.4 Outros Empreendimentos previstos para o Litoral 145

FIGURAS

Figura 4.1 - Localização Nacional e Regional do Porto de Paranaguá 95
Figura 4.2 - Localização do Empreendimento 96
Figura 4.3 - Parques Aquícolas e o Empreendimento 121
Figura 4.4 - Zoneamento Ecológico Econômico (Fase Litoral) e o Empreendimento 127
Figura 4.5 - Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Paranaguá (PDZPO) e o Empreendimento 131
Figura 4.6 - Poligonal do Porto Organizado de Paranaguá e o Empreendimento 133
Figura 4.7 - Eixo Modal de Paranaguá, áreas de compensação previstas e o Empreendimento 135
Figura 4.8 - Plano Diretor de Paranaguá e o Empreendimento 140
Figura 4.9 – Áreas arrendadas ou arrendáveis na área do Porto de Paranaguá 146
Figura 4.10 - Empreendimentos de Infraestrutura em processo de licenciamento ambiental no Litoral do Paraná 154

TABELAS

Tabela 4.1 - Legislações Federais 99
Tabela 4.2 - Legislações Estaduais 107
Tabela 4.3 - Legislações Municipais 109
Tabela 4.4 - Linhas Estratégicas para o Porto 117
Tabela 4.5 - Ações Determinantes para manutenção e expansão da produtividade do Porto 118
Tabela 4.6 - Programas em execução (APPA) 142
Tabela 4.7 - Outros Empreendimentos Portuários em processo de licenciamento ambiental no Litoral do Paraná 148
Tabela 4.8 - Empreendimentos de Infraestrutura em processo de licenciamento ambiental no Litoral do Paraná 152

4. INSERÇÃO REGIONAL

Neste capítulo pretende-se realizar uma análise da integração e compatibilidade da ampliação do porto de Paranaguá com as normativas legais e os instrumentos de planejamento estabelecidos pelo poder público, bem como em relação aos planos e programas de desenvolvimento em andamento e propostos para a área de influência do empreendimento.

As infraestruturas e logísticas portuárias possuem um papel de destaque no contexto brasileiro, constituindo-se como fator indutor do desenvolvimento econômico, por interligar regiões e proporcionar a movimentação e o transporte de cargas de maneira segura e econômica. Neste sentido, constata-se que o transporte aquaviário evidencia-se como o principal modal utilizado no transporte de cargas brasileiras para a exportação, de modo que o setor portuário do país conta com 134 portos marítimos e terminais de uso privado marítimos, dos quais 34 são portos organizados e 100 são terminais de uso privado que operam diversas naturezas de cargas (SILVA, 2015).

Ressalta-se que a relevância das atividades portuárias como dinamizadoras de desenvolvimento econômico, em escalas locais, regionais e nacionais, tem propiciado estudos crescentes, cujos enfoques permeiam a estrutura portuária, o desempenho e a eficiência dos portos e terminais brasileiros. Os resultados atrelados aos diagnósticos desenvolvidos vêm orientando-se em face da necessidade de aportes de infraestruturas de acesso e logísticas para a consolidação de portos mais competitivos e eficientes (ACQUAPLAN, 2011a; ACQUAPLAN, 2011b; FEESC e LABTRANS, 2014; SILVA, 2015).

De modo semelhante, Cullinane *et al.* (2005) reiteram que a intensificação do fluxo de comércio entre países, aliada aos elos de integração das cadeias logísticas, representados pelos portos nacionais, culmina em necessidades de reestruturação de suas capacidades, de modo a adequá-las às demandas competitivas, em curto, médio e longo prazos.

No que concerne, especificamente, ao Porto de Paranaguá, cuja caracterização dar-se-á no *Capítulo 5 – Caracterização do Empreendimento*, deste EIA, verifica-se que a sua operação é fato histórico que remonta à ocupação pioneira do Estado do Paraná e do próprio Estado Nacional, configurando-se, notadamente, como um agente estratégico para a economia do país e do Estado do Paraná.

Do ponto de vista da inserção nacional e regional do Porto de Paranaguá, destaca-se que esta apresenta relevância, em face de três fatores locacionais primordiais, quais sejam (Figura 4.1):

- *Por sua localização, estrategicamente situado entre dois grandes centros econômicos formados pelo triângulo Buenos Aires - Córdoba - Montevidéu, na Argentina e Uruguai; e São Paulo - Rio de Janeiro – Santa Catarina, no Brasil, que se constituem nos maiores mercados produtores e consumidores do MERCOSUL;*
- *Por inserir-se na rota obrigatória para o escoamento da soja, que possui como maiores produtores os estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, além do próprio Paraná;*
- *Por estar situado no Complexo Estuarino de Paranaguá - CEP (Figura 4.2), que reconhecidamente representa um dos melhores sistemas aquaviários, em termos de capacidade e segurança para a navegação no Brasil, condição que é corroborada pelos expressivos resultados alcançados pelo Porto de Paranaguá (ACQUAPLAN, 2010, p.53-54).*

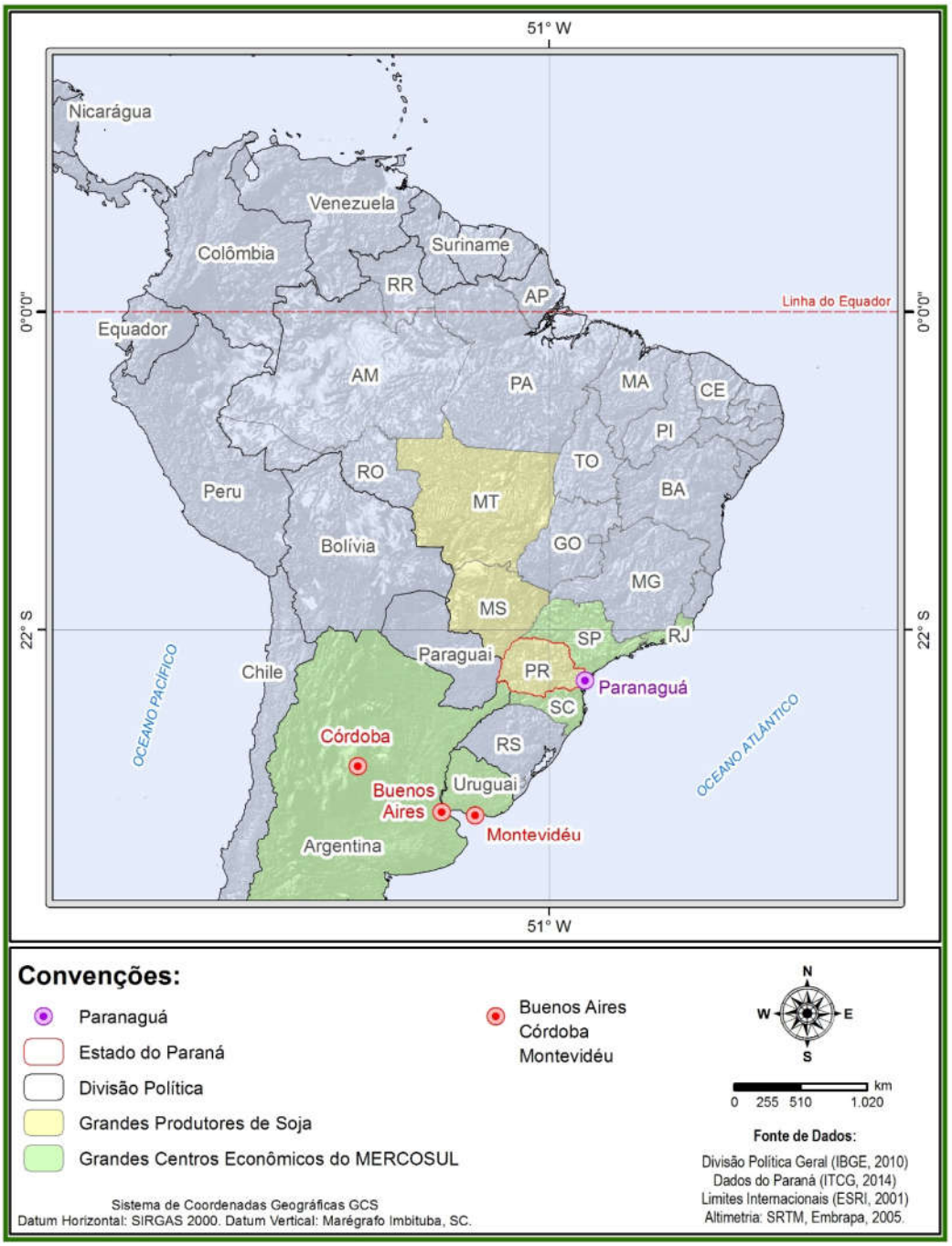


Figura 4.1 - Localização Nacional e Regional do Porto de Paranaguá

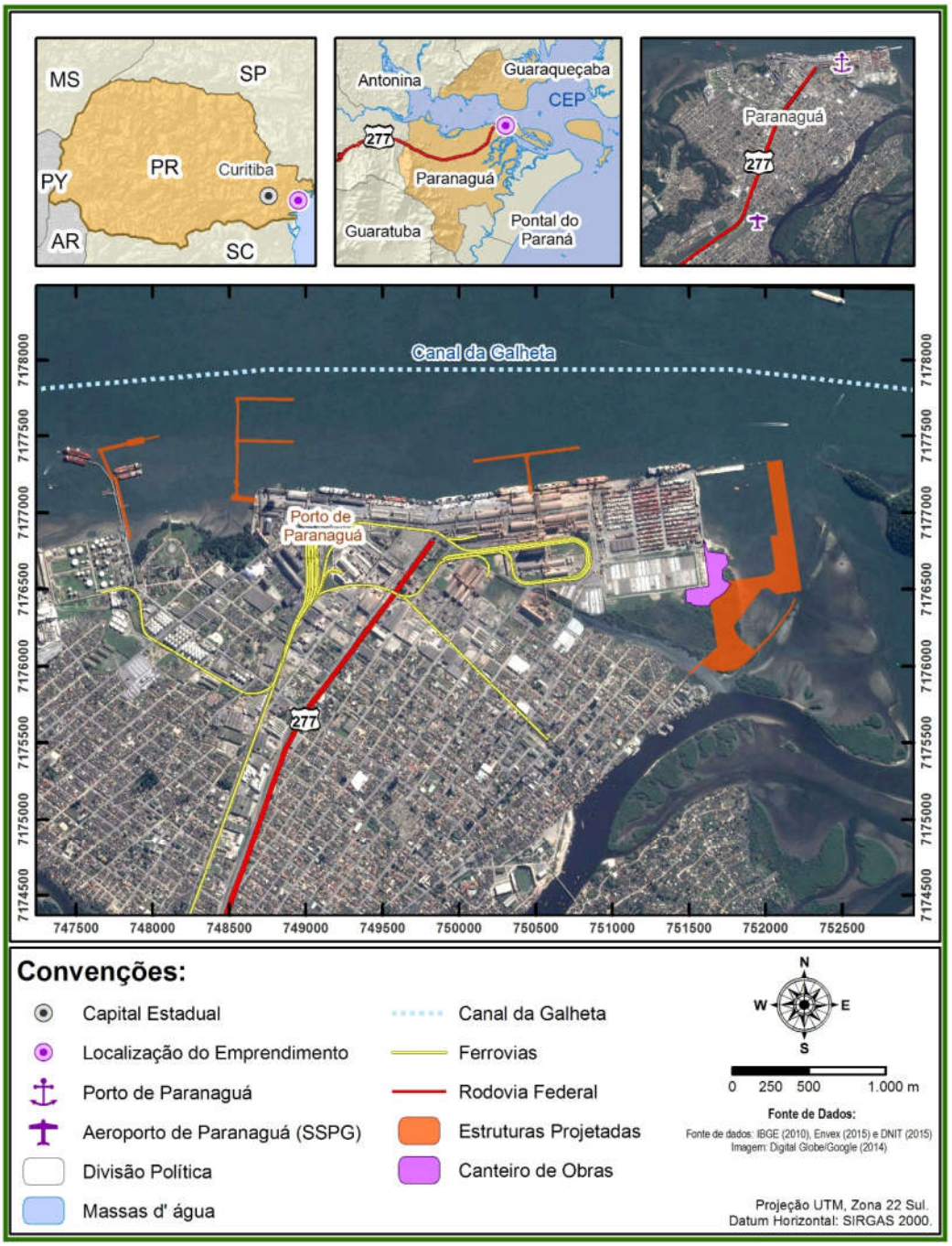


Figura 4.2 - Localização do Empreendimento

Dessa forma, em decorrência destes processos, o Porto de Paranaguá destaca-se no cenário nacional, devido à operação em sistemas de exportação, principalmente nos corredores de exportação de soja, sendo que, pela própria ocupação territorial, pela dinâmica de funcionamento e de como encontra-se inserido na malha urbana, o porto

necessita cada vez mais de espaços para acomodar as demandas de exportação que, em suma, atendem a um processo de desenvolvimento nacional.

Além disso, a forma como os serviços do porto atendem aos mecanismos de desenvolvimento regional, via de regra, impõem ao sistema de funcionamento nas cidades onde estão alocados, uma série de circunstâncias que dependem intrinsecamente de estruturas operacionais e logísticas para um adequado serviço portuário.

No que se refere à inserção local e regional (Figura 4.2), a BR-277 e a ferrovia, do ponto de vista viário e ferroviário, e o Canal da Galheta, quanto ao acesso aquaviário, são significativos dinamizadores da atividade portuária em Paranaguá, contudo, necessitam de empreendimentos de infraestruturas de acessos e logística organizacional portuária que lhes deem suporte, em face da ampliação das atividades e demandas do porto.

É no bojo destas dinâmicas, tanto de cunho nacional, como regionais e locais, que a ampliação do cais de acostamento do Porto de Paranaguá, englobando a ampliação do Píer "T", a implantação do Píer "F", a do Píer "L", além da construção de um Complexo Náutico encontra-se inserida, cuja descrição dar-se-á no *Capítulo 5 – Caracterização do Empreendimento*. Destaca-se que conjuntamente ao empreendimento, cujo diagnóstico encontra-se em curso no presente EIA, outros processos de licenciamento ambiental, portuários e de infraestruturas, estão vigentes no Litoral do Paraná, como destacado no item *4.1.4 – Outros Empreendimentos Previstos para o Litoral*, deste capítulo.

Neste sentido, a ampliação dessas estruturas visando à melhoria da capacidade para atendimento das demandas atuais e futuras do porto, exige, análises integradas, colocando em evidência os potenciais impactos ambientais decorrentes da atividade pretendida, de ordem ambiental e socioeconômica, bem como associações aos dispositivos legais que regulamentam estes processos nas diversas esferas jurisdicionais, cujos detalhamentos dar-se-ão no item *4.1 – Regulamentação Legal Aplicável*, deste capítulo.

Assim, partindo-se dos pressupostos de uma análise integrada, o presente capítulo deste EIA encontra-se estruturado em quatro partes, quais sejam: Regulamentação Legal Aplicável: Dispositivos Normativos; Instrumentos de Planejamento; Programas Ambientais em execução pela APPA, e Outros Empreendimentos previstos para o Litoral.

4.1 Regulamentação Legal Aplicável

Com o intuito de atender aos requisitos de licenciamento ambiental, bem como à análise da compatibilidade da ampliação do cais de acostamento do Porto de Paranaguá em relação aos planos, programas e instrumentos de planejamento, no âmbito deste documento, foram levantadas as normas legais em níveis federal, estadual e municipal, vigentes e aplicáveis ao empreendimento proposto, sendo estas expedidas pelos entes competentes e pelos órgãos da atividade portuária pretendida. Ressalta-se que nos itens a seguir são listadas, para fins de consulta, as legislações supracitadas, voltadas, sobretudo, ao meio ambiente, às atividades portuárias e seus potenciais impactos.

4.1.1 Dispositivos Normativos

4.1.1.1 Legislação Federal

Na esfera federal, merecem destaque algumas legislações, como a Constituição Federal, ao afirmar em seu artigo 225º, que "*todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações*" (BRASIL, 1988a). De modo conjugado, ressalta-se o 1° parágrafo, inciso IV, do mesmo artigo 225º, o qual reitera que para assegurar a efetividade desse direito, cabe ao Poder Público exigir e dar publicidade a estudos prévios de impacto ambiental para "instalação de obras ou atividades potencialmente causadoras de degradação ao meio ambiente" (BRASIL, 1988a).

No que concerne à competência legislativa entre os entes da União, Estados e Municípios, o artigo 24º da referida lei, estabelece que:

> *§ 1°. No âmbito da legislação concorrente, a competência da União limitar-se-á a esclarecer normas gerais.*
> *§ 2°. A competência da União para legislar sobre normas gerais exclui a competência suplementar dos Estados.*
> *§ 3°. Inexistindo lei federal sobre normas gerais, os Estados exercerão a competência legislativa plena, para atender as suas peculiaridades.*
> *§ 4°. A superveniência da lei federal sobre normas gerais suspende a eficácia da lei estadual, no que lhe for contrário (BRASIL, 1988a).*

Ainda no que se refere às normativas legais que se destacam em face do meio ambiente, verifica-se a Lei n° 6.938/1981, a qual dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, definindo seus objetivos, criando o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), e as

instâncias públicas responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental (BRASIL, 1981).

O SISNAMA que corresponde à estrutura adotada para a gestão ambiental no Brasil, é formado por um órgão superior de assessoria ao Presidente da República (Conselho de Governo), pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) como órgão consultivo e deliberativo, pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) como órgão central, pelo IBAMA e ICMBio como órgãos executores, além de entidades estaduais e locais, que nas suas respectivas jurisdições, são responsáveis pela normatização, controle e fiscalização de atividades com potenciais de degradação do meio ambiente (BRASIL, 1990).

As resoluções do CONAMA são responsáveis pelo estabelecimento de normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado (BRASIL, 1981), sendo suas competências asseguradas pela Lei n° 8.028/1990. Esta lei versa, entre outros aspectos, sobre a avaliação dos impactos ambientais, o licenciamento de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras, o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente e, os instrumentos e esferas da Política Nacional do Meio Ambiente que atuam em face da defesa ambiental (BRASIL, 1990).

Neste sentido, do ponto de vista do licenciamento, as resoluções 001/1986 e 237/1997, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), reiteram a obrigatoriedade de estudos de impacto ambiental para licenciamentos de atividades efetiva e potencialmente poluidoras do meio ambiente, tais como as portuárias. A Resolução CONAMA nº 237/1997 ainda determina que o licenciamento seja realizado em um único nível de competência, conforme expresso no artigo 4º ao assegurar como competência do IBAMA, o licenciamento ambiental de empreendimentos com significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional.

Dessa forma, as legislações em vigor, no âmbito federal, que versam sobre a temática ambiental, às atividades portuárias e seus potenciais impactos ao ambiente, e, portanto, pertinentes ao empreendimento em questão, podem ser consultadas na Tabela 4.1, representada a seguir:

Tabela 4.1 - Legislações Federais

Legislações Federais	
Legislação	**Descrição**
Lei nº 6.938/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação

Legislações Federais	
Legislação	**Descrição**
Lei nº 6.902/1981	Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental, e dá outras providências
Lei nº 7642/1987	Dispõe sobre a Procuradoria Especial da Marinha (PEM), e dá outras providências
Lei nº 7.661/1988	Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências
Constituição Federal de 1988 (art. 225, IV)	Exige, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade
Lei nº 8.617/1993	Dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental brasileiros, e dá outras providências
Lei nº 9.433/1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal
Lei nº 9.605/1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
Lei nº 9.795/1999	Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências
Lei nº 9.966/2000	Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências
Lei nº 9.984/2000	Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências
Lei nº 9.985/2000	Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o SNUC e dá outras providências
Lei nº 10.165/2000	Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a PNMA, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências
Lei nº 10.257/2001	Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências
Lei nº 10.233/2001	Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, e dá outras providências
Lei nº 11.428/2006	Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências
Lei nº 11.284/2006	Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro (SFB); cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal (FNDF) e dá outras providências

Legislações Federais	
Legislação	**Descrição**
Lei nº 11.488/2007	Cria o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI)
Lei nº 12.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências
Lei Complementar nº 140/2011	Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981
Lei nº 12.651/2012	Institui o Novo Código Florestal. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências
Lei nº 12.815/2013	Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários; e dá outras providências
Decreto nº 24.643/1934	Código de Águas - Estabelece normas de tutela dos direitos da Administração e dos particulares relativamente às águas superficiais, às nascentes, às águas subterrâneas e às águas nocivas
Decreto nº 84.017/1979	Aprova o Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros
Decreto n° 2.063/1983	Dispõe sobre multas a serem aplicadas por infrações à regulamentação para a execução de transporte de cargas ou produtos perigosos
Decreto nº 89.336/1984	Dispõe sobre as Reservas Ecológicas e Áreas de Relevante Interesse Ecológico
Decreto n° 95.733/1988	Dispõe sobre a inclusão no orçamento dos projetos e obras federais, de recursos destinados a prevenir ou corrigir os prejuízos de natureza ambiental, cultural e social decorrente da execução desses projetos e obras
Decreto nº 99.274/1990	Regulamenta as Leis Federais 6.902/81 e 6.938/81 no que tange também à criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências
Decreto nº 1.922/1996	Dispõe sobre o reconhecimento das Reservas Particulares do Patrimônio Natural, e dá outras providências
Decreto nº 4.136/2002	Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, prevista na Lei 9.966, de 28 de abril de 2000, e dá outras providências
Decreto nº 4.281/2002	Regulamenta a Lei 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências
Decreto nº 4.297/2002	Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-

Legislações Federais	
Legislação	**Descrição**
	Econômico do Brasil (ZEE) e dá outras providências
Decreto nº 4.340/2002	Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o SNUC, e dá outras providências
Decreto nº 4.613/2003	Regulamenta o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências
Decreto nº 4.871/2003	Dispõe sobre a instituição dos Planos de Áreas para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências
Decreto nº 5.092/2004	Define regras para identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade, no âmbito das atribuições do MMA
Decreto nº 5.300/2004	Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências
Decreto nº 5.377/2005	Aprova a Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM)
Decreto nº 5.758/2006	Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (PNAP), seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências
Decreto nº 6.514/2008	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências
Decreto nº 6.660/2008	Regulamenta os dispositivos da Lei n° 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica
Decreto nº 6.848/2009	Altera e acrescenta dispositivos ao Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, para regulamentar a compensação ambiental
Decreto n° 8.437/2015	Regulamenta o disposto no art. 7º, caput, inciso XIV, alínea “h”, e parágrafo único, da Lei Complementar nº140, de 8 de dezembro de 2011, para estabelecer as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será de competência da União
Decreto de 11 de fevereiro de 2016 (decreto não numerado)	Define a área do Porto Organizado de Antonina, Estado do Paraná
Decreto de 11 de fevereiro de 2016 (decreto não numerado)	Define a área do Porto Organizado de Paranaguá, Estado do Paraná
Decreto nº 8.972/ 2017	Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa
Resolução CONAMA nº 001/1986	Dispõe sobre critérios básicos, diretrizes gerais e estabelece a exigência de elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para o licenciamento
Resolução CONAMA nº 006/1986	Dispõe sobre a aprovação de modelos para publicação de pedidos de licenciamento
Resolução CONAMA nº 001-A/1986	Dispõe sobre transporte de produtos perigosos em território nacional
Resolução CONAMA nº 009/1987	Dispõe sobre a realização de audiências públicas
Resolução CONAMA nº 005/1989	Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar (PRONAR)

Legislações Federais	
Legislação	**Descrição**
Resolução CONAMA nº 001/1990	Dispõe sobre padrões, critérios e diretrizes para a emissão de ruídos, em decorrência de qualquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas
Resolução CONAMA nº 003/1990	Estabelece padrões de qualidade do ar e amplia o número de poluentes atmosféricos passíveis de monitoramento e controle
Resolução CONAMA nº 008/1990	Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR
Resolução CONAMA nº 006/1991	Dispõe sobre a incineração de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos
Resolução CONAMA nº 10/1993 (Convalidada pela Resolução nº 388, de 2007)	Estabelece os parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão de Mata Atlântica
Resolução CONAMA nº 002/1994	Define formações vegetais primárias e estágios sucessionais de vegetação secundária, com finalidade de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Paraná
Resolução CONAMA nº 237/1997	Define procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, de forma a efetivar a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental, instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente
Resolução CONAMA nº 241/1998	Estabelece limites máximos de emissão de poluentes
Resolução CONAMA nº 249/1999	Diretrizes para a Política de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Mata Atlântica
Resolução CONAMA nº 278/2001	Dispõe contra corte e exploração de espécies ameaçadas de extinção da flora da Mata Atlântica
Resolução CONAMA nº 300/2002	Complementa os casos passíveis de autorização de corte previstos no art. 2º da Resolução nº 278, de 24 de maio de 2001
Resolução CONAMA nº 306/2002	Estabelece requisitos mínimos e o termo de referência para realização de auditorias ambientais, objetivando avaliar os sistemas de gestão e controle ambiental nos portos organizados e instalações portuárias, plataformas e suas instalações de apoio e refinaria, tendo em vista o cumprimento da legislação vigente e do licenciamento ambiental
Resolução CONAMA nº 358/2005	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências
Resolução CONAMA nº 371/2006	Estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental, conforme a Lei n° 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o SNUC e dá outras providências
Resolução CONAMA nº 382/2006 (Complementada pela Resolução nº 436/2011)	Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas
Resolução CONAMA nº 388/2007	Dispõe sobre a convalidação das Resoluções que definem a vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica para fins do disposto no art. 4º § 1º da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006
Resolução conjunta IBAMA-SEMA-IAP nº 007/2008	Regulamenta a exploração eventual de espécies arbóreas nativas em remanescentes de vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, em ambientes agropastoril e em áreas urbanas
Resolução CONAMA nº	Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o

Legislações Federais	
Legislação	**Descrição**
396/2008	enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências
Resolução CONAMA nº 398/2008	Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração
Resolução CONAMA nº 420/2009	Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas
Resolução Conjunta MMA/IBAMA nº 259/2009	Dispõe sobre o empreendedor incluir no Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) capítulo específico sobre as alternativas de tecnologias mais limpas para reduzir os impactos na saúde do trabalhador e no meio ambiente, incluindo poluição térmica, sonora e emissões nocivas ao sistema respiratório
Resolução CONAMA nº 428/2010	Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências
Resolução CONAMA nº 430/2011	Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA
Resolução CONAMA nº 450/2012	Altera os arts. 9º, 16, 19, 20, 21 e 22, e acrescenta o art. 24-A à Resolução no 362, de 23 de junho de 2005, do CONAMA, que dispõe sobre recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado
Resolução CONAMA nº 452/2012	Dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basiléia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu depósito
Resolução CONAMA nº 454/2012	Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional
Resolução CONAMA nº 469/2015	Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil
Resolução CONAMA nº 472/2015	Dispõe sobre o uso de dispersantes químicos em incidentes de poluição por óleo no mar
Resolução CONAMA nº 473/2015	Prorroga os prazos previstos no §2º do art. 1º e inciso III do art. 5º da Resolução nº 428, de 17 de dezembro de 2010, que dispõe no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências

Legislações Federais	
Legislação	**Descrição**
Portaria IBAMA nº 1.034/1992	Institui grupo de trabalho para apresentar proposta de normas mínimas para tratamento de resíduos sólidos originários dos estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos
Portaria IPHAN nº 230/2002	Dispõe sobre procedimentos para a obtenção das licenças ambientais em urgência ou não, referentes à apreciação e acompanhamento das pesquisas arqueológicas
Portaria MMA nº 150/2006	Cria o Mosaico de Unidades de Conservação e suas zonas de amortecimento localizadas no litoral sul do Estado de São Paulo e no litoral do Estado do Paraná
Portaria MMA nº 09/2007	Dispõe sobre as áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira
Portaria MMA n° 443/2014	Reconhece as espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção
Portaria MMA n° 444/2014	Reconhece as espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção
Portaria MMA n° 445/2014	Reconhece espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção
Portaria SEP nº03/2014	Estabelece as diretrizes para a elaboração e revisão dos instrumentos de planejamento do setor portuário - Plano Nacional de Logística Portuária (PNLP) e respectivos Planos Mestres, Planos de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) e Plano Geral de Outorgas (PGO)
Portaria ICMBIO n° 09/2015	Aprova o Plano de Ação Nacional para Conservação das Espécies Ameaçadas e de Importância Socioeconômica do Ecossistema Manguezal (PAN Manguezal), estabelecendo seu objetivo geral, objetivos específicos, ações, prazo de execução, abrangência, formas de implementação e supervisão
Portaria interministerial nº 60/2015	Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)
Portaria Conjunta MMA/Ibama/ICMBio nº 225/2011	Cria no âmbito do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, o Comitê de Compensação Ambiental Federal – CCAF.
Instrução Normativa IBAMA nº 146/2007	Estabelece critérios para procedimentos relativos ao manejo de fauna silvestre (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação) em áreas de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna sujeitas ao licenciamento ambiental
Instrução Normativa da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca nº 16/2008	Cria o Comitê Consultivo Permanente de Gestão de Recursos Demersais (CPG/Demersais), como órgão consultivo e de assessoramento técnico da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República (SEAP/PR)
Instrução Normativa IBAMA nº 184/2008	Estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental federal
Instrução Normativa IBAMA nº 8/2011	Regulamenta, no âmbito do IBAMA, o procedimento da Compensação Ambiental, conforme disposto nos Decretos nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, com as alterações introduzidas pelo Decreto nº 6.848, de 14 de maio de 2009.
Instrução Normativa ICMBIO nº 005/2009	Estabelece procedimentos para a análise dos pedidos e concessão da Autorização para o Licenciamento Ambiental de

Legislações Federais	
Legislação	**Descrição**
	atividades ou empreendimentos que afetem as unidades de conservação federais, suas zonas de amortecimento ou áreas circundantes
Instrução Normativa IBAMA nº 005/2011	Estabelece critérios para supressão vegetal nos termos do Decreto nº 6.660 de 2008-IBAMA
Instrução Normativa IBAMA nº 06/2013	Regulamenta o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP)
Instrução Normativa ICMBIO nº 20/2011	Regula os termos de compromisso para compensação ambiental
Instrução Normativa IBAMA nº 02/2012	Estabelece as bases técnicas para programas de educação ambiental apresentados como medidas mitigadoras ou compensatórias, em cumprimento às condicionantes das licenças ambientais emitidas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)
Instrução Normativa ICMBIO n° 07/2014	Estabelece Procedimentos do Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade nos Processos de Licenciamentos Ambientais
Instrução Normativa ICMBIO n° 08/ 2014	Regula os procedimentos administrativos para a celebração de termos de compromisso para cumprimento da obrigação referente à compensação ambiental de que trata o art. 36 da Lei 9.985 de18 de julho de 2000, no âmbito das unidades de conservação federais, e dá outras providências
Instrução Normativa ICMBIO n°11/2014	Estabelece procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada (PRAD) para fins de cumprimento de legislação ambiental
Instrução Normativa IBAMA nº 22/ 2014	Estabelece critérios para Anuência Prévia de Supressão Vegetal para o Bioma Mata Atlântica
Instrução Normativa MMA n° 02/2015	Estabelece novas regras para autorizar a supressão de vegetação em área de espécies da fauna e da flora ameaçadas de extinção
Instrução Normativa IPHAN nº 01/2015	Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe

4.1.1.2 Legislação Estadual

No que concerne à esfera estadual, do ponto de vista dos órgãos reguladores e atuantes nas legislações e licenciamentos ambientais, destacam-se: 1) a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), cuja finalidade é formular e executar as políticas de meio ambiente; 2) o Instituto Ambiental do Paraná (IAP), entidade autárquica (Lei Estadual nº 10.066/1992), que dispõe de estrutura técnica especializada e, em nível estadual, apresenta como uma de suas atribuições, os licenciamentos; e 3) o Conselho Estadual do Meio Ambiente (CEMA), criado pela Lei Estadual nº 7.978/1984 e regulamentado através do Decreto Estadual nº 4.447/2001, o qual configura-se como o

órgão superior de caráter colegiado, consultivo, normativo e deliberativo, integrante do SISNAMA (SEMA, 2016; IAP, 2016; CEMA, 2016).

Dessa forma, as legislações em vigor, no estado do Paraná, que versam sobre a temática ambiental, às atividades portuárias e seus potenciais impactos ao ambiente, e, portanto, pertinentes ao empreendimento em questão, podem ser consultadas na Tabela 4.2 a seguir:

Tabela 4.2 - Legislações Estaduais

Legislações Estaduais	
Legislação	**Descrição**
Lei nº 7.109/1979	Institui o Sistema de Proteção do Meio Ambiente prevendo ações contra qualquer agente poluidor ou perturbador, com aplicação e fiscalização pela Administração dos Recursos Hídricos (ARH)
Lei nº 10.066/1990 (com as alterações da Lei Estadual 11.352/1996)	Cria a Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA), o Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e adota outras providências. Estabelece a competência do IAP para exercer o poder de polícia ambiental, controle e fiscalização, bem como, conceder licenciamento ambiental
Lei nº 10.247/1993	Dispõe que é competência do IAP a fiscalização pelo cumprimento de normas de proteção da flora e da fauna no Estado do Paraná
Lei nº 11.054/95	Dispõe sobre a Lei Florestal do Estado
Lei nº 12.493/1999	Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências
Lei nº 12.726/1999	Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e adota outras providências
Lei nº 12.945/2000	Institui o Fundo Estadual do Meio Ambiente (FEMA), conforme especifica e adota outras providências
Lei nº 13.164/2001	Dispõe sobre a Zona Costeira do Estado do Paraná
Lei nº 13.806/2002 (com alterações da Lei nº 17.143/2012)	Dispõe sobre as atividades pertinentes ao controle da poluição atmosférica, padrões e gestão da qualidade do ar, conforme especifica e adota outras providências
Decreto nº 5.316/1974	Aprova o Regulamento da Lei nº 6.513, de 18 de dezembro de 1973, que dispõe sobre a proteção dos recursos hídricos contra agentes poluidores
Decreto nº 857/1979	Regulamenta a Lei Estadual 7.109/79, define fontes de poluição, estabelece exigências para concessão de licença e hipóteses de não concessão
Decreto nº 5.040/1989	Define o macrozoneamento da região do Litoral Paranaense
Decreto Estadual nº 387/1999	Institui o Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção de Reserva Florestal Legal e Áreas de Preservação Permanente. Atribui ao responsável por obra ou atividade de interesse social ou de utilidade pública a obrigação pela recuperação ou compensação de dano ambiental, em caso de supressão ou fragmentação de área de reserva florestal legal
Decreto nº 6.674/2002	Aprova o Regulamento da Lei nº 12.493, de 22 de janeiro de

Legislações Estaduais	
Legislação	**Descrição**
	1999, que estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências
Decreto nº 3.148/2004	Estabelece a Política Estadual de Proteção à Fauna Nativa, seus princípios, alvos, objetivos e mecanismos de execução, define o Sistema Estadual de Proteção à Fauna Nativa (SISFAUNA), cria o Conselho Estadual de Proteção à Fauna (CONFAUNA), implanta a Rede Estadual de Proteção à Fauna Nativa (Rede PRÓ-FAUNA) e dá outras providências
Decreto nº 5.759/2012	Institui o Comitê da Bacia Litorânea
Decreto n° 9.886/ 2014	Institui e declara como sendo de utilidade pública e interesse social o Eixo Modal de Paranaguá e dá outras providências, da Secretaria de Infraestrutura e Logística do Estado do Paraná
Decreto Estadual n° 9.957/2014	Dispõe sobre o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos e adota outras providências
Decreto Estadual nº 10.266/2014	Define critérios e estabelece as condições necessárias para a inclusão de áreas úmidas como áreas de preservação permanente e para sua utilização
Decreto nº 2.415/2015	Dispõe sobre as atribuições do Conselho de Desenvolvimento Territorial do Litoral Paranaense e sua composição, instituído pelo Decreto nº 4.605, de 26 de dezembro de 1984, vinculado à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, aprova o seu Regimento Interno e adota outras providências
Decreto nº 4.996/2016	Dispõe sobre o Regulamento que define o documento técnico científico Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral Paranaense (ZEE PR – Litoral)
Decreto nº 5.793/2016	Altera o Regulamento que define o documento técnico científico Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral Paranaense (ZEE PR – Litoral)
Resolução CEMA nº 65/2008	Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece critérios e procedimentos a serem adotados para as atividades poluidoras, degradadoras e/ou modificadoras do meio ambiente e adota outras providências
Resolução Conjunta SEMA/IAP nº001/2010	Altera a metodologia para a gradação de impacto ambiental visando estabelecer critérios de valoração de compensação referente a unidades de proteção integral em licenciamentos ambientais e os procedimentos para a sua aplicação
Resolução SEMA n°026/2013	Dispõe sobre critérios e procedimentos para composição de Equipe Técnica Multidisciplinar, Consultores e Empresas de Consultoria Ambiental para elaboração do EIA
Resolução CEMA nº 88/2013	Estabelece critérios, procedimentos e tipologias para o licenciamento ambiental municipal de atividades, obras e empreendimentos que causem ou possam causar impacto de âmbito local
Resolução SEMA nº 016/2014	Define critérios para o Controle da Qualidade do Ar como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem estar da população e melhoria da qualidade de vida, com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do Estado de forma ambientalmente segura, e dá outras providencias
Resolução SEMA nº 046/2015	Estabelecer requisitos, definições, critérios, diretrizes e

Legislações Estaduais	
Legislação	**Descrição**
	procedimentos administrativos referentes ao Licenciamento Ambiental e Regularização Ambiental de empreendimentos viários terrestres, públicos e privados, a serem cumpridos no território do Estado do Paraná, na forma da presente Resolução
Resolução SEMA nº 007/2017	Estabelece requisitos, definições, critérios, diretrizes e procedimentos administrativos referentes ao Licencimento Ambiental e Regularização Ambiental de portos públicos e terminais públicos ou privados, a serem cumpridos no território do Estado do Paraná
Portaria IAP nº 158/2009	Aprova a matriz de impactos ambientais gerados por empreendimentos ou atividades potencial ou efetivamente impactantes
Portaria IAP n° 059/2015	Reconhece a Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras para o Estado do Paraná, estabelece normas de controle e dá outras providências

4.1.1.3 Legislação Municipal

No contexto municipal, sobretudo, a partir de 2007, vários instrumentos de planejamento foram regulamentados através de leis e decretos em relação a dinâmica urbana e ao meio ambiente de Paranaguá, tais como os listados, para fins de consulta, na Tabela 4.3 representada a seguir:

Tabela 4.3 - Legislações Municipais

Legislações Municipais	
Normativa	**Descrição**
Lei nº 2.260/2002	Dispõe sobre a Política de Proteção, Conservação e Recuperação do Meio Ambiente e dá outras providências
Lei nº 2.822/2007	Dispõe sobre o Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança e dá outras providências
Lei Complementar nº 60/2007	Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado, estabelece objetivos, instrumentos e diretrizes para as ações de planejamento no Município de Paranaguá, e dá outras providências
Lei Complementar nº 61/2007	Dispõe sobre o perímetro urbano do Município de Paranaguá
Lei Complementar nº 62/2007	Institui o zoneamento de uso e ocupação do solo do Município de Paranaguá, e dá outras providências
Lei Complementar nº 63/2007	Dispõe sobre as Zonas Especiais de Interesse Social ZEIS
Lei Complementar nº 64/2007	Dispõe sobre o Sistema Viário Básico do Município de Paranaguá, e adota outras providências
Lei Complementar nº 66/2007	Dispõe sobre a Lei de Parcelamento do Solo Urbano, sobre remembramento e condomínios horizontais no Município de Paranaguá
Lei Complementar nº 67/2007	Define o Código de Obras e Edificações do Município de Paranaguá, e dá outras providências
Lei Complementar nº 68/2007	Dispõe sobre normas relativas ao código de posturas do município de Paranaguá, estabelecendo a proibição da emissão de ruídos num raio de 200 (duzentos) metros de repartições

Legislações Municipais	
Normativa	**Descrição**
	públicas, escolas, creches, asilos e igrejas, durante o horário de funcionamento
Lei Complementar nº 95/2008	Dispõe sobre o código ambiental do município de Paranaguá e estatui que o Conselho Municipal do Meio Ambiente (COMMA), é o órgão, consultivo, deliberativo e recursal da Política Municipal de Meio Ambiente
Lei Ordinária nº 2.260/2002	Dispõe sobre a política de proteção, conservação e recuperação do meio ambiente e dá outras providências
Lei Ordinária nº 2.312/2002	Dispõe sobre o controle e a fiscalização das atividades que gerem poluição sonora ou causem desordens; impõe penalidades e dá outras providências
Lei Ordinária nº 2.894/2008 (com alterações na Lei nº 3.127/2010)	Dispõe sobre o Programa de Expansão Econômica de Paranaguá (PRODEPAR), revoga a Lei nº 1.962, de 07 de novembro de 1996, e dá outras providencias

4.1.2 Instrumentos de Planejamento

Segundo Santos (2004), os instrumentos de planejamento encontram-se atrelados a objetivos e funcionalidades, os quais se inter-relacionam com os espaços políticos-territoriais em que se inserem, bem como com os detalhamentos previstos e o tempo disponível para a execução. Neste sentido, partindo-se dos pressupostos da autora, o planejamento ambiental, por abarcar a multiplicidade das relações homem-ambiente, encontra-se imbricado a diferentes instrumentos de planejamento, entre os quais, destacam-se: Zoneamentos, Planos de Bacias Hidrográficas, Planos Diretores, Planos de Manejo, Estudos de Impacto Ambiental (EIA), entre outros.

Em face desta multiplicidade, Santos (2004) ainda reitera que estes sempre trabalham com recortes da realidade, e, portanto, com generalizações e simplificações da complexidade de relações que se processam no espaço, sendo necessário compatibilizar variáveis, bem como apresentá-las e analisá-las de modo conjugado, com o intuito de que representem mais fielmente as principais relações que permeiam a realidade em estudo.

No âmbito do litoral paranaense, no qual o empreendimento portuário, cujo diagnóstico encontra-se em curso neste EIA, se insere, políticas governamentais e instrumentos como Planos Nacional e Estadual de Gerenciamento Costeiro, Plano Nacional de Dragagem, Zoneamento Ecológico-Econômico, Planos Diretores Municipais, Planos de Manejo, entre outros, tornam-se relevantes, ora por direcionar e estimular dinâmicas de desenvolvimento, ora por estabelecerem diretrizes que norteiam os processos de uso e ocupação, levando-se em consideração as dimensões sociais e naturais da área supracitada.

Dessa forma, este item do EIA visa apresentar, de maneira integrada, uma análise da compatibilidade das Políticas Governamentais (Planos e Programas) e Instrumentos de Planejamento, no âmbito federal, estadual e municipal, em execução ou em fase de estruturação, atrelados à atividade portuária e à regulamentação urbana e ambiental, dadas as características do empreendimento proposto e da região em que se insere. Por fim, são apresentados, de maneira sucinta, alguns Programas Ambientais em execução pela APPA, mediante condicionantes de licença de operação (LO nº 1173/2013) de suas atividades e outros empreendimentos previstos para a região litorânea do Paraná.

Ressalta-se, que no contexto do subcapítulo supracitado foram abordados as Políticas Governamentais e os Instrumentos de Planejamento de maior relevância para a atividade de ampliação portuária pretendida, contudo, no âmbito do Litoral Paranaense, do município de Paranaguá e do Porto Organizado de Paranaguá, existem outros planos e programas em execução, os quais, podem ser consultados no capítulo 6 do EIA de dragagem de aprofundamento do Porto de Paranaguá, bem como no Plano de Controle Ambiental (PCA) do Porto (ACQUAPLAN, 2011a; ACQUAPLAN, 2011b).

4.1.2.1 Integração do empreendimento com as políticas governamentais, instrumentos de planejamento e gestão pública federais

4.1.2.1.1 Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)

O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) configura-se como uma política do Governo Federal, lançada no ano de 2007, tendo como principais objetivos estimular a eficiência produtiva, a modernização tecnológica, o crescimento e a competitividade dos principais setores da economia do país (PAC, 2007).

Para tanto, este programa encontra-se calcado em uma combinação de investimentos públicos e privados, procurando promover o crescimento econômico tendo como um dos seus pilares a reestruturação do setor de infraestrutura (logística, energética, social e urbana), em particular, dos portos brasileiros (PAC, 2007).

Neste sentido, parte-se da premissa de que a expansão do investimento em infraestrutura é condição fundamental para a aceleração do desenvolvimento sustentável no Brasil, impulsionando a superação de gargalos da economia e estimulando o aumento da produtividade e a diminuição das desigualdades regionais e sociais (PAC, 2007). Além disso, ainda no que concerne aos pressupostos do programa, os investimentos em

infraestrutura contribuem para a geração de emprego e renda, assim como constituem a base para alavancar novos investimentos produtivos da iniciativa privada.

No contexto do Estado do Paraná, a estratégia desenvolvida pelo PAC visou fomentar ampliações de infraestrutura, estimulando os seguintes aspectos:

- Integração com o Mercosul, aumentando a competitividade no escoamento da produção agrícola e industrial para consumo interno e exportação, por meio de estímulos a melhorias e ampliações das rodovias BR-116, BR-153, BR-378, BR-101, Porto de Paranaguá, Hidrovia Paraguai-Paraná, variante Ferroviária do Oeste do Paraná;
- Mobilidade urbana e a redução do trânsito em cidades, através de aportes de infraestrutura para as rodovias BR-163 e BR-376;
- Apoio ao turismo, por meio de melhorias e ampliações dos aeroportos de Foz do Iguaçu e Curitiba, BR-116, BR-378, BR-101 e Ponte Internacional de Foz do Iguaçu (ACQUAPLAN, 2011a).

Em relação ao Porto de Paranaguá, especificamente, encontram-se previstos, via Programa de Aceleração do Crescimento, além de investimentos para construção e recuperação de berços de atracação, investimentos em dragagem e aprofundamento do canal de acesso (PAC, 2007; 2010).

4.1.2.1.2 Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC)

O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) foi instituído pela Lei nº 7.661/1988, configurando-se como uma política pública nacional, a qual incumbiu aos estados a delimitação de suas Zonas Costeiras e a elaboração de Planos de Gerenciamento Costeiro Estaduais. Ressalta-se que as Zonas Costeiras evidenciam-se, mediante a constituição Federal do Brasil (art. 225º, § 4º), como Patrimônio Nacional, enfatizando, desta forma, a relevância da temática no âmbito das políticas nacionais voltadas ao meio ambiente (BRASIL, 1988b).

Este programa tem como finalidade primordial, o estabelecimento de normas gerais visando a gestão ambiental, de viés integrado, participativo e descentralizado, da Zona Costeira do país, objetivando garantir a sua utilização sustentável, por meio de medidas de controle, proteção, preservação e recuperação dos recursos naturais e ecossistemas costeiros (MMA, 2016).

De modo conjugado, destacam-se os princípios fundamentais do programa, listados a seguir (MMA, 2016):

> *a) a observância da Política Nacional de Meio Ambiente e da Política Nacional para os Recursos do Mar, de forma articulada e compatibilizada com as demais políticas incidentes na sua área de abrangência e de atuação;*
> *b) a observância dos compromissos internacionais assumidos pelo Brasil na matéria;*
> *c) a observância dos direitos de liberdade de navegação, na forma da legislação vigente;*
> *d) a utilização sustentável dos recursos costeiros em observância aos critérios previstos em Lei e neste Plano;*
> *e) a gestão integrada dos ambientes terrestres e marinhos da Zona Costeira, com a construção e manutenção de mecanismos transparentes e participativos de tomada de decisões, baseada na melhor informação e tecnologia disponível e na convergência e compatibilização das políticas públicas, em todos os níveis da administração;*
> *f) a necessidade de ser considerada, na faixa marítima, a área de abrangência localizada na plataforma continental interna, na qual os processos de transporte sedimentar e modificação topográfica do fundo marinho constituem parte integrante substancial dos processos costeiros, e ainda aquela porção de mar onde o efeito dos aportes terrestres sobre os ecossistemas marinhos é mais significativo;*
> *g) a não-fragmentação, na faixa terrestre, da unidade natural dos ecossistemas costeiros, de forma a permitir a regulamentação da utilização de seus recursos, respeitando sua integridade;*
> *h) a consideração, na faixa terrestre, das áreas marcadas por atividade socioeconômica cultural de características costeiras e sua área de influência imediata, em função dos efeitos dessas atividades sobre a conformação do território costeiro;*
> *i) a consideração dos limites municipais, dada a operacionalidade das articulações necessárias ao processo de gestão;*
> *j) a preservação, conservação e controle de áreas que sejam representativas dos ecossistemas da Zona Costeira, com recuperação e reabilitação das áreas degradadas ou descaracterizadas;*
> *k) a aplicação do Princípio de Precaução tal como definido na Agenda 21, adotando-se medidas eficazes para impedir ou minimizar a degradação do meio ambiente, sempre que houver perigo de dano grave ou irreversível, mesmo na falta de dados científicos completos e atualizados;*
> *l) a execução em conformidade com o princípio da descentralização, assegurando o comprometimento e a cooperação entre os níveis de governo, e desses com a sociedade, no estabelecimento de políticas, planos e programas estaduais e municipais (MMA, 2016, p.02)*

Ressalta-se que o referido plano apresenta importantes distinções entre os conceitos de zona costeira, faixa marítima e faixa terrestre, bem como destaca que no contexto portuário, as principais vulnerabilidades da zona costeira referem-se à perda intensiva de vegetação; erosão extensiva com perda de solo; modificação da morfologia da costa e qualidade dos corpos hídricos (PNGC, 2015).

Ademais, dos instrumentos de gerenciamento ambiental previstos no artigo 9º da Lei 6.938/1981 (BRASIL, 1981), que trata da Política Nacional do Meio Ambiente, encontram-se atrelados ao PNGC, os seguintes instrumentos de gestão: Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC), Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro (PMGC), Sistema de Informações do Gerenciamento Costeiro (SIGERCO), Sistema de Monitoramento Ambiental da Zona Costeira (SMA-ZC), Relatório de Qualidade Ambiental da Zona Costeira (RQA-ZC), Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (ZEEC) e o Plano de Gestão da Zona Costeira (PGZC), os quais configuram-se como arcabouços para as ações e diretrizes na zona costeira brasileira, em níveis federais, estaduais e municipais (MMA, 2016).

No que se refere à Zona Costeira do Estado do Paraná, verifica-se a existência de uma legislação que estabelece o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (Lei nº 13.164/2001), contudo, destaca-se a inexistência de um decreto que regulamente os objetivos e ações expressos na referida lei, de modo que o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro apresenta-se apenas do ponto de vista teórico, expressando-se como uma tentativa de normatizar a gestão costeira do Estado. Ressalta-se ainda, que este plano será abordado, de maneira específica, no âmbito do item de instrumentos de planejamento e gestão estaduais, deste capítulo.

4.1.2.1.3 Programa Nacional de Dragagem

O Programa Nacional de Dragagem Portuária e Hidroviária foi instituído pela Lei Federal nº 11.610 de 2007, a qual foi, recentemente, revogada e incorporada pela Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013, que dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários. A referida legislação apresenta as diretrizes gerais quanto às autorizações, requisitos para instalação, trabalho portuário, bem como sanções e penalidades em áreas portuárias.

No que concerne, especificamente, ao Programa Nacional de Dragagem, sua implantação é de competência da Secretaria Especial de Portos da Presidência da República e do Ministério dos Transportes, por intermédio do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes DNIT, nas respectivas áreas de atuação (BRASIL, 2007).

O parágrafo § 1º do artigo 53º da Lei nº 12.815/2013, enfatiza que o programa abrange as seguintes atividades:

> *I - as obras e serviços de engenharia de dragagem para manutenção ou ampliação de áreas portuárias e de hidrovias, inclusive canais de navegação, bacias de evolução e de fundeio, e berços de atracação, compreendendo a remoção do material submerso e a escavação ou derrocamento do leito;*
> *II - o serviço de sinalização e balizamento, incluindo a aquisição, instalação, reposição, manutenção e modernização de sinais náuticos e equipamentos necessários às hidrovias e ao acesso aos portos e terminais portuários;*
> *III - o monitoramento ambiental; e*
> *IV - o gerenciamento da execução dos serviços e obras (BRASIL, 2013)*

Salienta-se que a demanda dos portos brasileiros por programas de planejamento e execução de obras de dragagens encontra-se atrelada ao assoreamento das baías, ao aumento do porte e dimensões dos navios, à grande evolução da movimentação de cargas com o aumento da economia de escala e à necessidade de incremento da segurança da navegação. Dessa forma, a dragagem expressa-se como uma medida necessária, posto que garante a profundidade do canal, assegurando o tráfego seguro dos navios.

Neste sentido, o programa supracitado abrange dragagens de aprofundamento e de manutenção, as primeiras em maiores profundidades, ao passo que as segundas são executadas para manter as profundidades do canal de navegação, bacias de evolução e berços de atracação, cuja lâmina d'água estiver sendo progressivamente reduzida, devido ao assoreamento (BRASIL, 2013).

O Programa Nacional de Dragagem prevê investimentos de mais de R$ 2,6 bilhões no aprofundamento dos canais de acesso aos portos, permitindo o tráfego de navios de última geração, tornando os fretes mais baratos e os portos mais competitivos frente ao mercado internacional.

A primeira etapa do PND destina-se ao beneficiamento de 11 dos principais terminais portuários do país. No que se refere à dragagem no Porto de Paranaguá, esta não está contemplada na primeira fase deste programa, mas encontra-se incluída nas fases seguintes do PND 2, segundo Edital publicado em 27/10/2014 (SEP, 2016). Destaca-se ainda, que a Licença Prévia (LP) da dragagem de aprofundamento no Porto de Paranaguá foi emitida pelo IBAMA em 2013, e a Licença de Instalação (LI) em 2016, estando, atualmente, com Ordem de Serviço assinada em fevereiro de 2017, segundo a SEP. Esta obra custará R$ 394 milhões, visando atingir 16 metros de profundidade no canal da Galheta.

4.1.2.1.4 Plano Mestre do Porto de Paranaguá

O Plano Mestre do Porto de Paranaguá encontra-se atrelado a iniciativas de retomada do planejamento do setor portuário brasileiro por meio da Secretaria Especial de Portos da Presidência da República (SEP/PR), de modo articulado e complementar ao Plano Nacional de Logística Portuária (PNLP). Destaca-se que o referido plano encontra-se em processo de atualização no presente momento, com uma versão preliminar datada de setembro de 2016.

Este instrumento de planejamento do setor portuário apresenta relevância no que tange à orientação de decisões de investimento, público e privado, na infraestrutura do porto, bem como no que se refere à caracterização da situação atual e das demandas futuras das atividades portuárias, configurando-se como uma medida estratégica de desenvolvimento.

Destaca-se que a Portaria SEP/PR nº 03/2014, institucionalizou, além do PNLP, os demais instrumentos que passaram a formar o conjunto contínuo do planejamento do setor portuário nacional: o Plano Mestre, o Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ)[1] e o Plano Geral de outorgas (PGO). Desta forma, conforme determina a Portaria, ficam assim definidos os respectivos planos:

> *I - O Plano Nacional de Logística Portuária (PNLP) instrumento de Estado de planejamento estratégico do setor portuário nacional, que visa identificar vocações dos diversos portos, conforme o conjunto de suas respectivas áreas de influência, definindo cenários de curto, médio e longo prazo com alternativas de intervenção na infraestrutura e nos sistemas de gestão, garantindo a eficiente alocação de recursos a partir da priorização de investimentos, evitando a superposição de esforços e considerando as disposições do Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte (CONIT).*
> *II - O Plano Mestre - instrumento de planejamento de Estado voltado à unidade portuária, considerando as perspectivas do planejamento estratégico do setor portuário nacional constante do PNLP, que visa direcionar as ações, melhorias e investimentos de curto, médio e longo prazo no porto e em seus acessos.*
> *III - O Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) instrumento de planejamento operacional da Administração Portuária, que compatibiliza as políticas de desenvolvimento urbano dos municípios, do estado e da região onde se localiza o porto, visando, no horizonte temporal, o estabelecimento de ações e de metas para a expansão racional e a otimização do uso de áreas e instalações do porto, com aderência ao PNLP e respectivo Plano Mestre.*
> *IV - O Plano Geral de Outorgas (PGO) instrumento de planejamento de Estado que consiste em um plano de ação para a execução das outorgas de novos portos ou terminais públicos e privados, reunindo a relação de áreas a serem destinadas à exploração portuária nas modalidades de arrendamento, concessão, autorização e delegação, com respectivos horizontes de implantação, tomando como base o*

[1] O Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) será detalhado no item 4.1.2.2 deste capítulo.

planejamento do Poder Concedente, das Administrações Portuárias e da iniciativa privada (PARANÁ, 2014).

O Plano Mestre do Porto de Paranaguá, publicado em 2013 e, em processo de atualização em 2016/2017, destaca as principais características das instalações, a situação de demanda atual e avalia a capacidade de atendimento das demandas portuárias futuras, projetadas para o horizonte de planejamento. Além disso, também coloca em evidência a capacidade de atendimento da demanda relacionada aos acessos terrestres e aquaviários ao porto, concomitantemente a discussões quanto às necessidades e alternativas de ações, melhorias e investimentos de curto, médio e longo prazo para o porto e seus acessos.

Salienta-se ainda, que o Plano Mestre (2013; 2016) apresenta análises estratégicas SWOT, destacando as fraquezas e forças do ambiente interno ao porto, assim como, as oportunidades e ameaças, do ponto de vista externo, permitindo subsidiar ações em prol das demandas atuais e projetadas para o futuro.

No que se refere ao aperfeiçoamento dos acessos e infraestruturas do Porto de Paranaguá, o Plano Mestre (2013, p.45 - 46) evidencia linhas estratégicas, quais sejam (Tabela 4.4):

Tabela 4.4 - Linhas Estratégicas para o Porto

Linhas Estratégicas – Plano Mestre	
Linhas Estratégicas	**Execução**
Ampliar o pátio de triagem	Em processo de licenciamento junto ao IAP. Apresenta LP, tendo sido solicitada a LI
Fomentar que os terminais instalem seus próprios pátios para apoio logístico	Verificam-se investimentos constantes, sobretudo, nos últimos anos, visando a instalação de novos terminais e pátios logísticos
Fomentar junto às diferentes esferas de governo as obras necessárias para a adequação dos acessos ao porto	Realizam-se, sempre que possível, parcerias da APPA com as diversas esferas do governo no intuito de melhorar o desempenho portuário pela adequação de acessos
Estabelecer parcerias com a prefeitura para construção de viadutos e melhorias das vias	São executados serviços de Tapa Buracos e pavimentações das vias no entorno do porto
Readequar a via portuária	Projeto e licença para a Avenida Bento Rocha, conduzido pelo DER

Linhas Estratégicas – Plano Mestre	
Linhas Estratégicas	**Execução**
Ampliar o pátio ferroviário e criar novo acesso utilizando as linhas férreas ao longo da Avenida Portuária	Não encontra-se em andamento
Tornar o desembarque ferroviário preferencial no Corredor de Exportação (COREX)	Foram realizados diversos investimentos visando o aumento de potencial do Corredor de Exportação – COREX no intuito de viabilizar esta meta
Concluir a construção do viaduto sobre as linhas férreas na Rua Prof. Cleto.	Obra concluída

Fonte: Plano Mestre (2013) e Consultas à APPA (2017)

Com relação à Gestão Portuária, constatam-se apontamentos de ações, por meio do Plano Mestre (2013), no sentido de fortalecer a instituição perante a comunidade portuária e garantir a sustentabilidade operacional e financeira do porto. Além disso, são constatadas as necessidades de investimentos e modernizações, com o intuito de garantir o potencial de produção do porto, através de ações determinantes para a manutenção e expansão da produtividade portuária, conforme expresso nas diretrizes do Plano Mestre (2013, p.45 – 46) (Tabela 4.5):

Tabela 4.5 - Ações Determinantes para manutenção e expansão da produtividade do Porto

Ações – Plano Mestre	
Ações Determinantes	**Execução**
Buscar financiamentos externos para realização de investimentos	Em execução
Adquirir novos equipamentos	Processo de renovação contínua, a exemplo da aquisição, recente, de novos 4 shiploard
Melhorar os armazéns atuais e investir em novos armazéns	Devido as condições estruturais de alguns armazéns, na faixa portuária e retroárea, os mesmos estão sendo demolidos, com autorização do IBAMA (LI 1085/2015). Estes espaços servirão para futuros pátios e armazéns
Reforçar o cais no trecho entre os berços 201 e 208 para permitir a operação de equipamentos mais pesados	A remodelagem do Cais 202-214, foi executada através da autorização do IBAMA LI 996/2014. A obra de readequação do Berço 201, ainda não foi executada, porém encontra-se autorizada pelo IBAMA por meio da LI 1076/2015

Ações – Plano Mestre	
Ações Determinantes	**Execução**
Realizar obras que permitam o aumento da profundidade de atracação do cais	Obra Licenciada pelo IBAMA LI 1144/2016 - Dragagem de Aprofundamento, sendo que no dia 02/02/2017 foi assinada a Ordem de Serviço, especificamente, para o Canal da Galheta

Fonte: Plano Mestre (2013) e Consultas à APPA (2017)

Neste sentido, evidencia-se que as ações e diretrizes propostas no Plano Mestre (2013) apresentam compatibilidades em relação aos empreendimentos propostos neste EIA, em face dos aportes e modernizações da infraestrutura portuária, os quais apresentam-se como necessários para o pleno desenvolvimento produtivo e competitivo do porto de Paranaguá.

Ademais, especificamente em relação aos empreendimentos propostos neste EIA, no Plano Mestre, em sua versão preliminar de 2016, é avaliado o impacto na capacidade do porto após a implementação desses empreendimentos, em cenários, destacando-se o atendimento às demandas de exportação e à redistribuição de cargas no âmbito do complexo portuário.

Partindo-se destes pressupostos, verifica-se que a ampliação do cais de acostagem do Porto de Paranaguá é compatível com a ações e diretrizes elencadas pelo Plano Mestre, em sua versão completa de 2013 e na preliminar, de 2016, que encontra-se em atualização.

4.1.2.1.5 Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura (PLDM)

Os Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura (PLDM) foram instituídos por meio da Instrução Normativa SEAP nº 17/2005, revogada pela Instrução Normativa nº 08/2010, configurando-se como uma iniciativa do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), com o objetivo de planejar o desenvolvimento da maricultura[2] em escalas municipais litorâneas.

Estes instrumentos de planejamento participativo visam, em linhas gerais, a identificação e demarcação de parques aquícolas marinhos e o desenvolvimento sustentável da maricultura, expressando-se como uma ferramenta relevante de suporte para a gestão costeira. No Estado do Paraná, o PLDM foi desenvolvido pelo Instituto GIA/UFPR e fundamentou-se nos seguintes pontos:

[2] A maricultura é um ramo específico da aquicultura, que engloba a produção de uma ampla variedade de organismos aquáticos marinhos e estuarinos (FAO, 2010).

- Desenvolver uma compreensão biogeofísica e socioeconômica da área de abrangência;
- Apresentar a lógica conceitual utilizada das definições de espécies e sistemas de cultivo propostos;
- Prever possíveis impactos ambientais, quantificar mudanças e projetar propostas de mitigação;
- Divulgar os resultados de diagnósticos para que estes possam servir de arcabouços para a tomada de decisões (GIA, 2010).

Desta forma, o estudo integrou dados, de caráter primário e secundário, relativos às informações físico-bióticas e socioeconômicas do litoral do Paraná em um banco de dados geográfico. De modo conjugado, também evidenciou as principais atividades existentes na região com potenciais de influenciar a qualidade da água em sua área de abrangência, entre as quais, as atividades portuárias se enquadram.

Salienta-se que, os levantamentos realizados por este plano, por estarem atrelados a um banco de dados integrado, serviram de subsídio para a demarcação das faixas de preferência para a maricultura realizada por comunidades tradicionais no litoral do Estado, bem como a demarcação dos parques aquícolas marinhos, considerando as suas particularidades a partir da elaboração de planos de gerenciamento e monitoramento ambiental (Figura 4.3).

A definição dos parques aquícolas do litoral do Paraná (Figura 4.3), ocorreu mediante análise ambiental integrada levando-se em consideração os ecossistemas aquáticos, habitats locais e circunvizinhos aos parques, condições meteorológicas e hidrográficas, batimetria, velocidades de correntes, salinidades, entre outras variáveis. As variáveis supracitadas foram confrontadas com a análise das condições ambientais mais adequadas para cada uma das possíveis espécies cultivadas e os respectivos sistemas de cultivo (GIA, 2010).

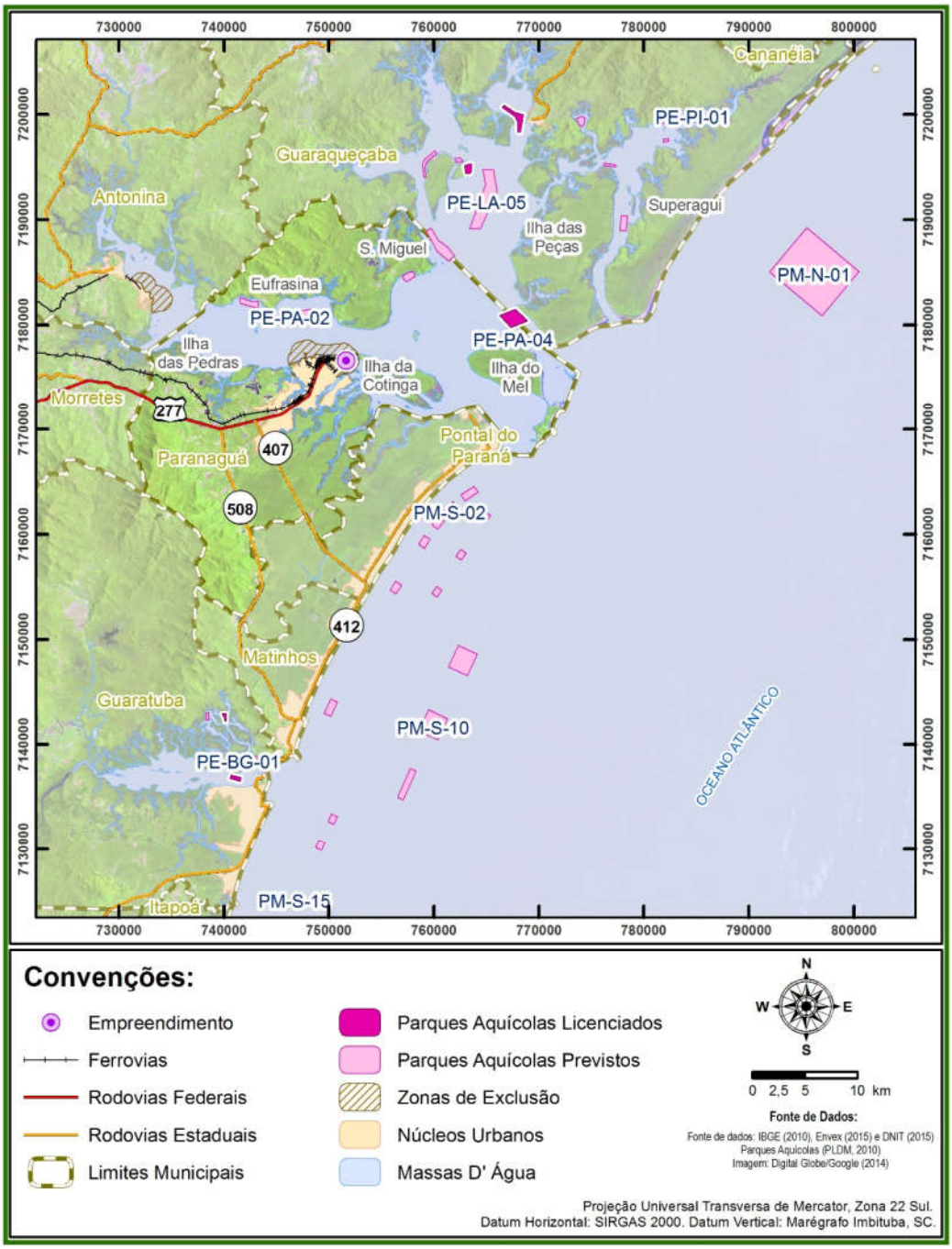


Figura 4.3 - Parques Aquícolas e o Empreendimento

No que concerne à atividade portuária e suas relações com a maricultura no Paraná, o estudo retrata que o município de Paranaguá destaca-se no cenário portuário do Estado, culminando em impactos às atividades pesqueiras, sendo estes atrelados a dragagem do canal de acesso ao porto, aumento da circulação de embarcações e a contaminação da água por óleos e fertilizantes (GIA, 2010). Diante do exposto, no estudo do PLDM, foram

delimitadas zonas de exclusão à instalação de parques aquícolas nas proximidades da área portuária (Figura 4.3), assim como a bacia de evolução, o canal da Galheta e a área de espera de navios foram excluídas das áreas potenciais à atividade de maricultura.

Neste sentido, verifica-se que o empreendimento proposto neste EIA não é compatível com as atividades de maricultura. Entretanto, partindo-se dos pressupostos colocados em evidência no PLDM, as áreas prioritárias para a maricultura encontram-se distanciadas da zona portuária, de modo que, a incompatibilidade entre estas duas atividades não impossibilita o empreendimento em questão. Ademais, o Ministério da Pesca e Aquicultura, atualmente inserido no Ministério da Agricultura, não tem promovido o licenciamento de novos parques aquícolas, de modo que os futuros licenciamentos ocorrerão posteriormente as instalações portuárias propostas.

4.1.2.1.6 Planos de Manejo de Unidades de Conservação

Os Planos de Manejo são instrumentos voltados à preservação e conservação dos recursos naturais de Unidades de Conservação, bem como ao uso destes recursos para pesquisa científica, visitação pública na forma de ecoturismo e educação ambiental. O planejamento costuma ser realizado sob o viés da abordagem sistêmica, integrada e continuada, com propostas para um horizonte de cinco anos (SANTOS, 2004).

Destaca-se que este instrumento de planejamento encontra-se vinculado ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), mediante a Lei Federal n° 9.985/2000, cujas determinações enfatizam, no artigo 27º, parágrafo § 1°, que "*as unidades de conservação devem dispor de um Plano de Manejo, o qual deve abranger a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, incluindo medidas com o fim de promover sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas*" (BRASIL, 2000).

De modo semelhante, constata-se que estes planos evidenciam-se como documentos técnicos por meio dos quais se estabelece o zoneamento e as normas que devem presidir o uso e o manejo dos recursos naturais das Unidades de Conservação (artigo 2°, inciso XVII), expressando-se como diretrizes importantes em prol da conservação da natureza (BRASIL, 2000).

No Litoral Paranaense, existem 44 Unidades de Conservação (UCs) instituídas, das quais 30 são de Proteção Integral e 14 de Uso Sustentável, sendo que apenas 16,3% do total

apresentam Plano de Manejo. Constata-se que, no que diz respeito às atividades portuárias no litoral do Paraná, apenas os Planos de Manejo da Estação Ecológica da Ilha do Mel e do Parque Estadual da Ilha do Mel fazem menção à temática portuária e seus potenciais impactos ao meio ambiente e à conservação das unidades, ainda que o tema seja de extrema relevância no contexto espacial em que as unidades se inserem.

Do ponto de vista espacial, as zonas de amortecimento da Estação Ecológica do Guaraguaçu, da Estação Ecológica da Ilha do Mel e da Reserva Biológica Bom Jesus, todas de Proteção Integral, bem como a APA de Guaraqueçaba, de Uso Sustentável, encontram-se inseridas no buffer de 3 km delimitado a partir do ponto central da ADA dos empreendimentos em análise neste EIA. Assim, faz-se necessária a autorização do órgão gestor destas Unidades de Conservação para o prosseguimento do licenciamento ambiental, conforme Resolução CONAMA nº 473/2015.

Ressalta-se que as Unidades de Conservação supracitadas neste item, serão detalhadas no âmbito do Capítulo 8, item *8.2.4 – Unidades de Conservação*, inserido no Diagnóstico do Meio Biótico do presente EIA.

4.1.2.2 Integração do empreendimento com os instrumentos de planejamento e gestão pública estaduais

4.1.2.2.1 Plano Estadual de Logística e Transporte (PELT)

O Plano Estadual de Logística e Transportes foi elaborado pela Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP) e o Fórum Permanente Futuro 10 Paraná, em parceria com entidades da sociedade civil paranaense com o intuito de definir metas, ações e obras prioritárias de desenvolvimento para o Estado do Paraná até o ano de 2035, nos setores portuário, ferroviário, rodoviário e aeroviário, buscando subsidiar a formulação de políticas públicas.

No que se refere, especificamente, ao setor portuário, no âmbito deste documento são listadas as principais reivindicações e ações para o desenvolvimento logístico do setor, quais sejam:

- Lançamento do edital de arrendamentos e licitações em Paranaguá;
- Armazéns do Corredor de Exportação e construção do píer em “T”;
- Construção do píer “F” e do píer “L”;

- Ampliação do Terminal de Contêineres de Paranaguá (TCP);
- Alteração da Poligonal para viabilizar instalação de novos Terminais;
- Sequência da modernização dos atuais *shiploaders*;
- Obras de dragagens de manutenção e aprofundamento e de derrocagem;
- Teste para operação com chuva leve;
- Ampliação do Pátio de Triagem para estacionamento de caminhões;
- Conclusão das obras de reforço nos berços de atracação, prevendo o aprofundamento do calado;
- Gestão portuária, simplificando processos burocráticos, reduzindo tempo de liberações e buscando redução de custos;
- Fomento e implementação da navegação de cabotagem;
- Implantação do complexo do terminal de passageiros e novo berço para navios PCC (navios dedicados a transportes de veículos, nova sede da APPA, implantação de marina e complexo comercial);
- Ampliação dos investimentos e da capacidade operacional dos atuais arrendatários, mediante análise de prorrogação de contratos;
- Reforma e repotenciamento do Berço 201 (PELT, 2016).

Neste sentido, destaca-se que a maior parte destas ações já encontra-se em fase de elaboração de projetos, licenciamento, execução ou já foram concluídos, tais como a alteração da poligonal do Porto de Paranaguá, almejando viabilizar a instalação de novos terminais.

Ademais, cabe ressaltar que os empreendimentos propostos neste EIA encontram-se listados como medidas prioritárias para o setor portuário, de modo a reiterar a compatibilidade dos empreendimentos supracitados em face do planejamento estratégico do Estado do Paraná, tendo em vista as entidades envolvidas no presente plano.

4.1.2.2.2 Macrozoneamento do Litoral do Paraná

O Macrozoneamento do Litoral do Paraná foi instruído pelo Decreto nº 5.040 de 15 de maio de 1989, tendo em vista a necessidade de compatibilizar as atividades produtivas com o potencial dos recursos naturais e a proteção ao meio ambiente, de forma a garantir o desenvolvimento da Região do Litoral Paranaense (PARANÁ, 1989).

Este zoneamento objetivou subsidiar a gestão da região litorânea do Estado, em face das potencialidades e fragilidades socioambientais diversas. Para tanto, definiu diretrizes e

normas em relação às unidades ambientais naturais, à mineração, ao turismo e ao lazer, à indústria, aos recursos hídricos e à vegetação da área supracitada (IPARDES, 1989). De modo conjugado, estabeleceu, em seu artigo 2º, áreas de restrição, quais sejam:

> *1) Os terrenos montanhosos e as elevações isoladas da planície costeira, com altura superior a 20 m (vinte metros), medidos a partir do nível máximo do preamar;*
> *2) As faixas de 50 m (cinquenta metros), contadas horizontalmente a partir dos sopés dos terrenos montanhosos ou elevações isoladas da planície costeira, situadas nas áreas e locais definidos nos incisos I e II do art. 1º;*
> *3) As áreas onde a declividade natural for superior a 20% (vinte por cento), ou a 11,3 graus (onze graus e três décimos), nas situações definidas nos incisos I e II do art. 1º (PARANÁ, 1989).*

Cabe destacar que este decreto encontra-se em vigor, mesmo com a publicação do ZEE do Litoral do Paraná (Decreto nº 5.793/2016), bem como evidencia-se que para o empreendimento proposto neste EIA, não existe nenhuma restrição imposta pelo macrozoneamento em questão, fato que corrobora com a compatibilidade do empreendimento, cujo diagnóstico encontra-se em curso no presente EIA.

4.1.2.2.3 Zoneamento Ecológico e Econômico do Paraná (ZEE – PR)

O Zoneamento Ecológico-Econômico configura-se como um instrumento de ordenamento e planejamento estratégico, idealizado na esfera federal, visando o “planejamento social, econômico e ambiental do desenvolvimento e do uso do território” (MMA, 2001). De acordo com os apontamentos de Santos (2004), os zoneamentos são instrumentos legais que compõem-se de fases de inventário e diagnóstico, definindo agrupamentos de variáveis, expressas por componentes, fatores e atributos que permitem definir zonas com potencialidades e fragilidades socioambientais diversas.

Cabe ressaltar que, no Brasil, o zoneamento é muito usado pelo poder público como instrumento para implementar normas de uso do território, sendo que o Decreto 4.297, de 10 de julho 2002 regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981 (PNMA), estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil (ZEE-PR, 2014).

No âmbito do Estado do Paraná, o ZEE é coordenado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA) e o Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG), com o objetivo de subsidiar a gestão de políticas públicas, por meio da incorporação das questões ambientais ao planejamento estratégico do governo, através de Decreto que

disciplina o uso e ocupação do território paranaense, orientando o desenvolvimento econômico e as decisões locacionais de atividades produtivas.

Em setembro de 2016 foi publicado oficialmente o ZEE-PR Fase Litoral. O foco do trabalho foi compatibilizar as questões socioeconômicas com as ambientais, e materializou-se com o Relatório do "Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Paraná – Litoral" e com a publicação do Decreto nº 4.996 de 05/09/2016, recentemente alterado pelo Decreto nº 5.793 de 23/12/2016, que dispõe sobre o Regulamento que define o documento técnico-científico Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral Paranaense (ZEE PR – Litoral).

O Artigo 4º deste decreto (PARANÁ, 2016), estabelece as unidades territoriais denominadas de zonas, que por suas características físico-naturais, socioeconômicas e jurídico-institucionais, classificam-se em: I - Zona Protegida por Legislação Ambiental Específica (ZPL); II - Zona de Proteção dos Mananciais (ZPM); III - Zona de Expansão para Unidades de Conservação de Proteção Integral (ZEPI); IV - Zona Urbana (ZU); V - Zona de Desenvolvimento das Terras Ocupadas (ZDTO); VI - Zona de Desenvolvimento Diferenciado (ZDD), sendo que o empreendimento em análise no presente EIA encontra-se inserido em face da Zona Urbana (ZU), como expresso na Figura 4.4.

No que se refere às restrições de ocupação, verifica-se que na ZU (Figura 4.4) não existe nenhuma restrição ao empreendimento proposto. Além disso, cabe ressaltar que do ponto de vista das questões portuárias, os cenários do prognóstico econômico do presente zoneamento, de modo geral, estimulam os investimentos em infraestrutura de produção e logística do Estado. Dessa forma, evidenciam-se compatibilidades entre o zoneamento e o empreendimento proposto e analisado neste EIA.

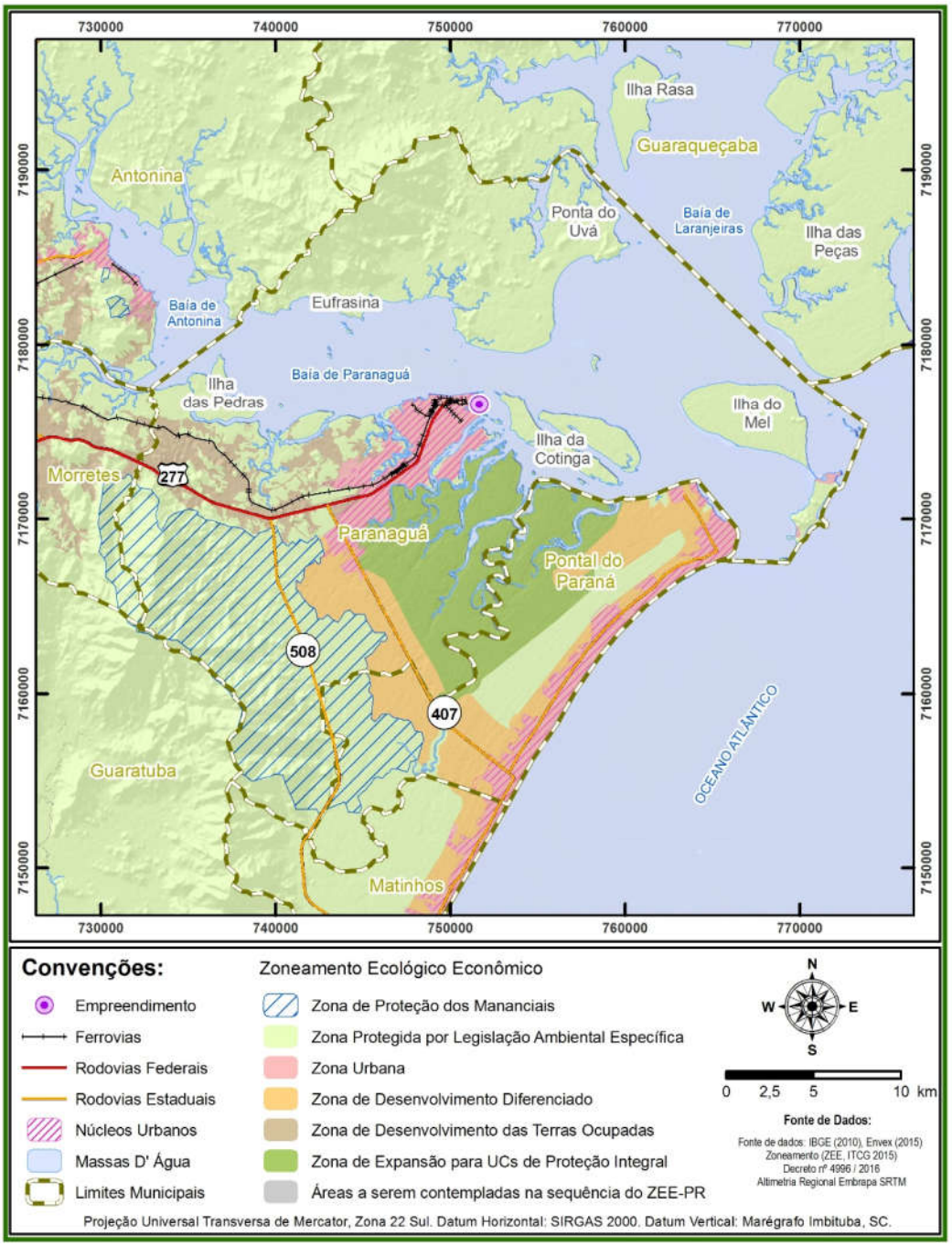


Figura 4.4 - Zoneamento Ecológico Econômico (Fase Litoral) e o Empreendimento

4.1.2.2.4 Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC)

O Governo do Estado do Paraná estabeleceu através da Lei 13.164, de 23/05/2001, o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC)[3], tendo como instrumentos base, o Macrozoneamento do Litoral Paranaense (PARANÁ, 1989), o sistema de Informações do Gerenciamento Costeiro (SIGERCO), programas de monitoramento ambiental e planos de gestão da zona costeira do Estado.

A definição do Plano, ainda que apenas do ponto de vista teórico, vislumbra atender à necessidade de se normatizar o uso e ocupação de uma área considerada frágil, buscando a melhoria da qualidade de vida das populações locais e a proteção dos ecossistemas costeiros e, almejando os seguintes objetivos específicos, expressos pelo artigo 3º da referida lei (PARANÁ, 2001):

> *I - obter um correto dimensionamento das potencialidades e vulnerabilidades da Zona Costeira do Paraná;*
> *II - assegurar a utilização dos recursos naturais litorâneos, com vistas à sustentabilidade permanente;*
> *III - exercer efetiva fiscalização sobre os agentes causadores de poluição, sob todas as suas formas e/ou de degradação ambiental ou de causar impactos negativos nos ambientes sociais e econômicos, que afetem ou possam vir a afetar a Zona Costeira;*
> *IV - possibilitar a fixação e o desenvolvimento das populações locais através da regularização fundiária, de procedimentos que possibilitem o acesso das mesmas à exploração sustentável dos recursos naturais e de assessoria técnica para implantação de novas atividades econômicas ou para aprimoramento dos já desenvolvidos, observando-se a capacidade de suporte ambiental da região (PARANÁ, 2001).*

De modo semelhante, o artigo 5º estabelece as diretrizes do PEGC, quais sejam:

> *I - proteger os ecossistemas, de forma a garantir no seu conjunto as funções ecológicas e a diversidade biológica;*
> *II - fomentar o uso adequado dos recursos naturais, de acordo com as potencialidades de uso e a sua capacidade de suporte, garantindo a estabilidade funcional dos ecossistemas;*
> *III - promover a melhoria das condições de vida das populações, fomentando a produção de tecnologias adequadas ao uso não predatório dos recursos naturais;*
> *IV - promover o aprofundamento de discussões com as comunidades costeiras, com vistas a conscientizar sobre as necessidades de harmonizar o uso e ocupação do solo com os recursos naturais a serem protegidos;*
> *V - assegurar a mitigação dos impactos sobre a Zona Costeira e a recuperação de áreas degradadas;*

[3] Destaca-se que este instrumento de planejamento apenas evidencia-se na esfera teórica, uma vez que não existe um decreto que regulamente os objetivos e ações expressos na Lei 13.164/2001.

VI - assegurar a integração harmônica da Zona Costeira com as demais regiões que influenciam ou que por ela são influenciadas (PARANÁ, 2001).

Cabe ressaltar que a realização do estudo "Paraná – Mar e Costa" em 2006 pelo Governo do Estado do Paraná, veio a contribuir com os propósitos do PEGC, no sentido de se identificarem as diversas formas de uso e ocupação do solo da área costeira, visando propor estratégias de ordenamento das áreas estuarina e costeira do Paraná. Dentre os principais pontos de conflito para o ambiente marinho identificados pelo estudo, verificam-se as dragagens do canal de acesso aos portos e a poluição ocasionada pelas diversas atividades econômicas, inclusive a portuária. Além disso, dentre os impactos identificados associados à atividade portuária, foram listados:

- O deslocamento de comunidades tradicionais em função da instalação de atividades econômicas portuárias;
- As dragagens, em pontos localizados, podendo gerar alterações de habitats bênticos;
- A poluição das águas costeiras (PARANÁ, 2006).

Faz-se relevante ainda salientar, que de acordo com o zoneamento apresentado no documento "Paraná – Mar e Costa (2006)", o empreendimento em questão está situado na zona denominada de Estuarina de Uso Intensivo, a qual apresenta parte dos componentes dos ecossistemas aquáticos degradados ou suprimidos devido ao desenvolvimento de atividades de relevante interesse socioeconômico, tais como atividades portuárias, navegação, atividades industriais e impactos de grandes centros urbanos. Assim, devido ao seu uso consolidado, no contexto do estudo supracitado, a atividade portuária é recomendada como uso preferencial para esta zona (PARANÁ, 2006, p.130), reforçando a compatibilidade do empreendimento de ampliação do Porto de Paranaguá com os estudos e instrumentos em análise.

4.1.2.2.5 Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Paranaguá (PDZPO)

O Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto Organizado de Paranaguá atende às diretrizes da Portaria SEP/PR nº 03/2014, que estabelece os objetivos gerais e os procedimentos para a elaboração dos Planos de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) dos portos brasileiros. O PDZPO do Porto de Paranaguá, elaborado pela Fundação de Ensino de Engenharia de Santa Catarina (FEESC) e Laboratório de Transportes e Logística (LabTrans), trata-se de um estudo minucioso da situação atual, das tendências futuras de

demanda, e dos demais aspectos importantes para o planejamento portuário, tendo sido realizado em 2014.

Este plano apresenta três principais objetivos, quais sejam: 1) obtenção de um cadastro físico atualizado do porto; 2) elaboração de um plano de desenvolvimento que amenize suas limitações e proporcione o crescimento sustentável do porto; e 3) destinação das áreas a serem utilizadas para a atividade portuária, através da definição do zoneamento futuro do porto (FEESC e LABTRANS, 2014).

Os principais resultados do diagnóstico da situação atual do porto acenaram para a definição de planos de ação em curto, médio e longo prazos, concomitantemente aos investimentos necessários para atender a demanda prevista nos próximos 20 anos; o macrozoneamento e as áreas de expansão portuárias (Figura 4.5).

Neste sentido, no que tange aos planos operacionais, descritos no capítulo 4 do PDZPO, são elencadas diversas medidas que perpassam por melhorias de gestão, operação, de investimentos no porto e nas infraestruturas de acesso, bem como proposições de reorganização de áreas e ações ambientais, levando-se em consideração o curto, médio e longo prazo das demandas portuárias (FEESC e LABTRANS, 2014).

Do ponto de vista do zoneamento do porto, evidenciam-se áreas distintas, a saber: i) áreas de interesse para expansão portuária; ii) área turística e sede administrativa, iii) carga geral, iv) contêineres e veículos, v) granel líquido e vi) granel sólido (Figura 4.5). Salienta-se que de acordo com o PDZPO (2014), as alterações mais significativas no que diz respeito a esta configuração do porto devem acontecer nos próximos anos, notadamente em médio prazo. Destaca-se também, que o Complexo Náutico encontra-se atrelado a área turística e sede administrativa do zoneamento vigente.

No que se refere às áreas de expansão (Figura 4.5), verificam-se: Embocuí, Pontal do Paraná e Ilha das Pedras. Estas apresentam como condicionantes a vocação para receber instalações portuárias e a ausência de limitantes significativos para que essa atividade se desenvolva (FEESC e LABTRANS, 2014).

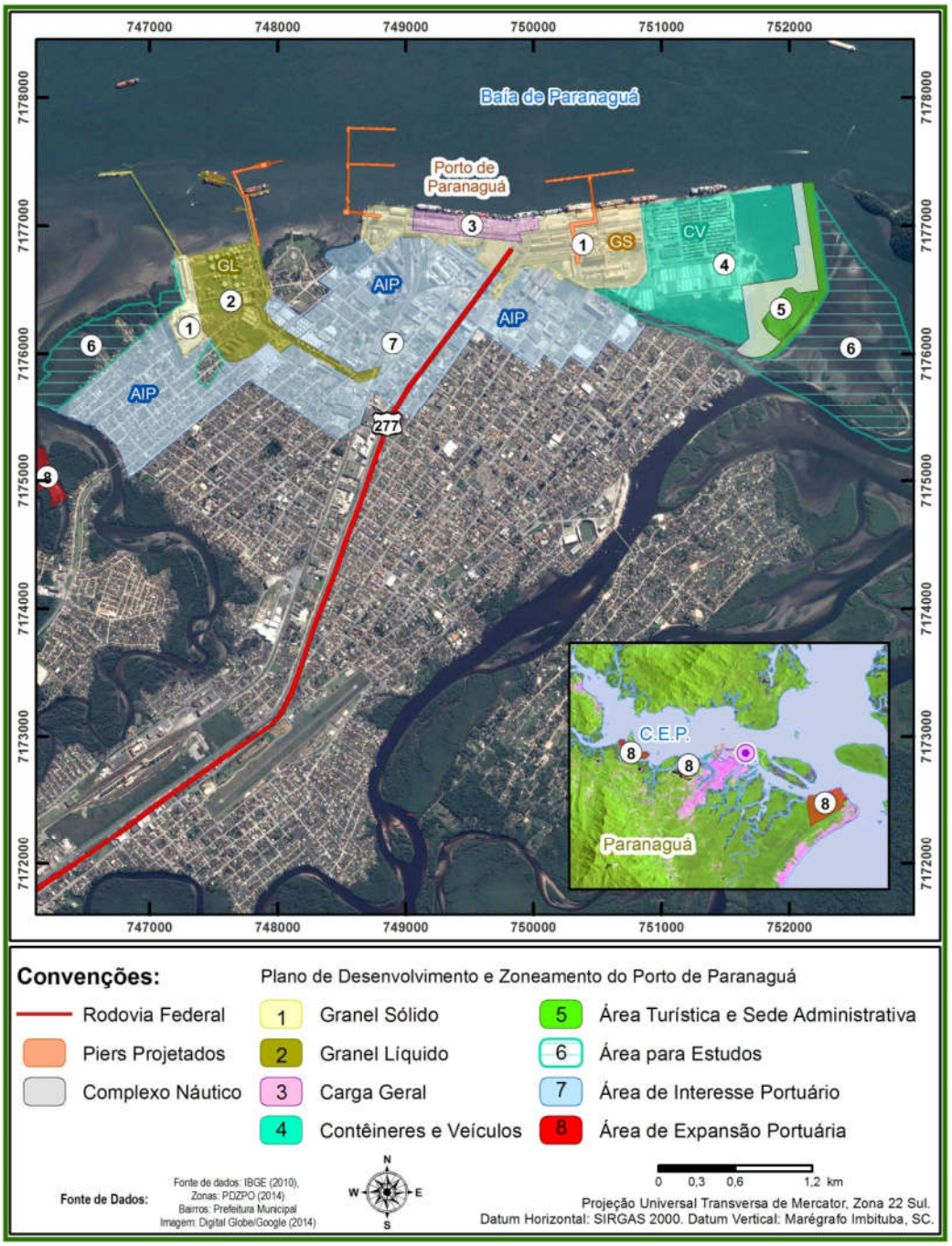


Figura 4.5 - Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Paranaguá (PDZPO) e o Empreendimento

O Embocuí (Figura 4.5) destaca-se por ser uma área já pré-determinada pelo Plano Diretor do Município de Paranaguá como alvo de expansão portuária, no contexto da Zona de Interesse para Expansão Portuária (ZIEP). Contudo, as instalações neste local encontram-se condicionadas à sérias restrições ambientais, fazendo-se necessária a realização de

estudos ambientais e, de alternativas tecnológicas e locacionais antes de se cogitar a instalação de investimentos no local (FEESC e LABTRANS, 2014).

A segunda zona de expansão, Pontal do Paraná (Figura 4.5), é privilegiada no quesito acesso marítimo, nas grandes dimensões e por estar mais afastada dos limites da cidade, em detrimento das demais áreas de expansão, eliminando assim possíveis conflitos que tendem a atravancar o desenvolvimento econômico. Em contrapartida, fazem-se necessários aportes de infraestrutura logística e viária no município, bem como criteriosos licenciamentos ambientais, dadas as condições de alto impacto ao meio ambiente (FEESC e LABTRANS, 2014).

Por fim, a Ilha das Pedras (Figura 4.5), configura-se como a área de maior fragilidade, sendo uma região ambientalmente sensível e com dificuldades de acesso terrestre. No contexto do Plano Diretor de Paranaguá, esta área encontra-se localizada próxima às regiões em que há restrições à ocupação, assim como à presença de sítios arqueológicos e sambaquis (FEESC e LABTRANS, 2014).

Outra discussão pertinente em relação à expansão e zoneamento portuários refere-se à poligonal do porto. O Decreto n° 4.558 de 30 de dezembro de 2002, revogado pelo Decreto não numerado de 11 de fevereiro de 2016, estabelece em seu artigo 1º, que a área do Porto Organizado de Paranaguá é constituída:

> *I - pelas instalações portuárias terrestres existentes na Baía de Paranaguá, desde o Pontal do Sul, estendendo-se até a Foz do Rio Nhundiaquara, abrangendo todos os cais, docas, pontes e píers de atracação e de acostagem, armazéns, silos, rampas ro-ro, pátios, edificações em geral, vias internas de circulação rodoviárias e ferroviárias e ainda os terrenos e ilhas ao longo dessas faixas marginais e em suas adjacências, pertencentes à União, incorporadas ou não ao patrimônio do Porto de Paranaguá ou sob sua guarda e responsabilidade.*
> *II - pela infraestrutura de proteção e acesso aquaviários, tais como áreas de fundeio, bacias de evolução, canais de acesso da Galheta, Sudeste, do Norte e suas áreas adjacentes até as margens das instalações terrestres do Porto Organizado, conforme definido no inciso I deste artigo, existentes ou que venham a ser construídas e mantidas pela administração do Porto ou por outro órgão do Poder Público (BRASIL, 2002).*

Entretanto, a partir do novo decreto supracitado, foi estabelecida uma nova poligonal para o Porto Organizado de Paranaguá (Figura 4.6), compreendendo, mediante artigo 2º do referido Decreto, “as instalações portuárias e a infraestrutura de proteção e de acesso ao porto, bem público construído e aparelhado para atender as necessidades de navegação, de movimentação de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias, e cujo tráfego e operações portuárias estejam sob jurisdição da autoridade portuária” (BRASIL,

2016). Ressalta-se que as medidas legais supracitadas apresentam repercussões do ponto de vista da organização logística do Porto Organizado de Paranaguá e favorecem as expansões de infraestruturas portuárias, tais como as propostas neste estudo.

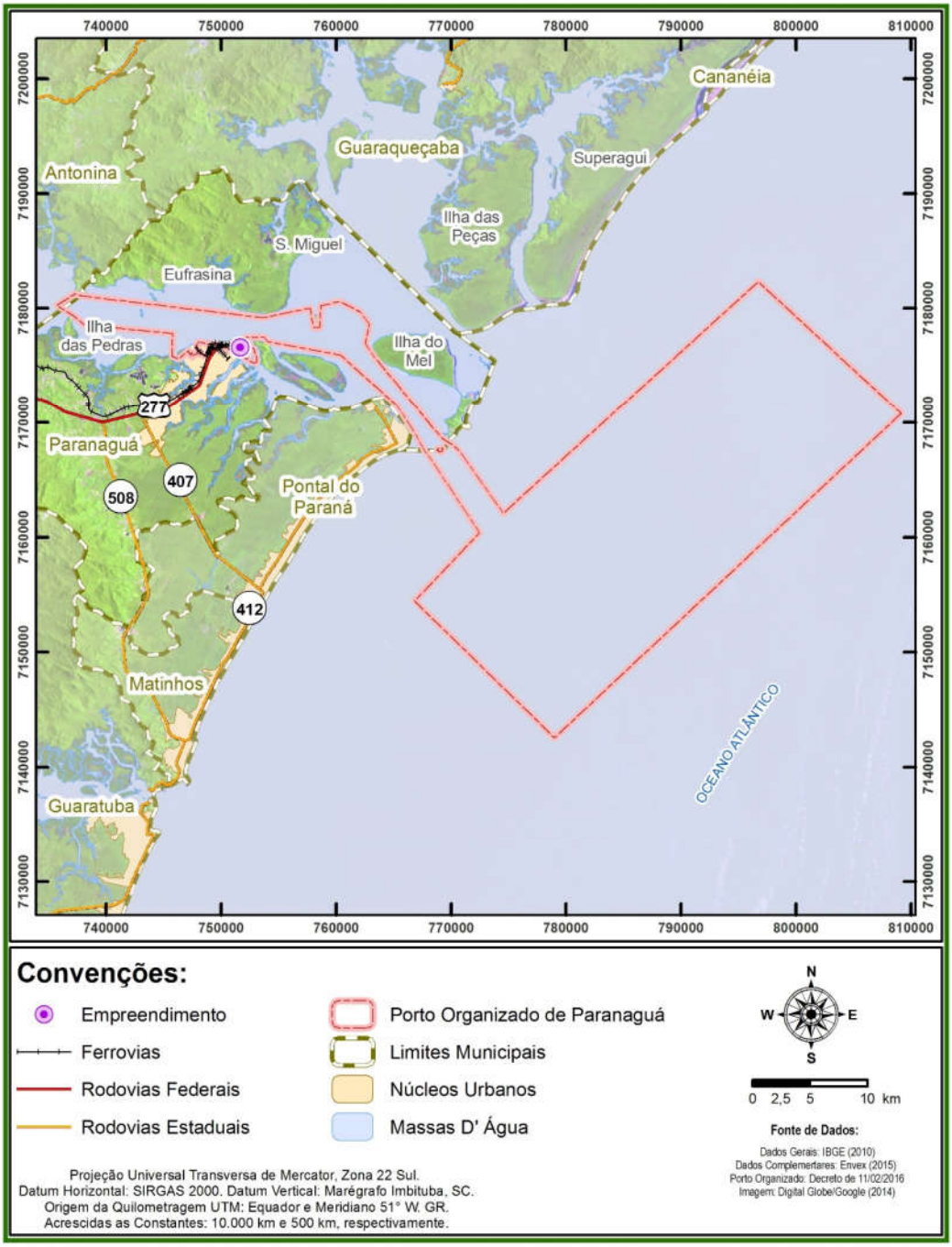


Figura 4.6 - Poligonal do Porto Organizado de Paranaguá e o Empreendimento

4.1.2.2.6 Eixo Modal de Paranaguá

O Eixo Modal de Paranaguá (Figura 4.7) foi instituído e declarado como sendo de utilidade pública e interesse social pelo Decreto Estadual n° 9.886/2014 (PARANÁ, 2014), estabelecendo uma área, na qual poderão ser desenvolvidas, sempre mediante prévio licenciamento, as atividades de apoio logístico às operações do porto de Paranaguá, corroborando e apresentando compatibilidade com a ampliação portuária pretendida, na medida em que possibilita aportes de infraestrutura logística para suprir as demandas do porto.

O artigo 3º do referido decreto (PARANÁ, 2014) estabelece as atividades que poderão ser desenvolvidas nesta porção espacial, quais sejam: postos de combustíveis; centrais logísticas para armazenagem e distribuição de cargas em geral; estacionamento de veículos; armazenagem de contêineres e; armazenagem e/ou mistura de fertilizantes. O decreto ainda estabelece em seu artigo 4º (PARANÁ, 2014) as diretrizes e áreas prioritárias destinadas a compensação ambiental (Figura 4.7).

Ressalta-se que, o recente Estudo de Impacto Ambiental da rodovia PR-340 (CIA AMBIENTAL, 2016), em Antonina, evidencia a importância deste Eixo Modal para o contexto da rodovia supracitada e o litoral paranaense, possibilitando o fortalecimento do setor portuário na região litorânea do Paraná, e contribuindo para a minimização dos gargalos de transporte e logística tão evidentes nos recentes anos.

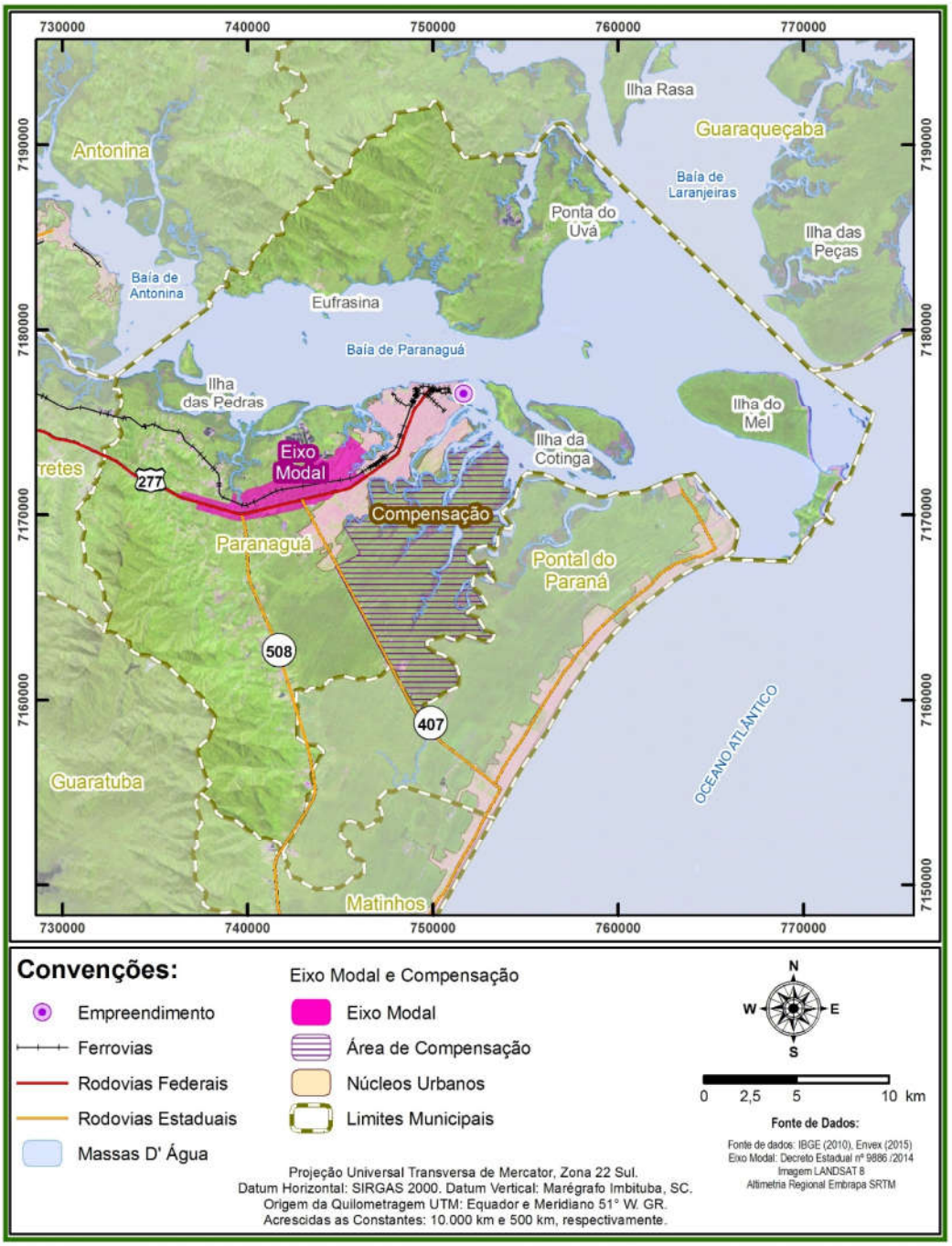


Figura 4.7 - Eixo Modal de Paranaguá, áreas de compensação previstas e o Empreendimento

4.1.2.2.7 Plano da Bacia Litorânea

Os Planos de Bacias Hidrográficas configuram-se como instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 12.726, de 26 de novembro de 1999 (PARANÁ, 1999). De modo conjugado a esta legislação, com o intuito de balizar as suas ações, a Resolução nº 49/2006 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, dispõe sobre a instituição de Regiões Hidrográficas, Bacias Hidrográficas e Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado do Paraná (PARANÁ, 2006).

Contudo, no Estado do Paraná, verificam-se apenas comitês de bacias estruturados, dado que os planos em desenvolvimento (Alto Iguaçu e Afluentes do rio Ribeira, Rio Jordão e do Rio Tibagi) ainda são incipientes e pouco consolidados (ÁGUASPARANÁ, 2016). No que concerne à Bacia Litorânea[4], evidencia-se que o seu Comitê foi instituído pelo Decreto Estadual nº 5759, de 30 de agosto de 2012, apresentando, mediante o artigo 3º de seu regimento interno, as seguintes finalidades:

> *I - promover a gestão dos recursos hídricos e as ações de sua competência, considerando como unidade de planejamento e gestão a totalidade da bacia hidrográfica;*
> *II - articular a integração dos Sistemas Estadual e Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e seus respectivos instrumentos de gestão, no âmbito de sua área de atuação (PARANÁ, 2012).*

Atualmente, o Comitê encontra-se em vigência, contudo não existe um Plano de Bacia elaborado para a região litorânea do Paraná, impossibilitando análises quanto à compatibilidade do empreendimento de ampliação do Porto de Paranaguá com este instrumento de planejamento.

4.1.2.3 Integração do empreendimento com os instrumentos de planejamento e gestão pública municipais

4.1.2.3.1 Programa de Expansão Econômica de Paranaguá (PRODEPAR)

O PRODEPAR foi instituído pela Lei Ordinária nº 1.962/1996 (PARANAGUÁ, 1996), concedendo, em um primeiro momento, incentivos às indústrias no município de Paranaguá.

[4] Foram realizadas consultas ao Instituto das Águas do Paraná, quanto às perspectivas de contratação do estudo para o Plano da Bacia supracitada. Contudo, até o presente momento, o órgão responsável não apresentou respostas conclusivas, de modo que esta informação será atualizada até o fim do presente EIA.

Em 2008, esta lei foi revogada pela Lei Ordinária nº 2.894/2008 (PARANAGUÁ, 2008), e regulamentada pelo Decreto Municipal nº 385/2009, com o objetivo de atrair novos empreendimentos para o município de Paranaguá, tendo como base a concessão de incentivos fiscais e benefícios.

O artigo 1º da referida lei estabelece como empreendimentos prioritários os "industriais, de alta tecnologia, turísticos, de instituições de ensino médio técnico e/ou superior, centros de distribuição e unidades logísticas de serviços e produtos" (PARANAGUÁ, 2008), com exceção daqueles cujos projetos de atividade apresentem potencial de poluição ambiental; irregularidades fiscais; que alterarem, ao longo de sua instalação, a atividade originária para outra que apresente risco de poluição ambiental; e os que não permaneçam em atividade no Município de Paranaguá pelo período mínimo de 10 (dez) anos (PARANAGUÁ, 2008, art. 5º).

De acordo com o artigo 2º desta lei, os incentivos e benefícios serão concedidos aos empreendimentos considerados de relevância econômica e de interesse social, bem como para aqueles que contribuam em face da geração de emprego e renda; e incremento de mão de obra qualificada, preferencialmente, atrelada aos moradores do município de Paranaguá (PARANAGUÁ, 2008).

O artigo 3º estabelece os benefícios que poderão ser concedidos, ao passo que o artigo 4º enfatiza os incentivos tributários, conforme exposto a seguir:

> *I. concessão de direito real de uso de imóvel de propriedade do Município, mediante aprovação de lei específica pelo Legislativo;*
> *II. realização de serviços de infraestrutura física, terraplanagem, quando da instalação ou ampliação de empreendimento, conforme artigo 8°;*
> *II. cursos de formação e especialização de mão-de-obra, recomendados através do Conselho Municipal do Trabalho, conforme necessidade de mercado;*
> *IV. difusão e divulgação dos produtos e serviços gerados em Paranaguá através dos meios apropriados e mais oportunos;*
> *V. Programa especial para o valor da tarifa de água consumida (PARANAGUÁ, 2008, art.3º).*
>
> *I. isenção da Taxa de Licença para Execução da Obra;*
> *II. isenção da Taxa de Licença para localização do estabelecimento pelo prazo de até 05 (cinco) anos;*
> *III. isenção do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU), pelo prazo de até 7 (sete) anos;*
> *IV. isenção do ITBI – Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis incidente sobre a compra do imóvel para os empreendimentos previstos no art. 1º;*
> *V. redução das alíquotas do Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN), pelo prazo máximo de 05 (cinco) anos, nos termos a serem regulamentados por decreto (PARANAGUÁ, 2008, art.4º).*

De modo semelhante, o artigo 7º determina que os incentivos e benefícios serão concedidos tendo como base a análise do Termo de Avaliação de Enquadramento do Projeto, calcada nos seguintes critérios: “a) geração de empregos; b) área de investimento; c) tipo de produtos ou serviços; d) porte do empreendimento; e) forma e modalidade de investimento; f) natureza do empreendimento, se novo ou expansão; g) aplicação e utilização de tecnologias; h) impacto sobre o meio ambiente; i) cronograma de execução do empreendimento; j) impacto final tributário; k) natureza e utilização da mão de obra; l) programas e benefícios sociais” (PARANAGUÁ, 2008).

Ressalta-se ainda, mediante artigo 12º, que a adequação dos empreendimentos ao referido programa não os exime do cumprimento da Lei Complementar nº 60, de 23 de agosto de 2007, que instituiu o Plano Diretor Municipal, e das demais legislações, nas esferas municipal, estadual e federal, as quais o empreendimento encontre-se condicionado (PARANAGUÁ, 2008).

A Lei Ordinária nº 2.894/2008 (PARANAGUÁ, 2008), foi alterada pela Lei Municipal nº 3.127/2010 (PARANAGUÁ, 2010), no que concerne, especificamente, à Comissão de Análise de Incentivos Fiscais (C.A.I.F), vinculada à Secretaria Municipal do Trabalho e Emprego. Salienta-se ainda, que com a mudança de gestão municipal em 2016, esta legislação sofrerá novos ajustes, mediante as condições econômicas do país e orçamentárias da prefeitura, na atualidade.

Partindo-se destes pressupostos, verifica-se que o programa em questão apresenta relação indireta com os empreendimentos propostos neste EIA, uma vez que a partir de suas especificações, podem ser concedidos incentivos a empresas e atividades que viabilizem e subsidiem as ampliações portuárias, tais como novos armazéns e terminais. Neste sentido, ainda que de maneira indireta, evidenciam-se compatibilidades entre os empreendimentos de ampliação em análise neste EIA e o programa supracitado.

4.1.2.3.2 Plano Diretor de Paranaguá e Estudos de Impacto de Vizinhança (EIV)

O Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Paranaguá foi instituído por meio da Lei Complementar nº 60, de 23 de agosto de 2007, tendo como objetivo nortear o desenvolvimento do município, bem como orientar a ação do poder público e da iniciativa privada no âmbito dos limites municipais.

Ressalta-se que, em relação ao porto, em suas diretrizes e objetivos, o Plano Diretor enfatiza em seu artigo 16º, incisos XI e XII, a necessidade de garantir e adequar as relações funcionais entre o porto e a cidade, sobretudo no que tange às condições para que “os fluxos de tráfego do porto e em direção ao litoral não comprometam o desenvolvimento do tráfego da cidade” (PARANAGUÁ, 2007a).

No que concerne às diretrizes regionais de desenvolvimento municipal, o Plano Diretor propõe “aproveitar as condições da localização do município, assim como sua vocação portuária para integração na dinâmica econômica nacional, tendo como estratégia de ação o fortalecimento dos terminais intermodais do município” (art. 19º). De modo complementar, o artigo 22º, inserido no Plano de Ações Prioritárias do Plano Diretor, define como um dos setores prioritários de ação, a expansão do porto e a capacitação técnica da população visando o fortalecimento do mercado de trabalho local (PARANAGUÁ, 2007a).

Neste sentido, entre as diretrizes da política de desenvolvimento socioeconômico, este instrumento de planejamento em nível municipal, destaca o estímulo ao investimento e à integração do sistema portuário com o município, sendo que considera o porto um importante elemento de consolidação da identidade de Paranaguá. Desta forma, a ampliação do Porto de Paranaguá, objeto do presente estudo, vai ao encontro das diretrizes regionais e municipais almejadas pela Prefeitura Municipal de Paranaguá, sobretudo, no que se refere à expansão da atividade portuária de modo conjugado ao desenvolvimento municipal.

Em relação às dimensões espaciais de delimitação das zonas do Plano Diretor, verifica-se que grande parte da área do entorno do Porto de Paranaguá, bem como os empreendimentos deste EIA, encontram-se inseridos na Zona de Interesse Portuário (ZIP), com exceção da região da Igreja Nossa Senhora do Rocio, definida como Zona de Proteção ao Santuário do Rocio (ZPSR), conforme Figura 4.8.

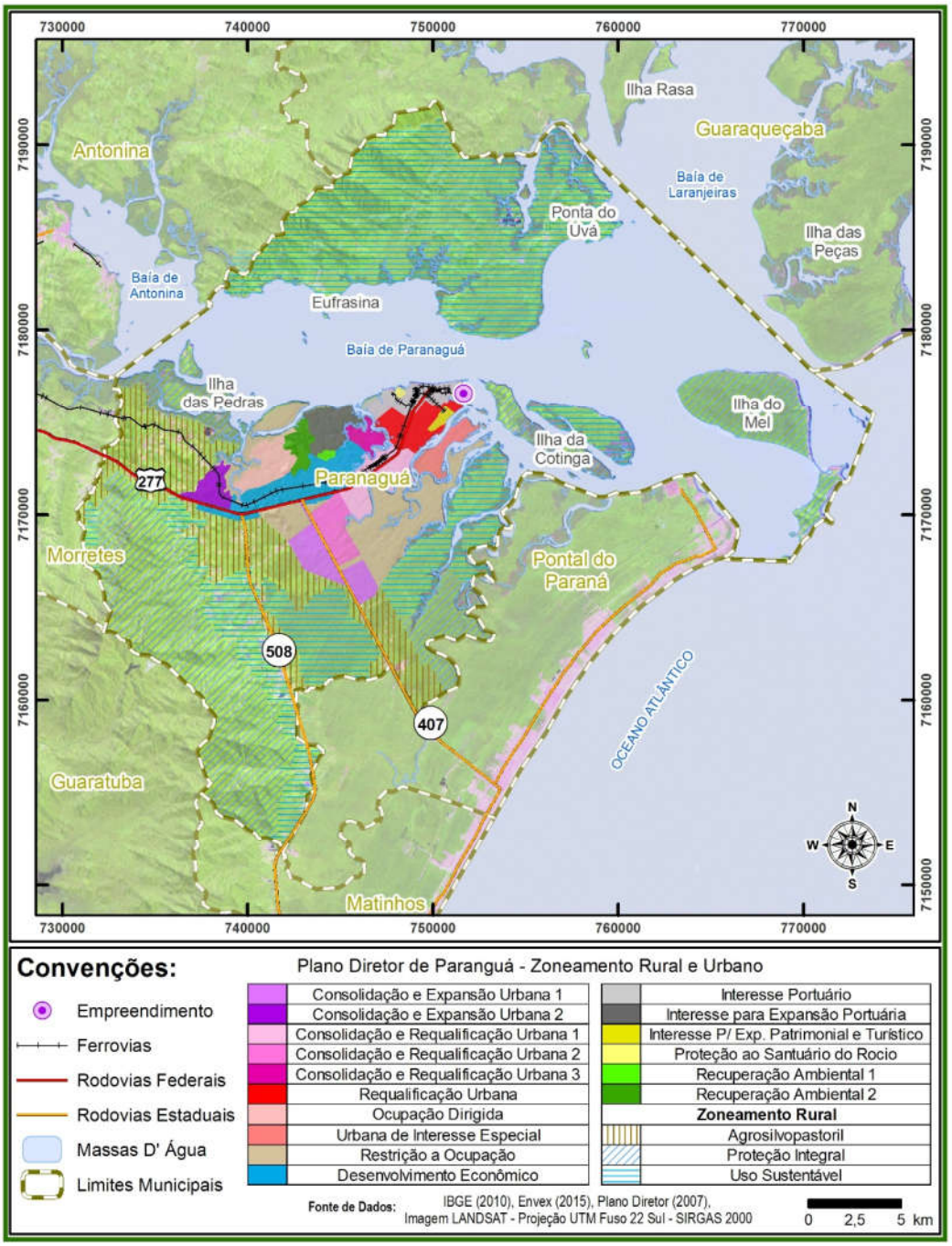


Figura 4.8 - Plano Diretor de Paranaguá e o Empreendimento

Ainda em relação à dinâmica urbana e suas inter-relações com as atividades portuárias no município de Paranaguá, constata-se que outro importante instrumento para orientar o desenvolvimento do Município é a Lei Complementar nº 62/2007, que instituiu o zoneamento de uso e ocupação do solo, definindo uma área, especificamente, às atividades portuárias (Figura 4.8), contribuindo assim, para o ordenamento do crescimento urbano e econômico

de Paranaguá (PARANAGUÁ, 2007b). De modo conjugado, o sistema viário básico instituído pela Lei Complementar nº 64/2007 apresenta um papel significativo em relação às garantias de acessibilidade e competitividade atreladas ao porto (PARANAGUÁ, 2007c).

Ainda do ponto de vista urbano legal do município, o Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança (EIV), definido pela Lei Municipal nº 2822, de 03 de dezembro de 2007, e regulamentado pelo decreto nº 544/2013, estabelece em seu artigo 1º, "a obrigatoriedade da apresentação, por parte do empreendedor, à administração municipal, do EIV como pré-requisito para concessão de licenças, autorizações e alvarás de construção/funcionamento relativos a empreendimentos e atividades econômicas geradoras de impacto", os quais, de acordo com o artigo 2º, são aqueles que no momento de implantação apresentam as seguintes características (PARANAGUÁ, 2007d).

> *I - sobrecarregam a infraestrutura urbana, interferindo direta ou indiretamente no sistema viário, sistema de drenagem, saneamento básico, eletricidade e telecomunicações;*
> *II - tenham uma repercussão ambiental significativa, provocando alterações nos padrões funcionais e urbanísticos da vizinhança ou na paisagem urbana e patrimônio natural circundante;*
> *III - estabeleçam alteração ou modificação substancial na qualidade de vida da população residente na área ou em suas proximidades, afetando sua saúde, segurança ou bem-estar;*
> *IV - alterem as propriedades químicas, físicas ou biológicas do meio ambiente;*
> *V - prejudiquem o patrimônio cultural do município (Art.2º, PARANAGUÁ, 2007d).*

No âmbito do artigo 3º da referida legislação, são destacados os empreendimentos de impacto, sujeitos a Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança:

> *I - os parcelamentos urbanos com área total superior a 50.000m² (cinquenta mil metros quadrados);*
> *II - os empreendimentos comerciais com área total construída superior a 5.000m² (cinco mil metros quadrados);*
> *III - plantas industriais com mais de 2.000 m² (dois mil metros quadrados) e quaisquer empreendimentos industriais e agroindustriais situados na área rural do município;*
> *IV - os cemitérios, crematórios, capelas mortuárias;*
> *V - os shopping centers;*
> *VI - centrais de carga, centrais de abastecimento, estações de tratamento de água ou de esgoto, distritos e zonas industriais; terminais de transportes, terminais de carga, terminais de minério, de petróleo e de produtos químicos;*
> *VII - aterros sanitários e usinas de reciclagem de resíduos sólidos;*
> *VIII - usinas de geração de eletricidade; usinas de asfalto; oleodutos, gasodutos, minerodutos;*
> *IX - autódromos, hipódromos e estádios esportivos;*
> *X - túneis e viadutos;*
> *XI - matadouros e abatedouros;*
> *XII - presídios;*

XIII - terminais rodoviários, ferroviários, aeroviários e hidroviários;
XIV - obras para exploração de recursos hídricos, tais como barragens, canalizações e transposições de bacias;
XV - heliportos;
XVI - casas noturnas, salão de clubes, restaurantes e bares com música ao vivo, casas de show;
XVII - estabelecimentos de ensino com previsão de capacidade superior a 500 (quinhentos) alunos, por turno (Art.3º, PARANAGUÁ, 2007d).

Desta forma, evidencia-se que os instrumentos de planejamento dos quais o município de Paranaguá dispõe, auxiliam tanto nas diretrizes e normas de uso e ocupação, como no estímulo ao desenvolvimento, considerando as potencialidades municipais, dentre as quais, as atividades portuárias se destacam, não evidenciando-se como impedimentos as ampliações de infraestruturas, tais como as portuárias, mas atuando na regulamentação destes processos. Partindo-se destes pressupostos, reitera-se a compatibilidade do empreendimento em relação aos instrumentos de planejamento municipais, os quais reconhecem o papel do porto enquanto dinamizador de desenvolvimento e favorecem as expansões portuárias, sempre mediante estudos de impacto ambiental e de vizinhança.

4.1.3 Programas Ambientais em execução pela APPA

A validade da Licença de Operação (LO nº 1.173/2013) de regularização ambiental do Porto Organizado de Paranaguá encontra-se condicionada à execução de alguns Programas Ambientais pela APPA, os quais são listados e analisados quanto à compatibilidade com o empreendimento, na Tabela 4.6. A descrição detalhada dos programas supracitados, no que tange às etapas, metodologias e resultados, pode ser encontrada em relatórios semestrais atrelados ao Plano de Controle Ambiental (PCA) do Porto de Paranaguá, do ano de 2011 (ACQUAPLAN, 2011b).

Tabela 4.6 - Programas em execução (APPA)

Programas - APPA	
Programa	**Descrição**
Programa de Gestão Ambiental (PGA)	Compreende o acompanhamento e gerenciamento dos programas integrantes do PCA do Porto de Paranaguá, visando prover mecanismos para garantir a execução e o controle das ações propostas, bem como a prevenção e mitigação de eventuais impactos ambientais decorrentes das atividades portuárias.
Programa de Auditoria Ambiental	Busca realizar auditorias internas e externas com o intuito de avaliar o desempenho de ações, planos e programas ambientais ligados ao Porto de Paranaguá.
Programa de Monitoramento da Biota Aquática e Bioindicadores	Destina-se ao monitoramento do impacto das atividades operacionais e eventuais ocorrências de contaminações, no que se refere à biota aquática do litoral paranaense, por meio de coletas e análises de

Programas - APPA	
Programa	**Descrição**
	indicadores. Este programa contempla os seguintes subprogramas: 1) Monitoramento da Comunidade Planctônica; 2) Monitoramento da Comunidade Bentônica de Fundo Inconsolidado e de Fundo Consolidado; 3) Monitoramento da Ictiofauna e da Carcinofauna; e 4) Monitoramento de Cetáceos e Quelônios.
Programa Ambiental de Análise de Contaminação Tecidual por materiais pesados e Hidrocarbonetos	O programa consiste na análise e monitoramento, ao longo do tempo, dos metais pesados e hidrocarbonetos na área próxima ao Porto de Paranaguá, tendo em vista a legislação em relação à qualidade ambiental da área.
Programa de Monitoramento do Nível de Degradação dos Ecossistemas Costeiros: Manguezais	Em face da relevância dos manguezais no Litoral Paranaense, este programa consiste em um plano amostral que inclui áreas representativas dos ecossistemas de manguezais no entorno do CEP, objetivando avaliar, espaço-temporalmente, o comportamento dos manguezais, tendo em vista a caracterização estrutural, bem como a avaliação evolutiva da vegetação de mangue na área supracitada.
Programa de Recuperação de Áreas Contaminadas	O programa visa a recuperação de áreas contaminadas, degradadas e/ou sob risco de impactos decorrentes da atividade portuária. De um modo geral, contempla as ações de planejamento e a execução de medidas de avaliação e erradicação de passivos ambientais decorrentes das atividades associadas à área do PDZ de Paranaguá.
Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos	O programa busca minimizar a geração de resíduos sólidos (fonte), adequar a segregação, controlar e reduzir riscos ao meio ambiente e, assegurar o correto manuseio e disposição final destes resíduos, tendo como base as legislações aplicáveis a temática em questão.
Programa de Gerenciamento de Efluentes	Este programa versa sobre as diretrizes para o gerenciamento dos efluentes líquidos produzidos e/ou coletados no Porto de Paranaguá, tendo como objetivo analisar as fontes de geração, caracterizar os efluentes, atender aos requisitos legais e verificar medidas para sua gestão, bem como propor alternativas locacionais para os lançamentos dos mesmos.
Programa de Gerenciamento das Emissões Atmosféricas	O presente programa encontra-se relacionado ao controle, monitoramento e redução das fontes de emissões atmosféricas, tendo como base 12 estações de monitoramento da qualidade do ar, visando atender aos padrões de qualidade do ar e os limites de emissão preconizados pela legislação. Contempla como principais ações o inventário das fontes de emissões atmosféricas na área do porto organizado e os Planos de Monitoramento da qualidade do ar e de emissões de fontes móveis, bem como medidas corretivas.
Programa de Gerenciamento de Emissão de Ruídos	Esse programa visa monitorar e propor ações de mitigação das emissões sonoras atreladas às atividades portuárias em Paranaguá. Para tanto pauta-se na adoção de medidas que permitam a redução a níveis aceitáveis, em concordância com os padrões estabelecidos pelas regulamentações normativas, tendo em vista o conforto acústico da comunidade. Neste sentido, este programa contempla o Plano de Monitoramento de Ruídos, mapeamento de fontes geradoras, medidas para o acompanhamento, prevenção e mitigação, sendo que a sua execução encontra-se atrelada a 20 pontos de monitoramento situados no PDZ do Porto de Paranaguá e entorno.
Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas	O Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas tem por objetivo detectar, através de análises periódicas em mais de 30 pontos de coleta, alterações nos parâmetros de qualidade da água e as possíveis fontes poluidoras a elas atreladas, na área situada no entorno do Porto de Paranaguá.

Programas - APPA	
Programa	**Descrição**
Programa de Monitoramento da Qualidade dos Sedimentos	Este programa busca verificar alterações nos parâmetros físico-químicos dos sedimentos do leito marinho, tomando como referência, as determinações da Resolução CONAMA nº 344/04, na região do PDZ do Porto de Paranaguá, através de metodologias compatíveis ao escopo de análise sedimentológica, no que se refere ao recebimento e tratamento das amostras e ensaios laboratoriais necessários para suas análises. Este programa também é responsável por subsidiar o planejamento para a execução de dragagens de manutenção.
Programa de Verificação do Gerenciamento da Água de Lastro	Este programa apresenta como foco coordenar os esforços para obtenção de informações sobre a origem, quantificação e mecanismos de gestão da água de lastro das embarcações, contemplando os seguintes subprogramas: 1) Monitoramento Biótico; 2) Elaboração de Banco de Dados de Água de Lastro; e 3) Proposta de Comunicação Social para as tripulações de embarcações. Entre as principais ações atreladas a este programa destacam-se: identificação da ocorrência de organismos exóticos; elaboração de um banco de dados; e a difusão de informações quanto aos impactos ao meio ambiente, à saúde pública e às atividades econômicas.
Programa de Controle de Proliferação de Vetores	Este programa tem como objetivo diminuir e controlar a população de pombos comuns (*Columba livia*), por meio de medidas integradas de manejo ambiental e controle. Verificam-se também subprogramas de controle de ratazana (*Rattus norvegicus*), rato de telhado (*Rattus rattus*) e camundongos (*Mus musculus*).
Programa de Gerenciamento de Tráfego	Apresenta como objetivos acompanhar as obras de infraestruturas e realizar estudos com o intuito de subsidiar a minimização de impactos atrelados ao tráfego de veículos pesados nas áreas urbanas dos municípios de Paranaguá e Antonina.
Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira	Este programa busca determinar a abrangência, os procedimentos e os critérios para o monitoramento da atividade pesqueira na região do CEP, com o intuito de gerar dados e informações estatísticas sobre a pesca na área, de modo a subsidiar estudos sobre o comportamento e desempenho da atividade pesqueira.
Programa de Comunicação Social	Apresenta como objetivos criar e implementar mecanismos de comunicação, que garantam trocas de informações relativas ao empreendimento e suas interferências na estrutura e na dinâmica física, biológica e socioeconômica da região; a interação permanente entre o Porto de Paranaguá e os diversos grupos socioeconômicos institucionais envolvidos ou afetados; a difusão de ações ambientais e de programas de mitigação dos impactos e compensação ligados ao empreendimento.
Programa de Educação Ambiental	O objetivo principal deste programa é o desenvolvimento de ações educativas participativas, tais como palestras, oficinas e treinamentos, com o intuito de capacitar e conscientizar os setores sociais, com ênfase nas regiões mais afetadas pelo Porto, e aos trabalhadores deste empreendimento em face das questões ambientais. Para tanto, apresenta como subprogramas: 1) Educação Ambiental para a Comunidade Externa; e 2) Educação Ambiental para os Trabalhadores.
Programa do patrimônio histórico e componente indígena	Este programa objetiva fomentar o conhecimento e a valorização do patrimônio histórico local, com o fortalecimento de questões identitárias, bem como, pelo acompanhamento estratégico das interações entre a expansão das atividades portuárias e as comunidades indígenas e tradicionais da região.
Análise e gerenciamento de riscos e emergências	Contempla os seguintes planos: 1) Plano de Controle de Emergências (PCE); 2) Plano de Auxílio Mútuo (PAM); 3) Plano de Emergência

Programas - APPA	
Programa	**Descrição**
	Individual (PEI); e 4) Plano de Área (PA), visando atender eventuais situações de riscos e emergências na APPA.
Segurança e Saúde	Contempla o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), voltado à prevenção de acidentes e à saúde do trabalhador; e o Plano de Controle Médico de Saúde Ocupacional, atrelado aos riscos à saúde.
Projetos Socioambientais à Comunidade	São realizados projetos de integração em face da relação porto-cidade, tais como o "Projeto Porto na Escola", voltado ao ensino da importância da atividade portuária para a economia local e regional, através da visita dos alunos ao cais do porto e palestras relativas ao porto e às questões ambientais. Destacam-se ainda os projetos "Porto em Ação"; "Porto no Campo", e "Porto na Cidade – Universidade", visando aproximar os diálogos entre estas esferas da sociedade.

Fonte: ACQUAPLAN (2011b) e APPA (2016).

4.1.4 Outros Empreendimentos previstos para o Litoral

No que diz respeito à expansão das atividades portuárias no litoral do Paraná, além da ampliação pretendida da área do cais de acostagem do Porto de Paranaguá, cujo diagnóstico e viabilidade encontra-se em curso no âmbito do presente EIA, foram identificados outros empreendimentos em processo de licenciamento ambiental (Tabela 4.7; Tabela 4.8; Figura 4.10 e Anexo I – Mapa 02 - Empreendimentos Portuários em licenciamento nas baías de Antonina e Paranaguá), muitos dos quais encontram-se em áreas já arrendadas ou arrendáveis presentes no PDZPO do Porto (Figura 4.9).

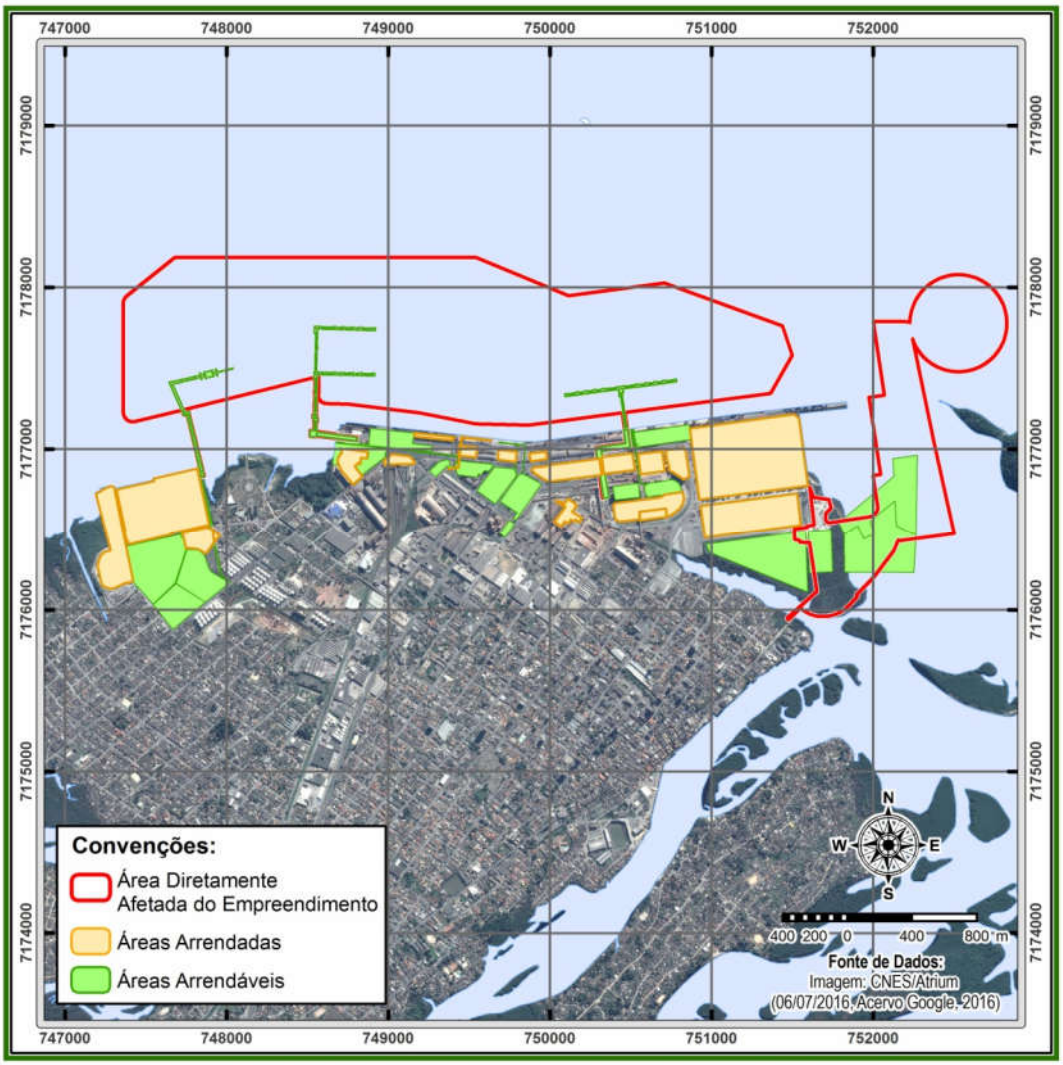


Figura 4.9 – Áreas arrendadas ou arrendáveis na área do Porto de Paranaguá

A análise dos empreendimentos supracitados permitiu identificar que a maioria encontra-se em Paranaguá, perfazendo um total de 27 dos 37 empreendimentos em licenciamento, de modo que este fato enfatiza a relevância do município no contexto da atividade portuária do Estado e estímulo à instalação de infraestruturas de acesso. No que concerne às fases de licenciamento ambiental, constata-se que cinco dos empreendimentos listados já apresentam Licença de Operação (LO), onze empreendimentos encontram-se na fase de solicitação ou concessão da Licença de Instalação (LI); e os demais, na fase de Licença Prévia (LP).

Ressalta-se, que alguns empreendimentos listados na Tabela 4.7, apresentam repercussões regionais e municipais mais significativas em detrimento de outros, no município de Paranaguá, sendo que em sua maioria estas dinâmicas encontram-se atreladas a

condicionantes de licença de operação, as quais estabelecem a obrigatoriedade de desenvolvimento de determinados projetos, programas e ações, internas e externas, para a operação de suas atividades, gerando diversas medidas no âmbito do município.

Um exemplo deste processo encontra-se no Terminal Público de Álcool de Paranaguá (TEPAGUA), cuja licença, atrelada a uma Ação Civil Pública (ACP), prevê desapropriações e deslocamento das moradias situadas em zona de interesse portuário para zoneamentos habitacionais mais propícios a esta finalidade, no intuito de impedir potenciais conflitos entre a ampliação de infraestruturas portuárias e os moradores do entorno de tais atividades (TEPAGUA, 2014).

Tabela 4.7 - Outros Empreendimentos Portuários em processo de licenciamento ambiental no Litoral do Paraná

Empreendimentos Portuários				
N.	**Empreendimento / Município**	**Empreendedor**	**Fase do Licenciamento**	**Órgão Licenciador**
1	Ampliação do cais da Techint -/ Pontal do Paraná	Techint Engineering & Construction	LO (PCA com Dispensa de EIA-RIMA)	IAP
2	Remodelagem dos Berços do Porto de Paranaguá / Paranaguá	APPA	LI emitida dentro da LO da APPA	IBAMA
3	TCPP (Terminal de Contêineres de Pontal do Paraná) / Pontal do Paraná	Porto Pontal Paraná Importação e Exportação Ltda.	LI concedida (Condicionada à construção de novo acesso rodoviário)	IBAMA
4	Porto do Embocuí / Paranaguá	Novo Porto Terminais Portuários Multicargas e Logística Ltda.	LI (Em análise)	IAP
5	Readequação do cais e obra de dragagem da TENENGE / Pontal do Paraná	Construtora Norberto Odebrecht S.A.	LI (Em análise)	IAP
6	Terminal Multifuncional da Melport / Pontal do Paraná	Melport Terminais Marítimos Ltda.	LP (EIA/RIMA em análise)	IAP
7	Nova ampliação do berço atracação e retroárea do TCP / Paranaguá	TCP (Terminal de Contêineres de Paranaguá)	LP (EA em análise)	IBAMA
8	Derrocagem / Paranaguá	APPA	LP (EA em elaboração)	IBAMA
9	Ampliação dos berços dos TPPF / Antonina	Terminais Portuários Ponta do Felix S.A.	LP (EA em elaboração)	IBAMA
10	Estaleiro Brasmar / Antonina	Brasmar Assessoria e Consultoria S.C. Ltda.	LP (TR emitido)	IBAMA
11	Base de Soldagem Subsea7 / Pontal do Paraná	Subsea7 do Brasil Serviços Ltda.	LP (Concedida e cancelada)	IBAMA
12	Ampliação da FOSPAR / Paranaguá	FOSPAR S/A	LI n° 979/2013 com validade até 19/10/2017	IBAMA

Empreendimentos Portuários				
N.	**Empreendimento / Município**	**Empreendedor**	**Fase do Licenciamento**	**Órgão Licenciador**
13	Terminal Logístico Paranaguá – TLPR (Estação Truck) / Paranaguá	TLPR Logística Ltda	LP com validade até 14/04/2017	IAP
14	Terminal Público de Álcool de Paranaguá (TEPAGUA) / Paranaguá	APPA	LO	IAP
15	COREX OESTE - Terminal Bunge – berço 201(Graneis Sólidos) / Paranaguá	Bunge Alimentos S/A	Terminal licenciado através da LP n°25.456, LI n° 11.898 e LO n° 26.250 e incorporada na LO do AZ6 sob n° 2.989 com validade até 11/09/2017.	IAP
16	COREX OESTE - Diamond - Terminal Oeste - Berço 201(Graneis Sólidos) / Paranaguá	Gencon Logística, Transporte e Armazéns Gerais Ltda	LI concedida (n° 19.604), válida até 10/01/2019	IAP
17	COREX OESTE – Terminal Gencon – Berço 201 (Graneis Sólidos) / Paranaguá	Gencon Logística, Transporte e Armazéns Gerais Ltda	Solicitada LP (aprovada no COLIT)	IAP
18	COREX OESTE - Terminal Moinho Iguaçu - Berço 201(Graneis Sólidos) / Paranaguá	Moinho Iguaçu Agroindustrial Ltda	Correias - LP n° 115273 / Solicitada LI (COLIT), Terminal - LI n° 18456/ Solicitada RLI	IAP
19	COREX OESTE - Terminal Sipal – Berço 201 (Graneis Sólidos) / Paranaguá	Sipal Indústria e Comércio Ltda	Aguardando aprovação da APPA do Projeto das Correias. Processo de licenciamento não aberto	IAP
20	COREX LESTE AGTL - (Graneis Sólidos) / Paranaguá	AGTL – Armazéns Geral Terminal Ltda	Somente Projeto	IAP
21	COREX LESTE Gransol - (Granéis Sólidos) / Paranaguá	Gransol Granéis Sólidos Ltda	Finalizando o projeto executivo (terminal com duas correias ligando nos berços 212, 213 e 214). Previsão de abertura do licenciamento ambiental LP até o final do 1° semestre/2017	IAP

Empreendimentos Portuários				
N.	**Empreendimento / Município**	**Empreendedor**	**Fase do Licenciamento**	**Órgão Licenciador**
22	CBL (Terminal de granéis líquidos) / Paranaguá	CBL – Cia Brasileira de Logística S.A.	LI n° 21.761, com validade até 18/09/2017	IAP
23	Terminal Produtos Florestais (APPA) / Paranaguá	APPA	LP n° 33380 (vencida) LI solicitada- IAP	IAP
24	Terminal Granéis sólidos 1 (APPA) / Paranaguá	APPA	LP n° 33381 (vencida) LI solicitada- IAP	IAP
25	Terminal Granéis Sólidos 2 (APPA) / Paranaguá	APPA	LP n° 33032 LI solicitada	IAP
26	Regularização da atividade de limpeza das carrocerias dos caminhões (Vila da Madeira) / Paranaguá	APPA	Solicitar LAS - Elaboração do PCAS e PGRS conforme orientação do IAP OF n° 254/2016/IAP/GP	IAP
27	Pátio de Contêineres (TCP) / Paranaguá	TCP (Terminal de Contêineres de Paranaguá)	LO n° 32403 - IAP (vencida). Renovação solicitada pelo TCP através do OF n°274/TCP/GAMB - 2016. Anteriormente a APPA solicitou ao IAP a transferência da LO para o TCP (OF. 399/2016) – aguardando manifestação.	IAP
28	Novo Pátio de Veículos Exportação (APPA) / Paranaguá	APPA	LP n°33031 (vencida) Solicitada LI	IAP
29	Ampliação do Pátio de Triagem de Caminhões (APPA) / Paranaguá	APPA	LP n° 39322 válida até 29/01/2017; Solicitada LI em 19/09/2016; Solicitada AF em 23/03/2015	IAP
30	Coamo / Paranaguá	Coamo Agroindustrial Cooperativa	LP n° 41807, com validade até 21/12/2018 (solicitará LI)	IAP
31	Fertipar / Paranaguá	Fertipar Fertilizantes do Paraná Ltda	Solicitada LO	IAP
32	Harbor / Paranaguá	Harbor Operadora Portuária Ltda	Solicitada LI; Solicitada AF (Processo em tramitação no	IAP

Empreendimentos Portuários				
N.	**Empreendimento / Município**	**Empreendedor**	**Fase do Licenciamento**	**Órgão Licenciador**
			IAP-litoral)	
33	Vila Becker (APPA) / Paranaguá	APPA	Elaboração do PCAS para solicitar LP	IBAMA
34	Greenlog / Paranaguá	Green Logística Ltda	Solicitada RLI	IAP
35	Coque (Teffé/APPA) / Antonina	APPA	Solicitada LP	IAP
36	Coque (TPPF) / Antonina	Terminais Portuários Ponta do Felix S.A.	Solicitada LP com caráter de LI	IAP
37	Interbulk / Antonina	Interbulk Ltda	Solicitada RLI	IAP

Fonte: APPA (2017), IAP (2017), IBAMA (2017).

Cabe evidenciar ainda, que os empreendimentos supracitados (Tabela 4.7 e Anexo I – Mapa 02 -- Empreendimentos Portuários em licenciamento nas baías de Antonina e Paranaguá) encontram-se condicionados à ampliação de infraestruturas de acessos no Litoral do Paraná. Neste contexto, denota-se que investimentos relevantes em obras desta alçada, não ocorrem nos municípios litorâneos há décadas. Contudo, a ampliação de empreendimentos portuários e as pressões, sobretudo, por parte dos empreendedores, têm culminado em processos de licenciamento ambiental de empreendimentos rodoviários, ferroviários, dutoviários e de dragagem de aprofundamento, nos últimos anos, conforme informações presentes na Tabela 4.8 e Figura 4.10.

Tabela 4.8 - Empreendimentos de Infraestrutura em processo de licenciamento ambiental no Litoral do Paraná

Empreendimentos de Infraestrutura				
Nº	**Empreendimento / Municípios Litorâneos**	**Empreendedor**	**Fase do Licenciamento**	**Órgão Licenciador**
1	Duplicação da PR 407 (Municípios 6; 7)	Concessionária Ecovia Caminho do Mar S.A.	LAS (Obras parcialmente concluídas e processo em análise pelo COLIT)	IAP
2	Aprofundamento do Canal da Galheta (Municípios 1; 6)	APPA (Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina)	LI (concedida)	IBAMA
3	Avenida Portuária – ramal rodoferroviário Barão de Teffé / TPPF (Município 1)	TPPF (Terminais Portuários Ponta do Félix)	LI (Em processo de renovação)	IAP
4	PR-340 - Trecho Antonina / BR-277 (Municípios 1; 5)	DER (Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná)	LP (Análise EIA/RIMA cancelada judicialmente)	IAP
5	Faixa de Infraestrutura em Pontal do Paraná (Município 7)	DER (Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná)	LP (EIA/RIMA em análise)	IAP
6	Poliduto (Sarandi - Paranaguá) – (Municípios 5; 6)	CPL (Central Paranaense de Logística S. A.)	LP (EIA/RIMA em análise)	IAP
7	Pavimentação da PR 405 - Estrada de Guaraqueçaba (Municípios 1; 2)	DER (Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná)	LP (Elaboração do EIA/RIMA cancelada por falta de pagamento)	IAP
8	BR-101 - Trecho Paraná (Municípios 1; 3; 5)	DER (Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná)	LP (Elaboração do TR)	IAP
9	Nova Ferrovia (Municípios 5; 6)	ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres)	Estudo de Viabilidade	IAP
10	Engorda da Orla de Matinhos (Município 4)	Instituto das Águas do Paraná	LP (RIMA aprovado)	IAP
11	Conduto Usina	COPEL (Companhia	LO (Em processo de	IAP

Empreendimentos de Infraestrutura				
Nº	**Empreendimento / Municípios Litorâneos**	**Empreendedor**	**Fase do Licenciamento**	**Órgão Licenciador**
	Hidrelétrica Governador Parigot de Souza - GPS (Município 1)	Paranaense de Energia Elétrica)	renovação)	
Municípios Litorâneos				
1 – Antonina; 2 – Guaraqueçaba; 3 – Guaratuba; 4 – Matinhos; 5 – Morretes; 6 – Paranaguá; 7 – Pontal do Paraná				

Fonte: IAP (2017), IBAMA (2017).

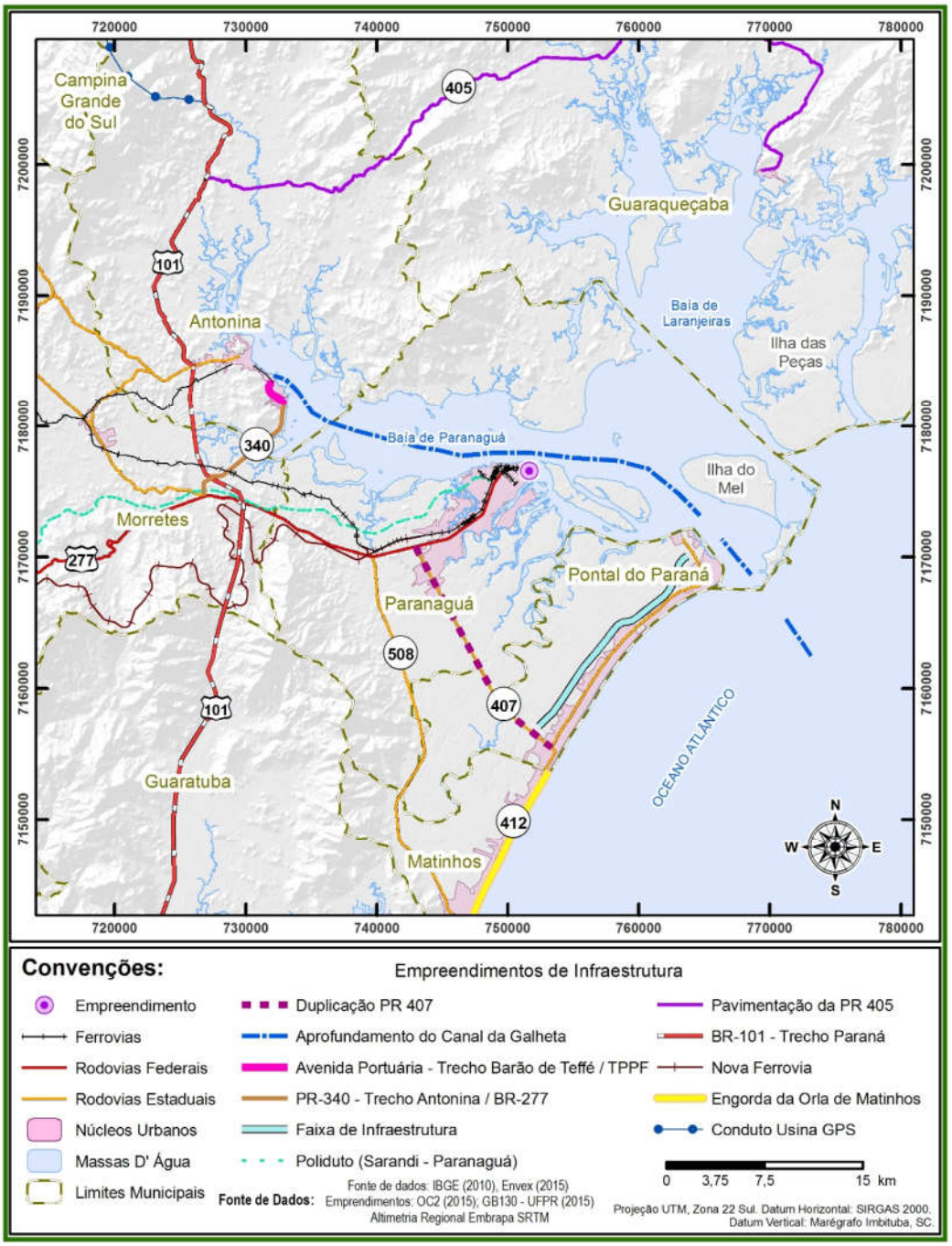


Figura 4.10 - Empreendimentos de Infraestrutura em processo de licenciamento ambiental no Litoral do Paraná

Neste sentido, a partir do exposto, verifica-se que a ampliação de infraestruturas de acesso vem ao encontro das políticas, programas e instrumentos de planejamento em níveis federal, estadual e municipal. Ademais, os empreendimentos listados na Tabela 4.8 e Figura 4.10, configuram-se como aportes de infraestrutura para a efetivação de expansões das

atividades portuárias, reiterando a compatibilidade dos empreendimentos apresentados como objeto de estudo no âmbito deste EIA em relação aos demais processos de licenciamento em curso (portuários e de infraestruturas) no litoral do Paraná.

PLANAVE S.A.
Estudos e Projetos de Engenharia

appa

CLIENTE: **Administração do Porto de Paranaguá e Antonina - APPA**			
EMPREENDIMENTO: **Ampliação do Porto de Paranaguá**			
OPERAÇAO: 1.15.066	OS/OSA 01/01	Nº PLANAVE RL-B00-H01-1001	REV. PLANAVE 0
CONTRATO: 077/2015		Nº CLIENTE -	REV. CLIENTE -

TÍTULO:

CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

REV.	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES	DATA	EXE.	REV.	APR.
0	EMISSÂO INICIAL	20/10/2017			

SUMÁRIO

5 Caracterização do Empreendimento 156
5.1 Histórico do Empreendimento 156
5.1.1 Porto de Paranaguá 156
5.1.2 Histórico 157
5.2 Objetivos e Justificativas 160
5.2.1 Objetivo 160
5.2.2 Justificativa 160
5.3 Informações de Projeto 167
5.3.1 Novo Terminal de Grãos do Corredor de Exportação - Píer T 168
5.3.1.1 Estruturas Civis 172
5.3.1.1.1 Ponte de acesso 172
5.3.1.1.2 Berços de atracação 176
5.3.1.2 Estruturas Eletromecânicas 185
5.3.2 Novo Corredor de Exportação Oeste - Píer F 187
5.3.2.1 Estruturas Civis 192
5.3.2.1.1 Ponte de Acesso 192
5.3.2.1.2 Berços de atracação 202
5.3.2.2 Estruturas Eletromecânicas 212
5.3.3 Complexo Náutico 213
5.3.3.1 Ponte Estaiada de acesso 216
5.3.3.2 Guaritas A e B 217
5.3.3.3 Estacionamentos 220
5.3.3.4 Serviços e comercio dirigido ao turista 220
5.3.3.5 Área de convivência e lazer 222
5.3.3.6 Hotel 223
5.3.3.7 Heliponto 225
5.3.3.8 Edifícios comerciais 226
5.3.3.9 Edifício do novo centro administrativo e operacional da APPA 227
5.3.3.10 Armazém 233

5.3.3.11 Marina 234
5.3.3.12 Restaurante 236
5.3.3.13 Terminal marítimo de passageiros 236
5.3.4 Ampliação do Píer de Inflamáveis - Píer L 238
5.3.4.1 Estruturas Civis 239
5.3.4.2 Tubulação e Suportes de Tubulações – Dutovia / Pipe racks 240
5.4 Fase de Implantação 241
5.4.1 Canteiro de obras e infraestrutura de apoio 241
5.4.2 Insumos e Utilidades 245
5.4.2.1 Água potável 245
5.4.2.2 Energia elétrica 245
5.4.2.3 Drenagem pluvial 246
5.4.2.4 Drenagem de material contaminado 246
5.4.2.5 Jazidas 246
5.4.2.6 Bota fora 250
5.4.2.7 Materiais 250
5.4.3 Mão de Obra 250
5.4.4 Efluentes Líquidos 254
5.4.5 Resíduos Sólidos 255
5.4.5.1 Fontes de geração 255
5.4.5.2 Estimativa da geração de resíduos 256
5.4.5.3 Sistema de controle 257
5.4.5.4 Transporte de resíduos 259
5.4.5.5 Disposição final 259
5.4.6 Emissões Atmosféricas, Ruídos, Vibrações e Iluminação – Fase de Implantação 260
5.4.7 Acessos e Rotas – Fase de Implantação 261
5.4.7.1 Acesso aquaviário 262
5.4.7.2 Acesso rodoviário 263
5.4.8 Dragagens, Derrocagens e Outras Intervenções 269
5.4.8.1 Dragagem 269
5.4.8.2 Derrocagem 277
5.4.8.3 Terraplanagem 279
5.4.9 Cronograma 280

5.5 Fase de Operação 282
5.5.1 Condições Operacionais 282
5.5.1.1 Condições operacionais atuais 282
5.5.1.2 Condições operacionais 294
5.5.1.3 Características operacionais básicas do Píer T 294
5.5.1.4 Características operacionais básicas do Píer F 296
5.5.1.5 Características operacionais básicas do Píer L 297
5.5.1.6 Locais de Armazenamento 299
5.5.1.7 Características do Complexo Náutico 300
5.5.2 Acessos e Rotas – Fase de Operação 301
5.5.2.1 Acesso Aquaviário 301
5.5.2.2 Acesso Rodoviário 304
5.5.2.3 Projetos de melhoria para os acessos rodoviários 310
5.5.2.4 Acesso Ferroviário 314
5.5.3 Infraestrutura de Apoio, Insumos e Utilidades 316
5.5.3.1 Energia elétrica 316
5.5.3.2 Água 317
5.5.3.3 Telecomunicações 317
5.5.3.4 Automação 317
5.5.4 Efluentes Líquidos 317
5.5.4.1 Esgoto sanitário gerado por empreendimento 318
5.5.4.2 Volume de efluente pluvial gerado por empreendimento 318
5.5.4.3 Volume de efluentes oleosos gerados por empreendimento 320
5.5.5 Resíduos Sólidos 323
5.5.5.1 Fontes de geração 324
5.5.5.2 Quantitativos de resíduos 330
5.5.5.3 Armazenamento temporário 330
5.5.5.4 Transporte de resíduos 333
5.5.5.5 Destinação final 334
5.5.6 Emissões Atmosféricas, Ruído, Vibração e Iluminação 334
5.5.6.1 Granéis sólidos 335
5.5.6.2 Granéis líquidos 336
5.5.6.3 Complexo Náutico 337
5.5.7 Mão de Obra 340

LISTA DE FIGURAS

Figura 5.1– Localização do Porto de Paranaguá 156
Figura 5.2 – Resultados consolidados da projeção de demanda do Complexo Portuário de Paranaguá e Antonina 165
Figura 5.3 – Layout do Empreendimento 168
Figura 5.4 – Layout do Píer T – Estruturas Civis 169
Figura 5.5 – Layout do Píer T – Estruturas Civis 170
Figura 5.6 – Maquete Eletrônica do Píer T 171
Figura 5.7 – Layout Geral do Empreendimento 172
Figura 5.8 – Ponte de Acesso Estaqueamento – Segmento 1 173
Figura 5.9 – Ponte de Acesso Estaqueamento – Segmento 2 173
Figura 5.10 – Ponte de Acesso – Seção Transversal Típica 174
Figura 5.11 - Seção Longitudinal – Eixos 114 a 116 – Ponte de Acesso 174
Figura 5.12 – Ponte de Acesso – Planta 176
Figura 5.13 – Layout – Plataformas e *Dolfins* Lado Oeste 177
Figura 5.14 – Estaqueamento – Plataforma Central 178
Figura 5.15 – Estaqueamento – Plataforma 1 178
Figura 5.16 – Estaqueamento – Plataforma 2 179
Figura 5.17 – Estaqueamento – Plataforma 3 179
Figura 5.18 – Estaqueamento – Plataforma 4 180
Figura 5.19 – Estaqueamento – Dolfin de atracação e amarração 180
Figura 5.20 – Seção Transversal - Plataformas 181
Figura 5.21 – Vista em Planta (DAT) – Primeira Fase de Concretagem 182
Figura 5.22 – Corte (DAT) – Primeira Fase de Concretagem 182
Figura 5.23 – Vista em Planta (DAT) – Segunda Fase de Concretagem 183
Figura 5.24 – Corte (DAT) – Segunda Fase de Concretagem 183
Figura 5.25 – Corte - Acessórios 184
Figura 5.26 – Estruturas Eletromecânicas 185
Figura 5.27 – Estruturas Eletromecânicas 185
Figura 5.28 – Torres Pescantes 186
Figura 5.29 – Torre Pescante - Corte 187
Figura 5.30 – Píer F - Estruturas Civis 188
Figura 5.31 – Píer F - Estruturas Eletromecânicas 189
Figura 5.32 – Layout Geral do Píer F 191
Figura 5.33 – Ponte de Acesso 1 – Estaqueamento 192
Figura 5.34 – Ponte de Acesso 2 – Segmento 1 e 2 - Estaqueamento 193
Figura 5.35 – Ponte de Acesso 3 – Segmento 1 e 2 - Estaqueamento 194
Figura 5.36 – Plataforma TT-01, TT-02 e ponte de acesso entre as plataformas – Estaqueamento 195
Figura 5.37 – Ponte de Acesso 1 – Planta 196
Figura 5.38 – Ponte de Acesso 2 – Seção Transversal Típica 197
Figura 5.39 – Ponte de Acesso 3 – Planta 198
Figura 5.40 – Plataforma TT-01 e TT-02 – Planta 199
Figura 5.41 – Ponte de Acesso entre Plataforma TT-01 e TT-02 – Seção 200

Figura 5.42 – Ponte de Acesso 2 – Posicionamento da canaleta de drenagem, passarela de pedestres e guarda rodas 201
Figura 5.43 – Layout – Píer Interno 202
Figura 5.44 – Layout – Píer Externo 203
Figura 5.45 – Plataforma 1 – Estaqueamento 204
Figura 5.46 – Plataforma 2 – Estaqueamento 204
Figura 5.47 – Plataforma 3 - Estaqueamento 205
Figura 5.48 – Plataforma 4 – Estaqueamento 205
Figura 5.49 – Plataforma TT-03 – Estaqueamento 206
Figura 5.50 – Plataforma TT-04 – Estaqueamento 206
Figura 5.51 – Plataforma 1 – Seção Transversal 207
Figura 5.52 – Plataforma 2 – Seção Transversal 208
Figura 5.53 – Plataforma 3 – Seção Transversal 208
Figura 5.54 – Plataforma 4 – Seção Transversal 209
Figura 5.55 – Plataforma TT-03 – Seção Transversal 209
Figura 5.56 – Plataforma TT-04 – Seção Transversal 210
Figura 5.57 – *Dolfin* de Atracação e Amarração (DAT) – Arranjo Geral 211
Figura 5.58 – *Dolfin* de Atracação e Amarração (DAT) – Seção Transversal 211
Figura 5.59 – Maquete Eletrônica do Píer F 213
Figura 5.60 – Área de Implantação do Complexo Náutico. 214
Figura 5.61 – Complexo Náutico – APPA 215
Figura 5.62 – Ponte de Acesso - Canal da Cotinga 216
Figura 5.63 – Ponte Estaiada 217
Figura 5.64 – Guarita A 218
Figura 5.65 – Guarita B 218
Figura 5.66 – Detalhamento das Estruturas 219
Figura 5.67 – Planta Guarita A e B 219
Figura 5.68 – Fachada do Centro Comercial 220
Figura 5.69 – Detalhamento do Centro Comercial 221
Figura 5.70 – Planta do Centro Comercial 221
Figura 5.71 – Área de Convivência e Lazer 222
Figura 5.72 – Fachada do Hotel 223
Figura 5.73 – Pavimento Térreo 224
Figura 5.74 – 1º Andar 224
Figura 5.75 – Detalhamento do Heliponto 225
Figura 5.76 – Fachada dos Edifícios Comerciais 226
Figura 5.77 – Planta Pavimento Térreo 227
Figura 5.78 – Planta Pavimento Tipo 227
Figura 5.79 – Fachada da Nova Sede da APPA 228
Figura 5.80 – Pavimento Térreo 229
Figura 5.81 – 2º Pavimento 230
Figura 5.82 – 3º Pavimento 230
Figura 5.83 – 4º Pavimento 231
Figura 5.84 – 5º Pavimento 231
Figura 5.85 – 6º Pavimento 232
Figura 5.86 – 7º Pavimento 232
Figura 5.87 – 8º Pavimento 233
Figura 5.88 – Armazém 234
Figura 5.89 – Marina 235
Figura 5.90 – Planta do Edifício Sede da Marina 235

Figura 5.91 – Fachada da Sede e Marina Molhada 236
Figura 5.92 – Fachada do Terminal de Passageiros 237
Figura 5.93 – Planta Térreo do Terminal de Passageiros 237
Figura 5.94 – Planta Superior do Terminal de Passageiros 237
Figura 5.95 – Layout do Píer L - Granéis Líquidos 238
Figura 5.96 – Layout do Píer L - Granéis Líquidos 239
Figura 5.97 – Tubulações 241
Figura 5.98 – Layout do Canteiro de Obras existente 243
Figura 5.99 – Mapeamento de Jazidas 247
Figura 5.100 – Jazidas licenciadas (LO). 249
Figura 5.101 – Histograma de Mão de Obra 253
Figura 5.102 – Rota de Navegação para as Embarcações de apoio. 263
Figura 5.103 – Acessos da Fase de Implantação 264
Figura 5.104 – Áreas da Dragagem de Aprofundamento em Execução 272
Figura 5.105 – Layout Geral da Área de Dragagem 273
Figura 5.106 – Exemplo de Draga Auto Transportadora 275
Figura 5.107 - Desenho esquemático (Draga Auto Transportadora) 275
Figura 5.108 – Localização da Área de Despejo – EIA 277
Figura 5.109 – Localização da Pedra da Palangana 278
Figura 5.110 – Localização da Pedra da Palangana (carta naútica) 279
Figura 5.111 – Localização dos berços e píeres do Porto de Paranaguá 284
Figura 5.112 - Pátios do Porto de Paranaguá 286
Figura 5.113 - Silos do Porto de Paranaguá 288
Figura 5-114 – Píer T – Perspectiva 295
Figura 5-115 – Píer F – Perspectiva 296
Figura 5-116 – Layout do Terminal de Graneis Líquidos – Píer L 298
Figura 5.117 – Áreas do Porto de Paranaguá incluídas no Bloco 2 do Programa de Arrendamentos Portuários 300
Figura 5.118 – Acesso Marítimo – Canal da Galheta 304
Figura 5.119 – Acesso à Paranaguá – Plano Mestre 305
Figura 5.120 – Rotas para caminhões com destino ao Porto de Paranaguá 306
Figura 5.121 – Desenho Esquemático do trecho da BR-277 a ser pavimentado 311
Figura 5.122 – Desenho Esquemático com a localização dos novos viadutos da Av. Ayrton Senna da Silva 312
Figura 5.123 – Desenho Esquemático com a localização dos novos viadutos da Av. Ayrton Senna da Silva 313
Figura 5.124 – Malha ferroviária em Paranaguá 315
Figura 5.125 – Dispositivo Padrão do Sistema de Drenagem - Canaleta 320
Figura 5.126 – Dispositivo Padrão do Sistema de Drenagem - Caixa de Sedimentação 320
Figura 5.127 – Exemplo demonstrativo de dimensões aproximadas de uma CSAO 321
Figura 5.128 – Exemplo demonstrativo de dimensões aproximadas de uma CSAO 323
Figura 5.129 Mapa dos PCS do Porto de Paranaguá 332
Figura 5.130 – Coleta externa dos resíduos da APPA 333
Figura 5.131 – Píer T – Localização do Sistema de Controle de Particulados – APPA 338
Figura 5.132 – Píer F – Localização do Sistema de Controle de Particulados – APPA 339
Figura 5.133 – Exemplo de filtros compactos 340

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 – Projeção de Cargas no Porto de Paranaguá 162
Tabela 5.2 – Quantitativo dos principais insumos previstos para as obras de ampliação do Porto... 250
Tabela 5.3 – Previsão de mão de obra para as obras de ampliação do Porto..... 251
Tabela 5.4 – Resumo das Estimativas da Geração de Efluentes..... 255
Tabela 5.5 – Estimativa para o Píer T..... 256
Tabela 5.6 – Estimativa para o Píer F 256
Tabela 5.7 – Estimativa para o Complexo Náutico 257
Tabela 5.8 – Estimativa para o Píer L 257
Tabela 5.9 – Fontes de ruídos durante as obras, intensidade e área de atuação 260
Tabela 5.10 – Mapeamento das principais fontes de emissão na fase de obras 261
Tabela 5.11 – Tabela de Equivalência em Carros de Passeio 267
Tabela 5.12 – Resumo da profundidade de dragagem nos píeres..... 270
Tabela 5.13 – Resumo da profundidade de dragagem do Complexo Náutico 270
Tabela 5.14 –Estimativa do Volume de Dragagem..... 276
Tabela 5.15 – Características dos berços do cais comercial do Porto de Paranaguá. 282
Tabela 5.16 – Características dos píeres do Porto de Paranaguá. 283
Tabela 5.17 – Características dos armazéns do Porto de Paranaguá. 284
Tabela 5.18 – Características dos pátios do Porto de Paranaguá. 285
Tabela 5.19 – Caracterização dos Silos do Porto de Paranaguá. 286
Tabela 5.20 – Caracterização dos tanques do Porto de Paranaguá 288
Tabela 5.21 – Características de outras instalações de armazenagem. 289
Tabela 5.22 – Equipamentos de cais disponíveis no Porto de Paranaguá 290
Tabela 5.23 – Equipamentos de retroárea disponíveis no Porto de Paranaguá 291
Tabela 5.24 – Características dos navios de projeto – Píer T 296
Tabela 5.25 – Características dos navios de projeto – Píer F 297
Tabela 5.26 – Movimentação do berço 299
Tabela 5.27 – Características dos navios de projeto – Píer L 299
Tabela 5.28 – Capacidade por trecho das vias do entorno portuário 309
Tabela 5.29 – Situação atual do gerenciamento de resíduos gerados pela APPA. 325
Tabela 5.30 – Valores estimados de geração de resíduos na operação 330
Tabela 5.31 - Principais fontes geradoras de emissões nos terminais de granéis sólidos 336
Tabela 5.32 - Principais fontes geradoras de emissões nos terminais de granéis líquidos 336
Tabela 5.33 - Principais fontes geradoras de emissões no Complexo Náutico 337
Tabela 5.34 – Mão de Obra Direta..... 341

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1 – Flutuação de Mão de Obra 251

5 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento consiste em uma obra de ampliação da área do cais de acostagem do Porto Paranaguá. Nessa ampliação, estão previstas a implantação do Píer T, Píer F e Píer L, além da construção de um Complexo Náutico.

5.1 Histórico do Empreendimento

5.1.1 Porto de Paranaguá

O Porto de Paranaguá, considerado o maior Porto graneleiro da América Latina, iniciou suas atividades no ano de 1872, cuja administração era realizada por particulares. Em 1917, após ser batizado de Dom Pedro II, passou a ser administrado pelo Governo do Paraná, e nesta ocasião recebeu melhorias de infraestrutura que possibilitaram sua ascensão à condição de maior Porto sul-brasileiro (APPA, 2016).

Evoluindo em sua cronologia, a inauguração ocorreu em 17 de março de 1935 com a operação de atracação do navio “Almirante Saldanha”. Já em julho de 1947, foi criada a Autarquia Estadual chamada Administração do Porto de Paranaguá (APP) que, anos mais tarde, em 1971, passou a ser denominada Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA), através da Lei nº 6.269, que unificou os dois Portos paranaenses. (APPA, 2016).

Fonte: APPA, 2016

Figura 5.1– Localização do Porto de Paranaguá

Por fim, em 4 de julho de 2014, com a publicação do Decreto nº 11.562, ficou regulamentada a instituição da empresa pública, além do estatuto de administração, que disciplina o funcionamento da empresa com base nas atividades desempenhadas pela Autoridade Portuária, na forma da Lei nº 12.815/2013.

No contexto histórico do Estado do Paraná, o Porto de Paranaguá foi a porta de entrada para os primeiros povoados do Paraná e, desde a segunda metade do século XVI, tem sido o principal exportador da região de maior produção agrícola do Brasil.

Atualmente a área do Porto Organizado de Paranaguá é definida pelo Decreto nº 14.404/2016, compreendendo as instalações portuárias, a infraestrutura de proteção e de acesso ao porto, bem público construído e aparelhado para atender às necessidades de navegação, de movimentação de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias, e cujo tráfego e operações portuárias estejam sob jurisdição da autoridade portuária.

O Porto de Paranaguá é um dos mais importantes centros de comércio marítimo do mundo, unindo localização estratégica a uma das melhores infraestruturas portuárias da América Latina. Entre os principais produtos movimentados em Paranaguá estão: soja, farelo, milho, sal, açúcar, fertilizantes, contêineres, congelados, celulose, derivados de petróleo, álcool e veículos.

Atualmente, o Porto de Paranaguá possui uma área total de 2,3 milhões de metros quadrados, e 4.232 metros de extensão de cais e píeres. Possui 20 berços de atracação, um *dolphin* para navios RO-RO e 10 *shiploaders*. O complexo de exportação de granéis possui capacidade de estática de 1,55 milhões de toneladas ou capacidade de armazenamento de 27 mil caminhões. Na importação, o complexo tem capacidade para 3 milhões de toneladas (Agenda Ambiental Institucional da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina, 2016).

5.1.2 Histórico

De acordo com a legislação ambiental vigente, as principais diretrizes para a execução do licenciamento ambiental estão expressas na Lei nº 6.938/81 e nas Resoluções CONAMA nº 001/86 e nº 237/97. Também foi publicada a Lei Complementar nº 140/2011, que trata da

competência estadual e federal para o licenciamento, tendo como fundamento a localização do empreendimento. Além destas, recentemente, foi publicado o Decreto n° 8.437/2015 (BRASIL, 2015), que revisou a competência de processos de licenciamento que são atualmente conduzidos pela autarquia federal e aqueles que atualmente são licenciados pelos órgãos estaduais de meio ambiente. Partindo-se dos pressupostos da legislação supracitada, a competência para o licenciamento ambiental de todos os portos organizados com movimentação de carga anual superior a 15 milhões de toneladas ou 450.000 TEU, cabe ao IBAMA. Os licenciamentos portuários que hoje estão sob tutela de órgãos estaduais passarão para a competência do IBAMA na fase de renovação das licenças.

Além da legislação de domínio público, existe desde 2009 um Termo de Compromisso – TC, entre a APPA, IBAMA e IAP que estabelece competências para o Licenciamento Ambiental. Esse Termo de Compromisso estabelece que os licenciamentos em mar, ou na interface mar e terras são de competência do IBAMA, e as atividades executadas nas retroáreas portuárias são de competência do IAP - Instituto Ambiental do Paraná.

Neste sentido, foi iniciado o processo relativo ao licenciamento ambiental das ampliações portuárias junto ao IBAMA em 23/08/2011, através do Oficio n° 480/2011 (prot. 02001042551/2011-27). Em função do IBAMA não ter se manifestado quanto ao empreendimento, foi protocolado um novo ofício em 20/03/2013, n°214/2013, pleiteando o licenciamento ambiental do empreendimento.

Em 20/08/2013, a APPA recebeu do IBAMA o Ofício 02001.010343/2013-21, o qual determinou que fosse encaminhado o Formulário de Abertura de Processo (FAP) junto ao sistema online do IBAMA. Assim, seguindo as orientações do órgão ambiental, a APPA formalizou a abertura de processo de licenciamento ambiental, e seguindo os trâmites do licenciamento, encaminhou o processo a conhecimento deste Instituto através do Ofício n°726/2013, em 01/10/2013 (prot. 02001.018422/2013-80).

Ainda no ano de 2013, o Porto de Paranaguá obteve sua Licença de Operação do IBAMA – LO n° 1173/2013.

No ano seguinte, mais precisamente em maio de 2014, a APPA recebeu o Ofício n° 02001.005156/2014-14 do IBAMA, o qual encaminhou o Termo de Referência Definitivo

para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental – Relatório de Impacto Ambiental - EIA-RIMA.

Paralelamente ao histórico relativo ao processo de licenciamento ambiental exposto anteriormente, foram realizados alguns estudos visando arrendamento de áreas dos Portos Organizados. Neste contexto, em 2012, a Secretaria de Portos, através da Portaria nº 38/2012-SEP/PR, autorizou a empresa Estruturadora Brasileira de Projetos S.A – EBP, a desenvolver os Estudos de Viabilidade de Técnica, Econômica e Ambiental – EVTEA.

Desta forma, procedeu-se à elaboração, no ano de 2013, do EVTEA para implantação de um Terminal Especializado na Movimentação de Graneis Líquidos no Porto de Paranaguá, denominado Píer L, e em 2015, foi elaborado o EVTEA para implantação do Píer T. Esse EVTEA foi desenvolvido com base no projeto executivo de engenharia contratado pela APPA para o Píer T. O projeto possui Anotações de Responsabilidade Técnica – ARTs, registradas no CREA-PR sob nºs 20133902490, 20133724230, 20133730044, 20134123460 e 20133954333.

Para a futura ampliação das estruturas, a APPA realizou processos licitatórios em 2013 para a contratação dos projetos executivos para a construção do Píer T e do Píer F. O projeto executivo do Píer T foi concluído em 2014 e o projeto do Píer F, concluído em 2015. Esses projetos serão utilizados como base para o licenciamento ambiental.

Ainda nesse contexto, foi elaborado um estudo preliminar em 2013 para um novo conceito global para o setor Leste do Porto de Paranaguá, que consiste na implantação de um Complexo Náutico. A partir desse conceito global, desenvolvido sobre o Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto Organizado de Paranaguá, serão detalhados projetos executivos para um Terminal de Passageiros, uma Marina, a nova sede da APPA, entre outros, todos integrantes do Complexo Náutico, conforme detalhados no item 5.3.3 – Complexo Náutico.

5.2 Objetivos e Justificativas

5.2.1 Objetivo

O Plano Mestre do Porto de Paranaguá, fundamentado pela análise de indicadores operacionais de demanda e de capacidade realizada nos EVTEAs, e em consonância com a APPA, identificou a necessidade de investimentos de ampliação da infraestrutura portuária e sua consequente adequação da capacidade do Porto à demanda projetada.

Diante dos fatos expostos, fica evidenciada a necessidade de se promover o aumento da capacidade de movimentação do Porto através da implantação do Píer T, do Píer F, do Píer L e de aproveitamento do potencial turístico da região com a implementação do Complexo Náutico, onde é prevista a construção de um terminal exclusivo para passageiros e uma marina, além de estruturas administrativas e um hotel.

5.2.2 Justificativa

O sistema de cultivo, colheita e logística de movimentação de produtos agrícolas vem mudando substancialmente nos últimos anos, fato este que determinou a necessidade de revisão do planejamento e implantação de novas metodologias de produção e infraestrutura. Até recentemente, o ciclo de movimentação de granéis era ligado unicamente à produção de culturas em períodos bem definidos, porém, atualmente, a movimentação ocorre durante todo o ano, exigindo cada vez mais produtividade e eficiência nas operações portuárias. O Porto de Paranaguá tem como sua principal característica a movimentação de granéis vegetais, que por sua vez são produtos de safras e mesmo com movimentação durante todo o ano conforme supracitado, nestes momentos, se faz necessário o máximo da infraestrutura instalada, justificando a ampliação portuária.

Conforme projeção realizada no Plano Mestre de 2016 (Tabela 5.1), o crescimento da movimentação de graneis agrícolas através do Porto de Paranaguá tende a continuar, porém, de acordo com a APPA, hoje é possível identificar a defasagem entre este ritmo de crescimento previsto e a infraestrutura necessária ao escoamento da produção. Tal defasagem é provocada pela limitação do Corredor de Exportação, em especial quanto à vida útil dos equipamentos, desatualização em relação às novas tecnologias, necessidade de paralisação da produção para manutenção, problemas operacionais efetivos, em função

do crescimento dos navios e a falta de automação da produção, dada à tecnologia da década de 1970.

Tabela 5.1 – Projeção de Cargas no Porto de Paranaguá

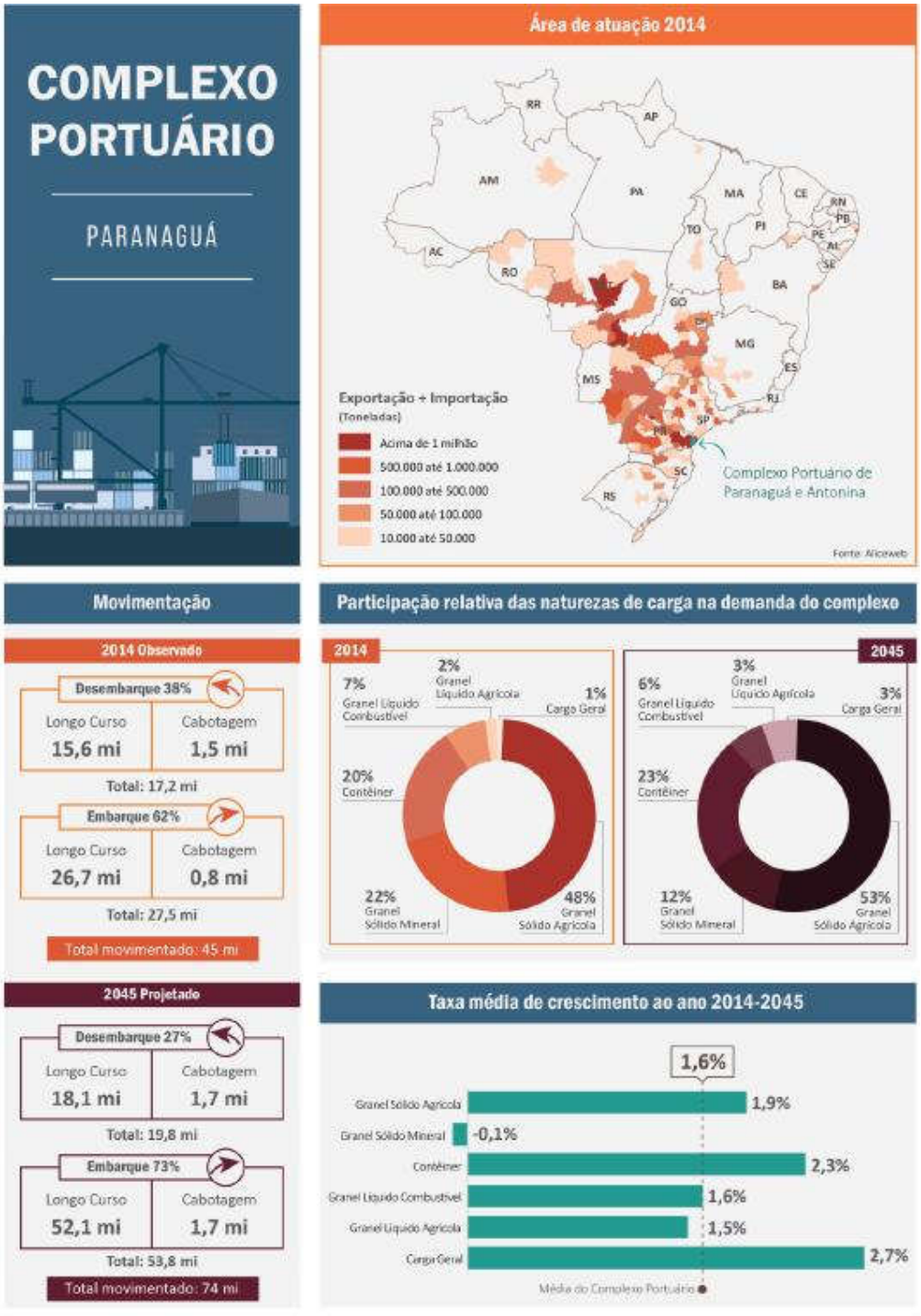
Mercadoria	Natureza de carga	Sentido	Tipo de navegação	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Açúcar em sacaria	Carga Geral	Embarque	Longo Curso	411.840	308.225	319.283	326.316	331.517	335.659	339.110
Celulose	Carga Geral	Embarque	Longo Curso	-	1.192.779	1.278.398	1.337.622	1.394.739	1.452.256	1.509.836
Veículos	Carga Geral	Desembarque	Longo Curso	76.379	88.071	103.540	122.434	144.776	168.234	184.097
Veículos	Carga Geral	Embarque	Longo Curso	127.986	185.587	201.718	219.858	237.899	255.058	271.676
Contêiner	Contêiner	Desembarque	Cabotagem	258.388	180.589	196.110	215.416	235.811	255.203	273.772
Contêiner	Contêiner	Embarque	Cabotagem	264.500	276.146	300.276	329.743	360.542	389.557	417.133
Contêiner	Contêiner	Desembarque	Longo Curso	3.375.035	4.715.694	5.252.102	5.739.995	6.175.744	6.502.228	6.704.664
Contêiner	Contêiner	Embarque	Longo Curso	5.258.705	5.872.231	7.028.974	8.596.814	9.523.459	9.749.181	9.881.456
Óleo de soja	Granel Líquido Agrícola	Embarque	Longo Curso	74.728	75.368	76.959	77.980	78.256	78.119	78.167
Derivados de petróleo (exceto GLP)	Granel Líquido Combustível	Desembarque	Cabotagem	266.706	464.745	501.883	547.562	595.375	640.485	683.500
Derivados de petróleo (exceto GLP)	Granel Líquido Combustível	Embarque	Cabotagem	541.003	658.028	709.176	771.786	837.065	898.386	956.725
Derivados de petróleo (exceto GLP)	Granel Líquido Combustível	Desembarque	Longo Curso	284.993	589.284	638.221	680.355	741.486	837.278	959.727
GLP	Granel Líquido Combustível	Desembarque	Cabotagem	149.219	260.020	280.799	306.356	333.107	358.345	382.412
GLP	Granel Líquido Combustível	Desembarque	Longo Curso	46.172	39.352	42.620	45.434	49.516	55.913	64.091
Produtos químicos	Granel Líquido Combustível	Desembarque	Cabotagem	106.090	127.946	136.084	146.150	156.732	166.744	176.305
Produtos químicos	Granel Líquido Combustível	Desembarque	Longo Curso	203.454	174.290	176.602	178.201	179.743	181.296	182.851

Mercadoria	Natureza de carga	Sentido	Tipo de navegação	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Produtos químicos	Granel Líquido Combustível	Embarque	Longo Curso	33.096	37.328	43.429	44.346	45.507	50.465	59.808
Açúcar a granel	Granel Sólido Agrícola	Embarque	Longo Curso	3.959.258	4.378.491	4.479.737	4.583.122	4.693.948	4.811.256	4.934.076
Farelo de soja	Granel Sólido Agrícola	Embarque	Longo Curso	5.126.319	5.657.474	5.988.513	6.399.839	6.765.938	6.987.640	7.088.193
Malte e cevada	Granel Sólido Agrícola	Desembarque	Longo Curso	272.952	512.066	513.573	515.073	516.516	517.723	518.557
Milho	Granel Sólido Agrícola	Embarque	Longo Curso	3.750.409	4.521.314	6.005.190	7.358.767	8.386.510	8.899.669	9.109.846
Soja	Granel Sólido Agrícola	Embarque	Longo Curso	8.414.968	10.811.032	12.598.418	13.856.184	14.746.374	15.393.390	15.879.620
Trigo	Granel Sólido Agrícola	Embarque	Cabotagem	204.501	242.337	251.805	262.827	273.818	283.765	292.922
Trigo	Granel Sólido Agrícola	Desembarque	Longo Curso	66.019	71.589	85.222	103.019	119.704	133.576	141.501
Trigo	Granel Sólido Agrícola	Embarque	Longo Curso	95.297	200.407	236.414	261.838	281.985	298.890	313.589
Fertilizantes	Granel Sólido Mineral	Desembarque	Longo Curso	7.383.888	7.029.561	6.758.637	6.695.136	6.722.525	7.090.512	7.458.461
Sal	Granel Sólido Mineral	Desembarque	Cabotagem	193.261	149.302	153.696	158.803	163.864	168.407	172.566
Sal	Granel Sólido Mineral	Desembarque	Longo Curso	33.512	50.184	56.005	67.127	77.978	86.501	91.806
Outros	Outros	Outros	Outros	101.734	488.110	543.483	598.765	640.937	669.656	690.438
Total				**41.080.412**	**49.357.552**	**54.956.866**	**60.546.868**	**64.811.371**	**67.715.391**	**69.816.906**

Fonte: Plano Mestre, 2016 (adaptado)

Quanto às instalações da APPA destinadas à movimentação de granéis líquidos, que também são escopo deste estudo, o cenário não é diferente. O TGL (Terminal de Granéis Líquidos), que é constituído por 4 terminais: Terminal PETROBRAS, Terminal Público de Álcool, Terminal Cattalini e o Terminal União Vopak, registrou, em passado recente, uma taxa de ocupação dos berços próxima a 80%, valor tecnicamente considerado alto.

A seguir é apresentado o resultado consolidado da projeção de demanda do Complexo Portuário de Paranaguá e Antonina (Figura 5.2), que também justifica a ampliação do Porto de Paranaguá.



Fonte: LabTrans/UFSC (2016)

Figura 5.2 – Resultados consolidados da projeção de demanda do Complexo Portuário de Paranaguá e Antonina

No segmento de turismo, a demanda atual é atendida pelo berço 208 (localizado na parte central do cais do Porto), onde há preferência pela atracação de navios de passageiros. De acordo com a APPA, quando é prevista a recepção de navios de passageiros, a infraestrutura do local é adequada, pois nesta ocasião ocorrem: operação de limpeza, isolamento da área, implantação de tendas, e acesso a ônibus para transporte de passageiros. Porém, os turistas se deparam com a movimentação habitual do Porto, como por exemplo, o trânsito de caminhões de carga.

O município de Paranaguá ocupa posição de destaque no Índice de Competitividade do Turismo Nacional, de acordo com um estudo sobre os destinos indutores do desenvolvimento turístico brasileiro de 65 municípios, realizado pela Fundação Getúlio Vargas, em parceria com o SEBRAE. Ao todo, são avaliados 13 temas, tais como a infraestrutura geral, o acesso, serviços e equipamentos turísticos, políticas públicas, cooperação regional, monitoramento, economia local, aspectos sociais, ambientais e culturais, além de marketing e promoção de destino e atrativos turísticos.

Entre 2008 e 2014, o município de Paranaguá apresentou considerável melhora em suas estruturas relacionadas ao turismo, conforme será abordado, posteriormente, neste Estudo de Impacto Ambiental. Certamente, um dos atrativos preponderantes para que Paranaguá tenha essa posição de destaque é a Ilha do Mel. Este atrativo, juntamente com os balneários litorâneos, contribui para a importância econômica e social do turismo paranaense, nesta região. Para atender a essas demandas crescentes, é fundamental a implantação do Terminal de Passageiros e da Marina, que fazem parte do Complexo Náutico apresentado no projeto.

Para a consolidação das obras previstas, considerando o incremento de produtividade do Porto, bem como a implantação do Complexo Náutico, há a necessidade de realização de operações de dragagem. O aprofundamento do canal de acesso e da bacia de evolução vem sendo objeto de atenção do Governo Federal há algum tempo. A verba para esse fim foi alocada no PAC-1 (R$ 53 milhões), porém não foi utilizada por questões administrativas e de licenciamento ambiental.

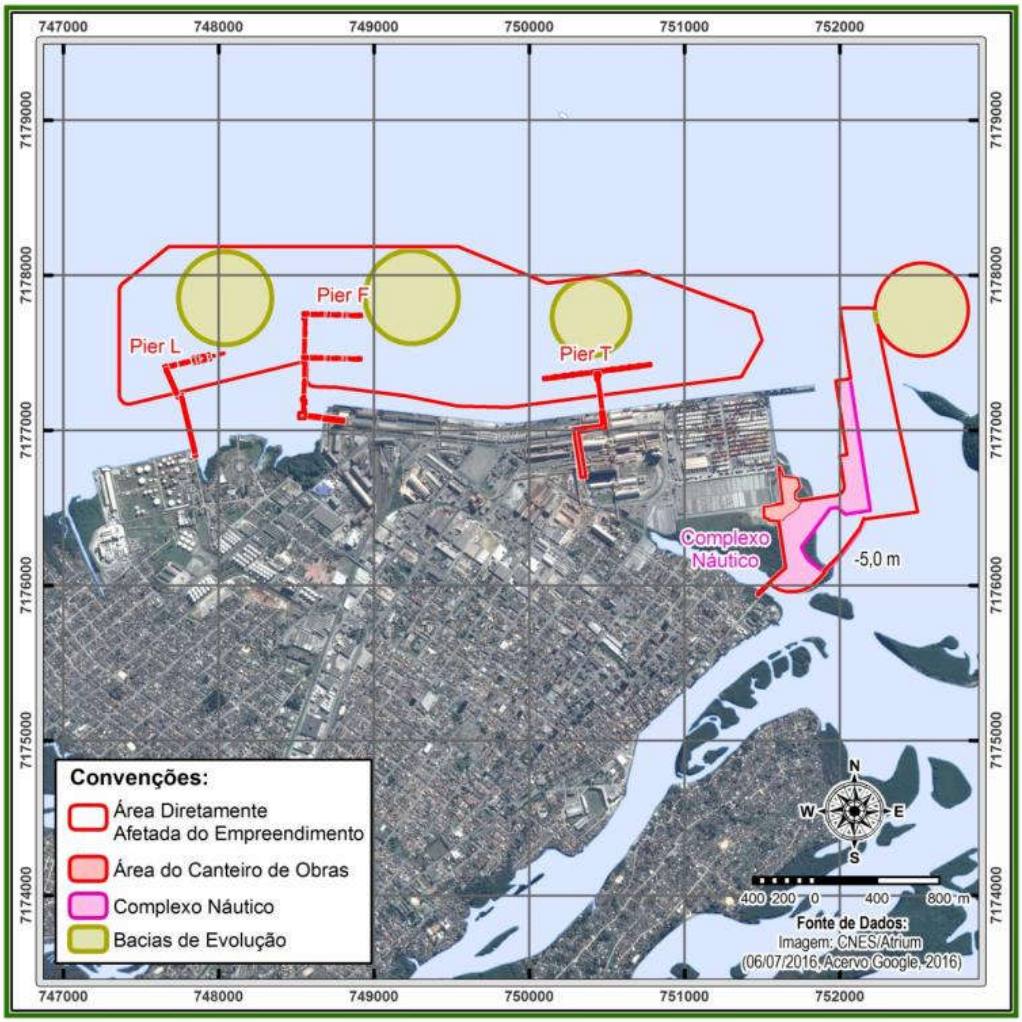
O PAC-2 também considerou as obras de aprofundamento do canal de acesso e da bacia de evolução. O licenciamento ambiental para essas obras já foi concedido pelo IBAMA (LI nº 1.144/2016). Esse aprofundamento mostra-se como necessário e oportuno, porque permitirá

que navios graneleiros do porte de Cape Size, assim como navios porta-contêineres de alta capacidade frequentem Paranaguá, o que contribuirá para a redução dos fretes, e, consequentemente, maior competitividade dos grãos exportados. Cabe destacar que a dragagem já encontra-se em fase de execução.

Dentro da proposta traçada pelo IBAMA, inclusive com menção no Termo de Compromisso firmado entre IBAMA, IAP e APPA no ano de 2010, a qual objetiva estudar a sinergia e a viabilidade dos projetos de ampliação e modernização do Porto, a APPA apresentou todas as propostas de ampliação considerando um horizonte de 15 anos. Dentre estas obras existem os píeres em T, F e L, assim como o Complexo Náutico.

5.3 Informações de Projeto

Diante das justificativas expostas anteriormente, o Plano Mestre de 2016 apresentou como solução de aumento de produtividade do Porto e melhor atendimento ao segmento de turismo, a ampliação do Porto, cujas estruturas foram nomeadas de Píer T, Píer F, Complexo Náutico e Píer L. A configuração da implantação foi definida pela APPA, em razão da impossibilidade de expansão linear do cais existente, dado a presença do terminal de contêineres (TCP) do lado leste. Na sequência deste estudo, serão descritas as instalações previstas no projeto de ampliação do Porto, bem como as obras de dragagem necessárias para ampliação do acesso aquaviário. As informações aqui descritas são providentes de estudos anteriormente contratados pela APPA com o objetivo da implantação do projeto.



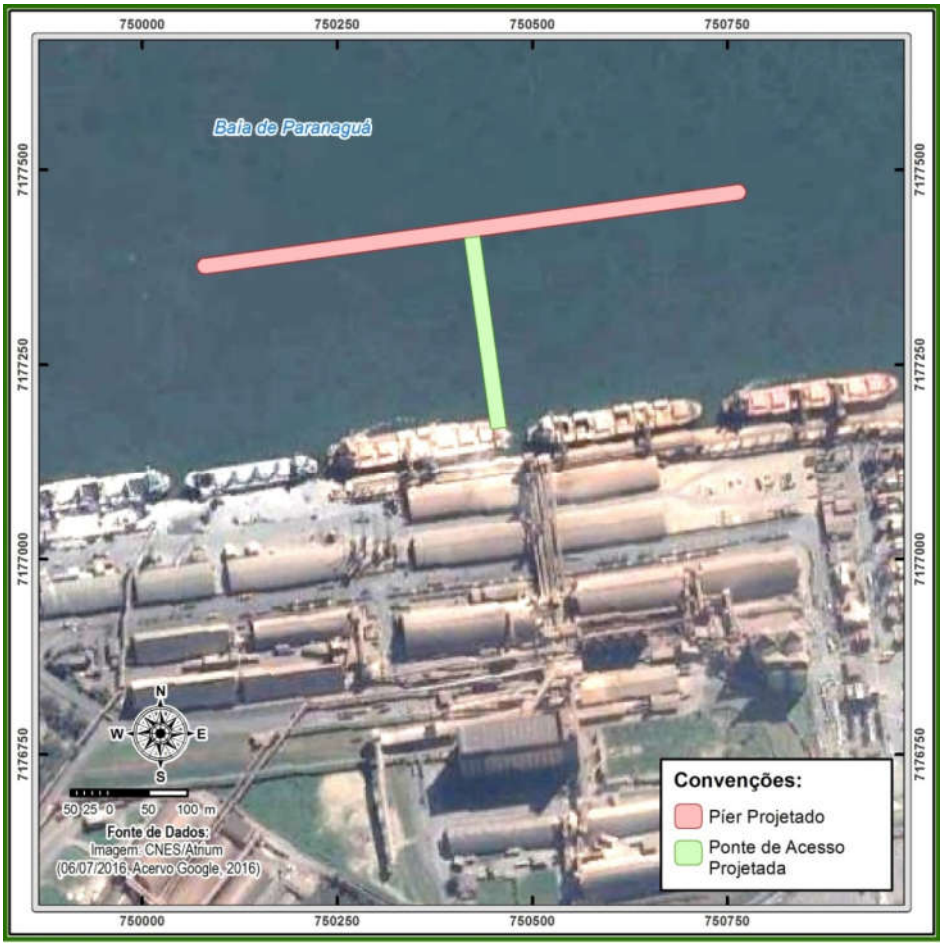
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 5.3 – Layout do Empreendimento

5.3.1 Novo Terminal de Grãos do Corredor de Exportação - Píer T

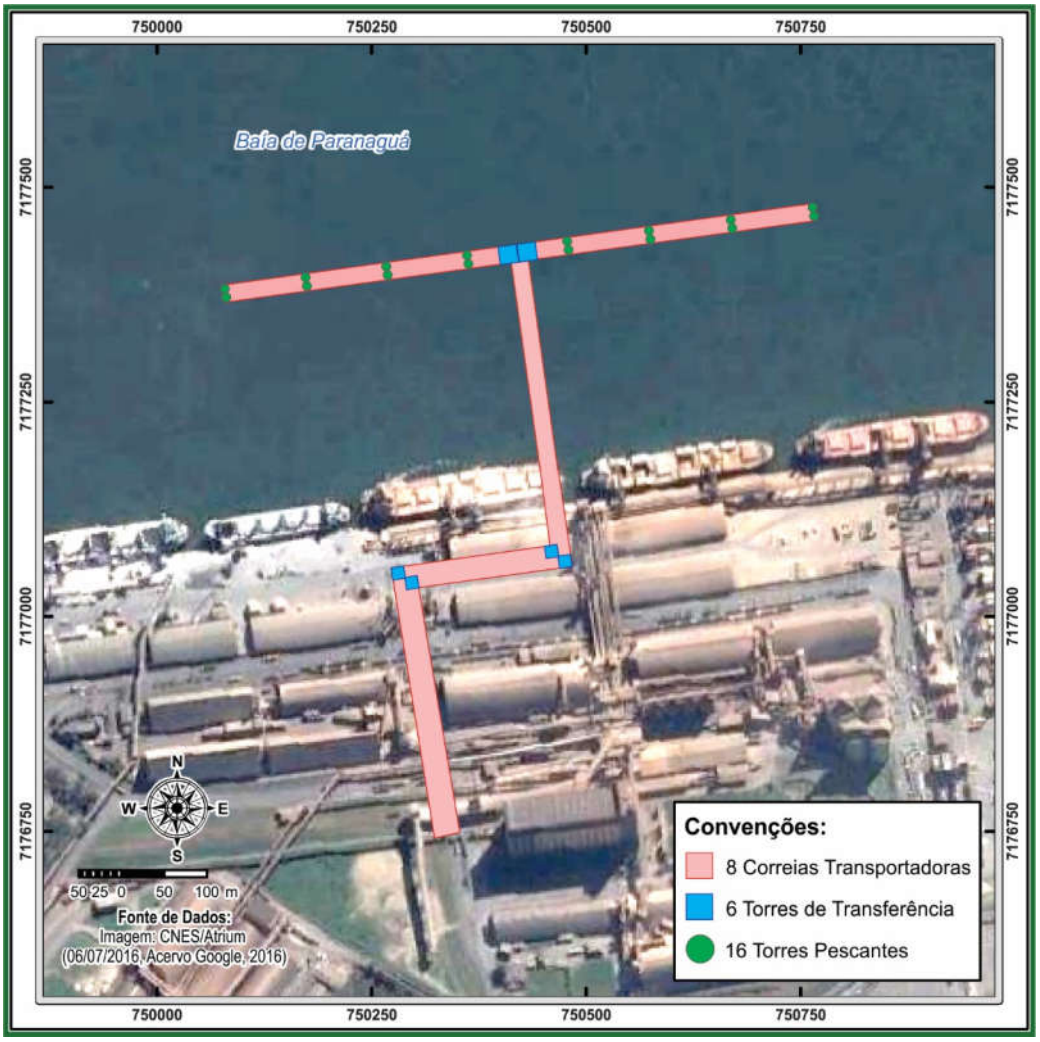
O Novo Terminal de Grãos (Píer T) do Corredor de Exportação do Porto de Paranaguá tem como objetivo ampliar as estruturas civis com 4 (quatro) novos berços de atracação, modernizar as instalações eletromecânicas para aumentar a capacidade de movimentação de granéis sólidos proporcionando segurança, eficiência e qualidade operacional do Porto de Paranaguá, gerando empregos na região litorânea e potencializando o crescimento econômico do país.

Com total aproximado de 21.000 m², as novas estruturas civis do Píer T são constituídas por uma Ponte de Acesso com extensão de 251 m e Píer de Atracação com extensão de 695 m de comprimento.



Fonte: PLANAVE, 2016

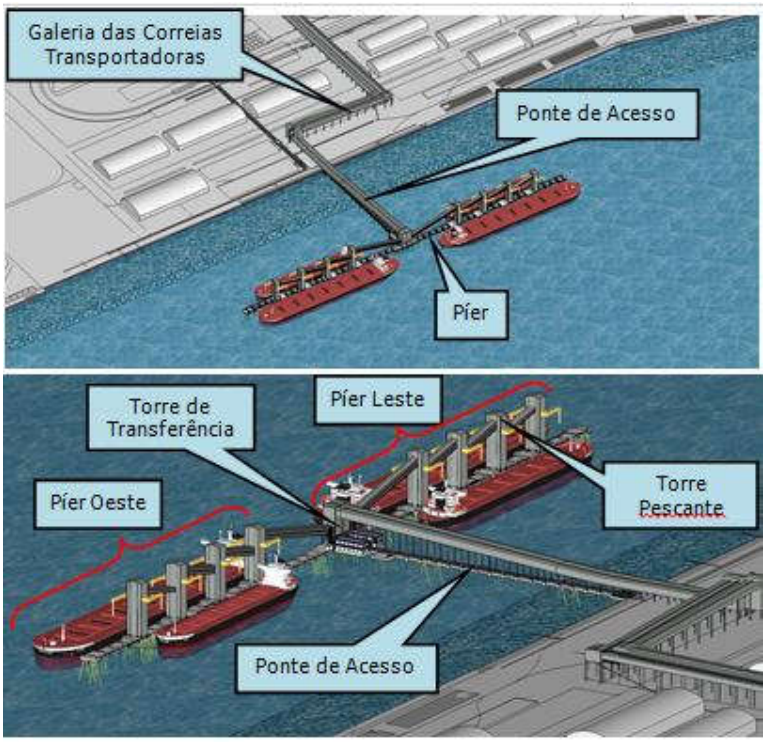
Figura 5.4 – Layout do Píer T – Estruturas Civis



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 5.5 – Layout do Píer T – Estruturas Civis

A Ponte de Acesso faz a ligação do cais existente do Porto de Paranaguá com o novo Píer T, composto por 4 (quatro) berços de atracação para navios *Handy Size* (33.000 TPB) até navios *Cape Size* (140.000 TPB).



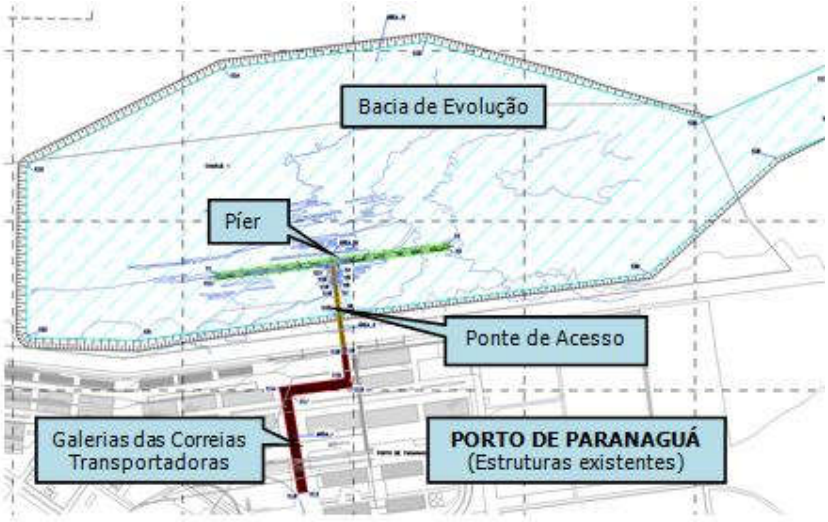
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.6 – Maquete Eletrônica do Píer T

As novas instalações eletromecânicas são compostas por 8 (oito) Correias Transportadoras, cada uma com capacidade de 2.000t/h, 6 (seis) Torres de Transferência e 8 (oito) Torres Pescantes geminadas, resultando uma capacidade de 4.000t/h por berço.

As correias transportadoras da APPA são alimentadas por transportadores vindos de armazéns de operadores portuários. Os granéis são transportados por correias que passam pelo cais existente, seguem pela ponte de acesso, interligadas por torres de transferência, que possibilitam a mudança de sentido de encaminhamento da carga de granel sólido, e descarregam em navios por torres pescantes.

Ao todo, somadas as áreas da retroárea, onde estão localizadas as galerias das correias transportadoras, ponte de acesso e píeres, o empreendimento possuirá uma área total de aproximadamente 36.645,64 m².



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.7 – Layout Geral do Empreendimento

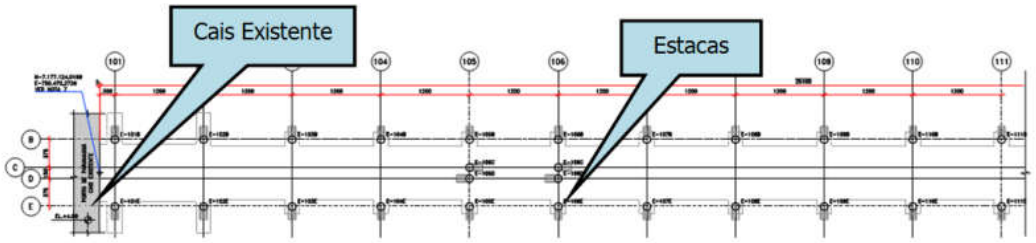
Para manobras de atracação e desatracação dos navios, a futura bacia de evolução possuirá área em torno de 1.405.000 m² e nível mínimo de -16,00 m (DHN).

5.3.1.1 Estruturas Civis

5.3.1.1.1 Ponte de acesso

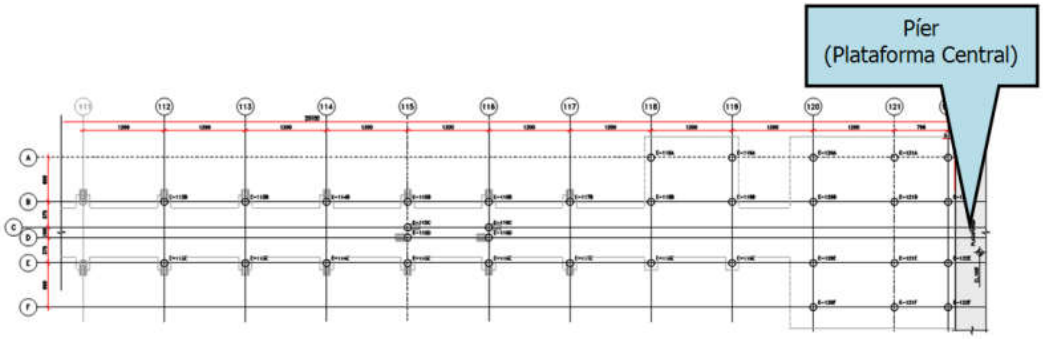
A Ponte de Acesso possui extensão de 251m e largura variável de aproximadamente 11m, com área de cerca de 4.464,10 m². A sua estrutura é dividida em infraestrutura (fundações), superestrutura e acessórios, considerando:

I. Infraestrutura / Fundações: composta por 60 (sessenta) estacas de concreto com camisa metálica com diâmetro de 1016mm e inclinação 1H:10V e 1H:4V. A metodologia de execução das estacas consiste na cravação da camisa metálica, perfuração do solo e/ou rochas, limpeza interna da camisa contemplando o transporte do material para local licenciado, preenchimento da camisa com a gaiola de armação, concretagem da estaca, cura do concreto e arrasamento da estaca no nível de projeto.



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.8 – Ponte de Acesso Estaqueamento – Segmento 1

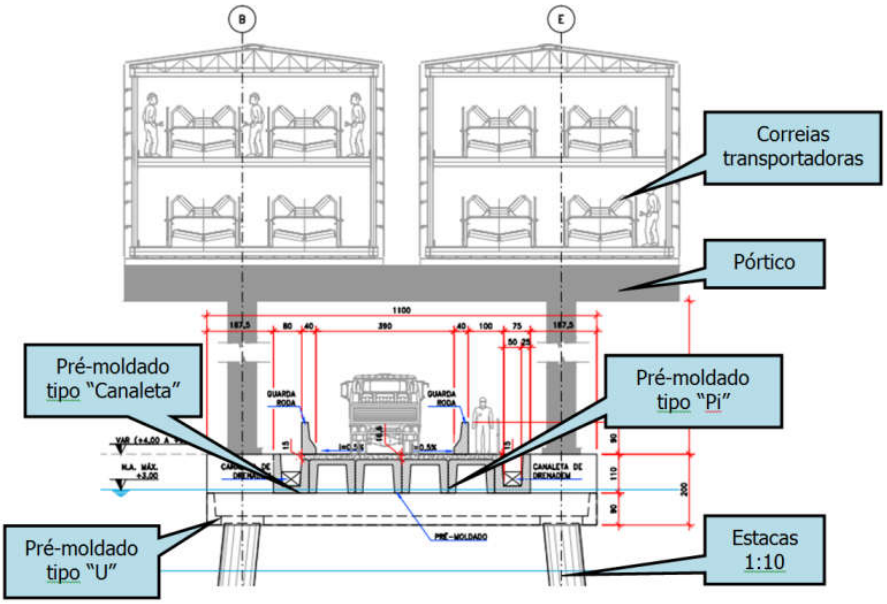


Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014

Figura 5.9 – Ponte de Acesso Estaqueamento – Segmento 2

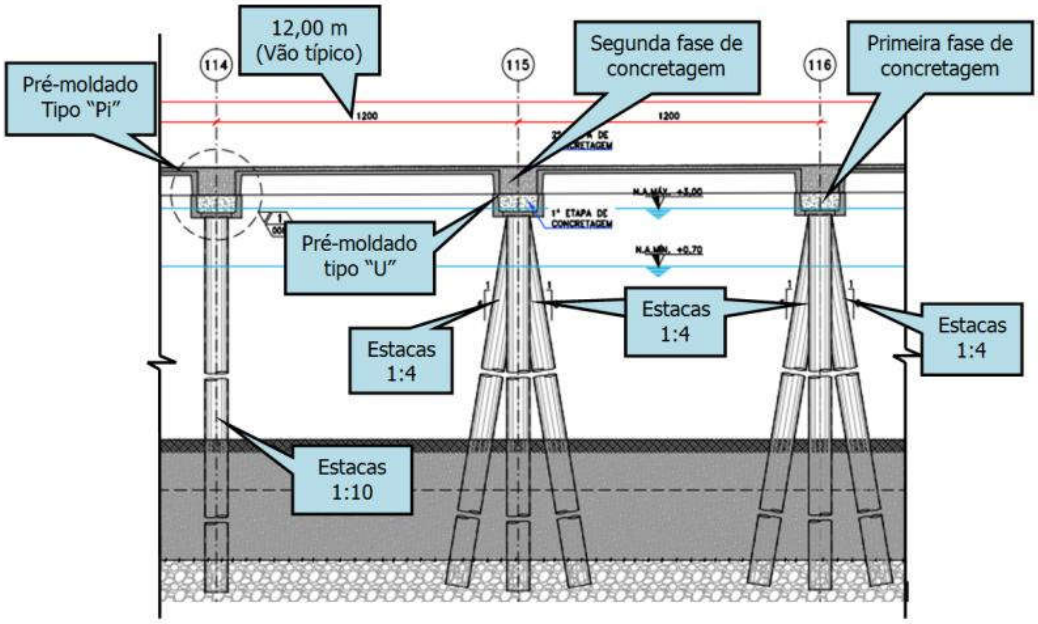
II. Superestrutura: composta por vigas transversais e longitudinais em concreto armado.

- Consideramos a 1ª fase da superestrutura as vigas transversais que são peças pré-moldadas em canteiro de obras, com seção em formato de “U” (caixote), apoiadas sobre as estacas, preenchidas com concreto “in loco”, que garante a limpeza e a estanqueidade da estrutura e servirão de apoio para a 2ª fase da superestrutura e para as galerias das correias transportadoras.
- A 2ª fase da superestrutura é composta por vigas longitudinais que são peças pré-moldadas justapostas com seção em formato de PI (caixote invertido), apoiadas sobre as vigas transversais. Foram consideradas canaletas de drenagem em ambos os lados da ponte de acesso em complementação ao sistema de drenagem. Após a montagem dos pré-moldados, executa-se uma camada de concreto “in loco” para consolidar a estrutura como uma laje, variando do nível +4,00m a +5,00m.



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.10 – Ponte de Acesso – Seção Transversal Típica



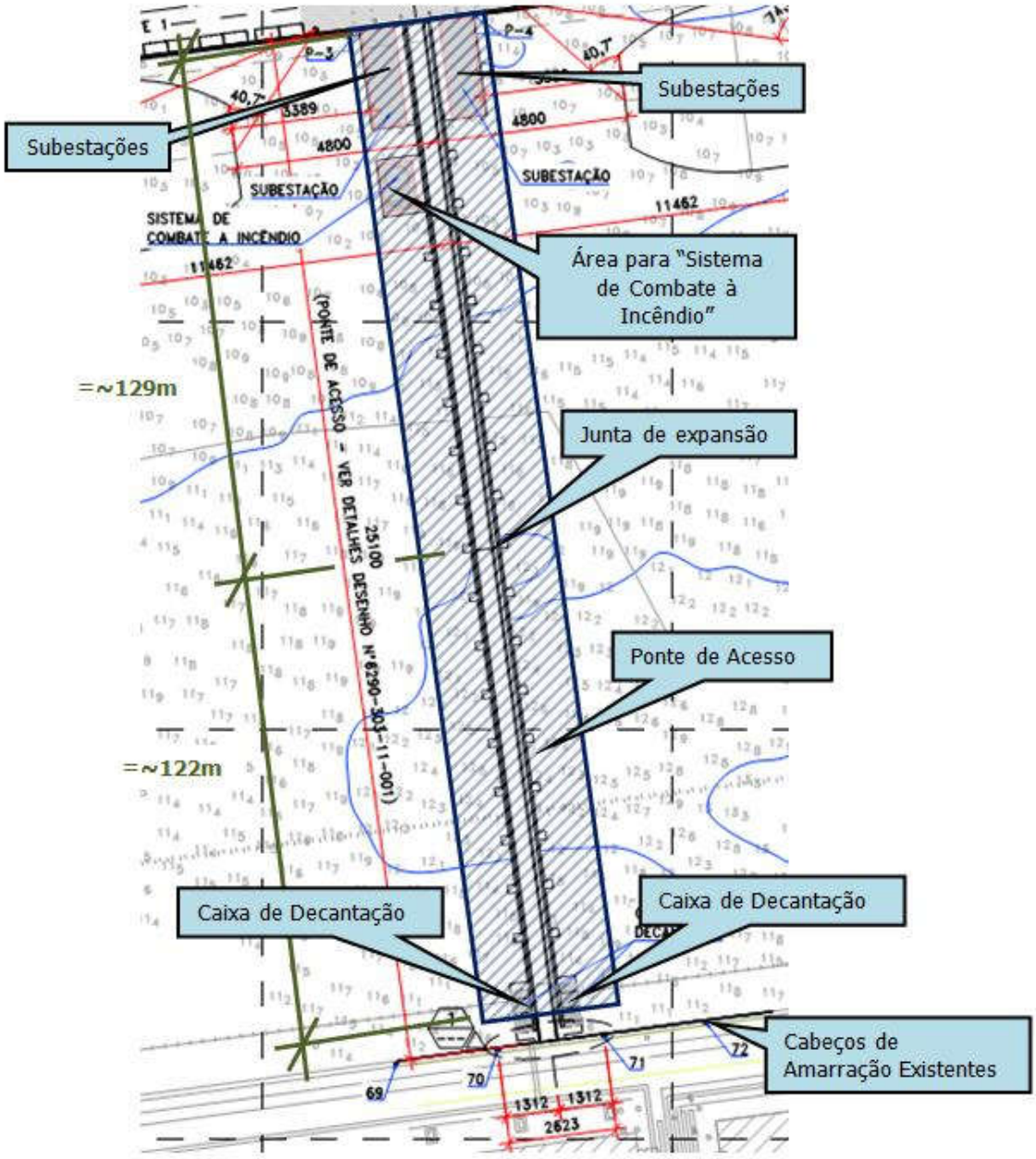
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.11 - Seção Longitudinal – Eixos 114 a 116 – Ponte de Acesso

III. Acessórios: Será instalado guarda-corpo e guarda rodas em toda extensão da Ponte de Acesso. Em projeto, foi considerado uma faixa de circulação de pedestres e uma pista de circulação de veículos.

Na interseção da Ponte de Acesso com o Píer de Atracação serão construídas duas plataformas para as futuras subestações em complementação às instalações elétricas e uma plataforma para apoio ao sistema de combate a incêndios do Píer T.

Apresenta-se a seguir, a estrutura geral da Ponte de Acesso.



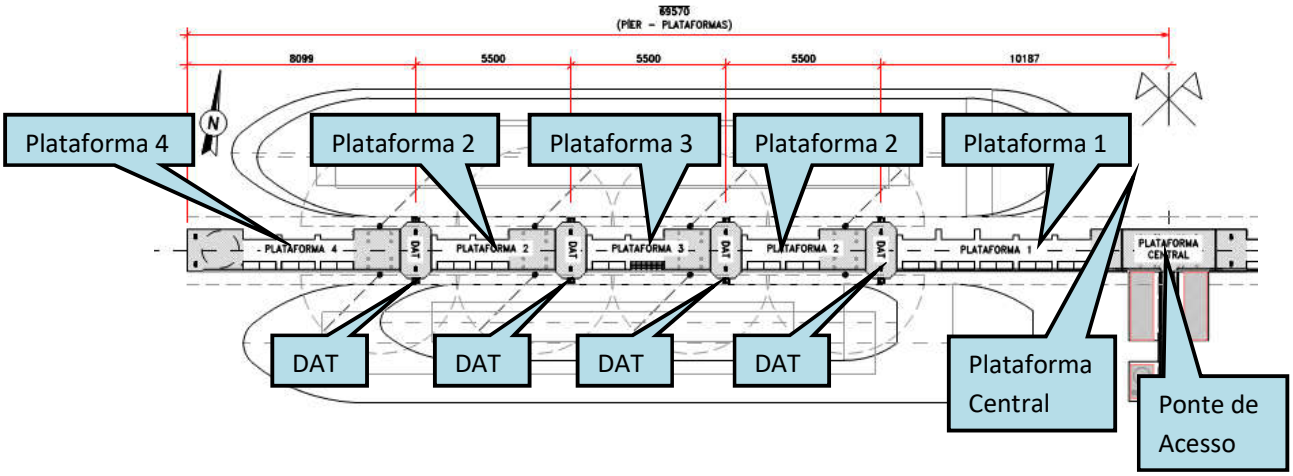
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.12 – Ponte de Acesso – Planta

5.3.1.1.2 Berços de atracação

O Píer de Atracação encontra-se perpendicular à Ponte de Acesso e é composto por 4 berços de atracação, sendo dois berços internos e dois berços externos, com área total aproximada de 16.573,29 m².

A estrutura do Píer de Atracação é formada por 10 (dez) plataformas, 8 (oito) dolfins de amarração e de atracação e 1 (uma) plataforma central na ligação com a Ponte de Acesso, integrados entre si, resultando numa estrutura monolítica de píer.

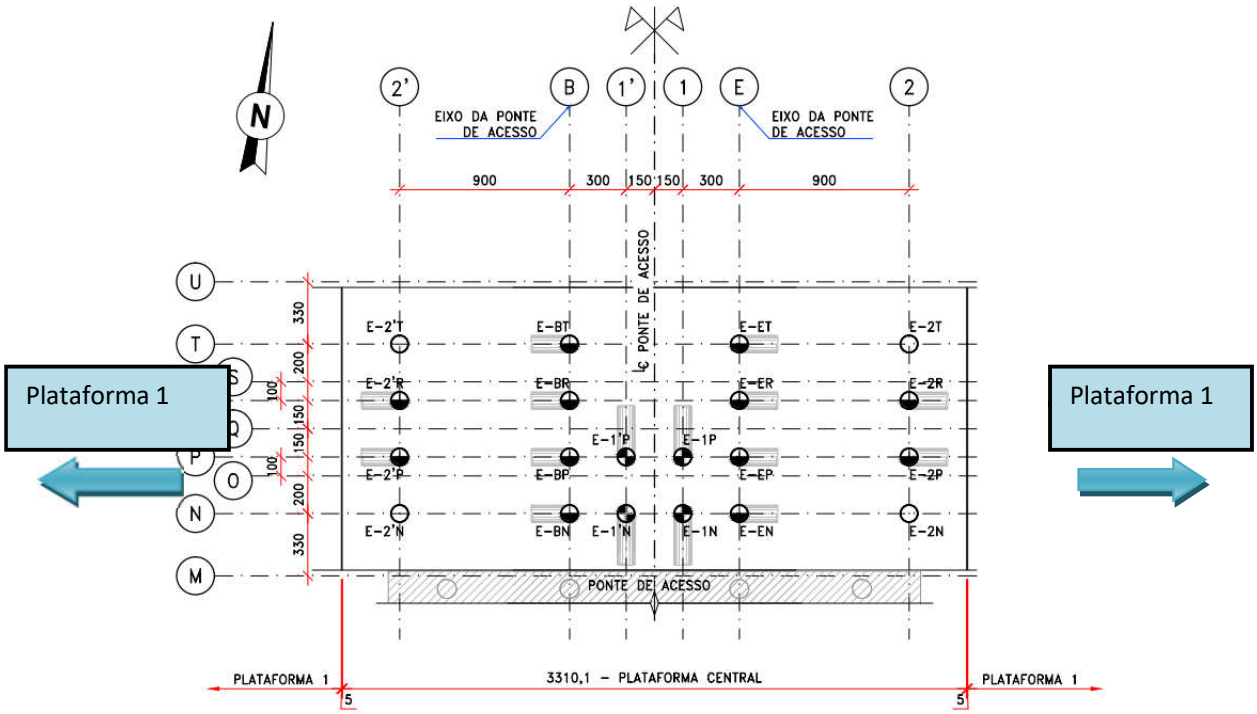


Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.13 – Layout – Plataformas e *Dolfins* Lado Oeste

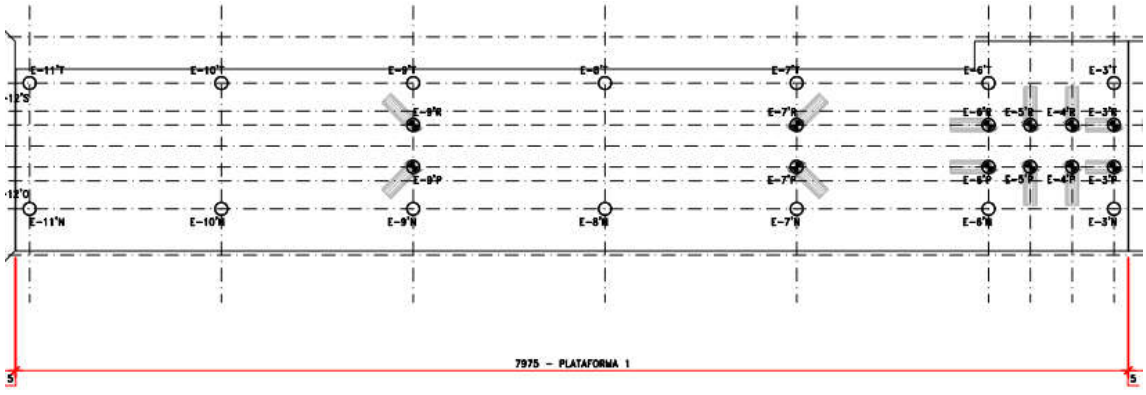
Considerando o Píer de Atracação total, incluindo todas as plataformas e dolfins, a sua divisão estrutural consiste em:

I. Infraestrutura / Fundações: composta por 354 (trezentos e cinquenta e quatro) estacas de concreto com camisa metálica com diâmetro de 914,4 mm e inclinação 1H:10V e 1H:4V, sendo um total de 96 (noventa e seis) estacas para os 8 (oito) Dolfins de Atracação e Amarração, 20 (vinte) estacas para Plataforma Central, 52 (cinquenta e duas) estacas para as 2 (duas) Plataformas tipo 1, 80 (oitenta) estacas para 4 (quatro) Plataformas tipo 2, 40 (quarenta) estacas para as 2 (duas) Plataformas tipo 3 e 66 (sessenta e seis) estacas para as 2 (duas) Plataformas tipo 4. A metodologia de execução das estacas consiste na cravação da camisa metálica, perfuração do solo e/ou rochas, limpeza interna da camisa contemplando o transporte do material para local licenciado, preenchimento da camisa com a gaiola de armação, concretagem da estaca, cura do concreto e arrasamento da estaca no nível de projeto.



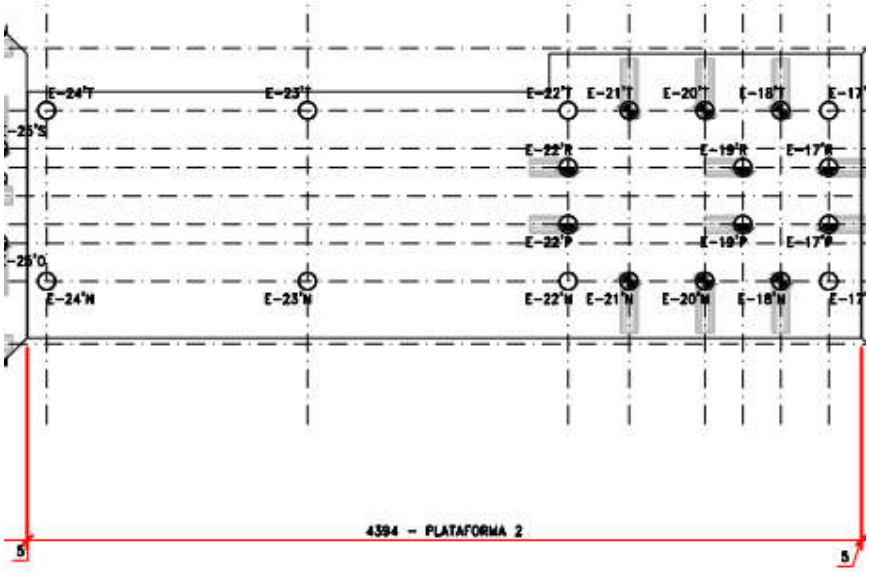
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.14 – Estaqueamento – Plataforma Central



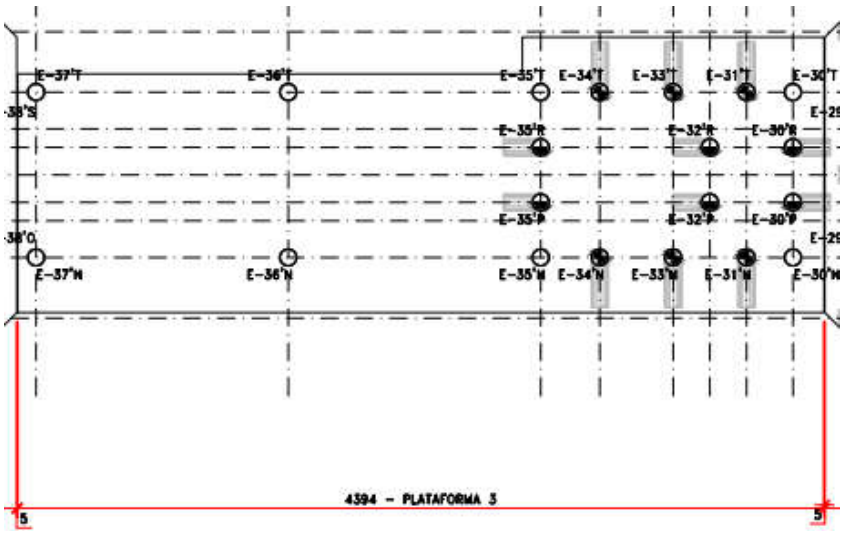
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.15 – Estaqueamento – Plataforma 1



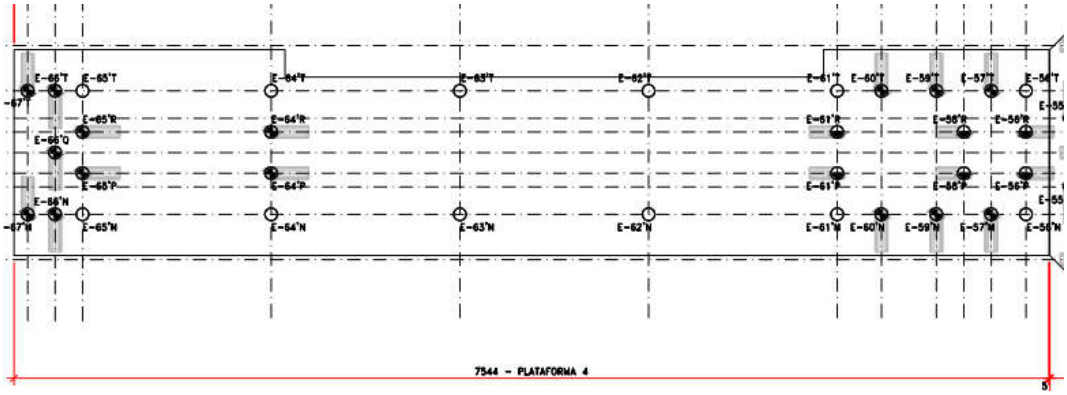
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.16 – Estaqueamento – Plataforma 2



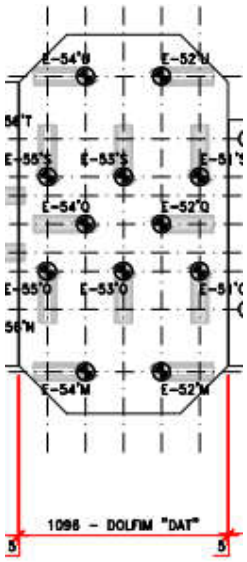
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.17 – Estaqueamento – Plataforma 3



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.18 – Estaqueamento – Plataforma 4



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

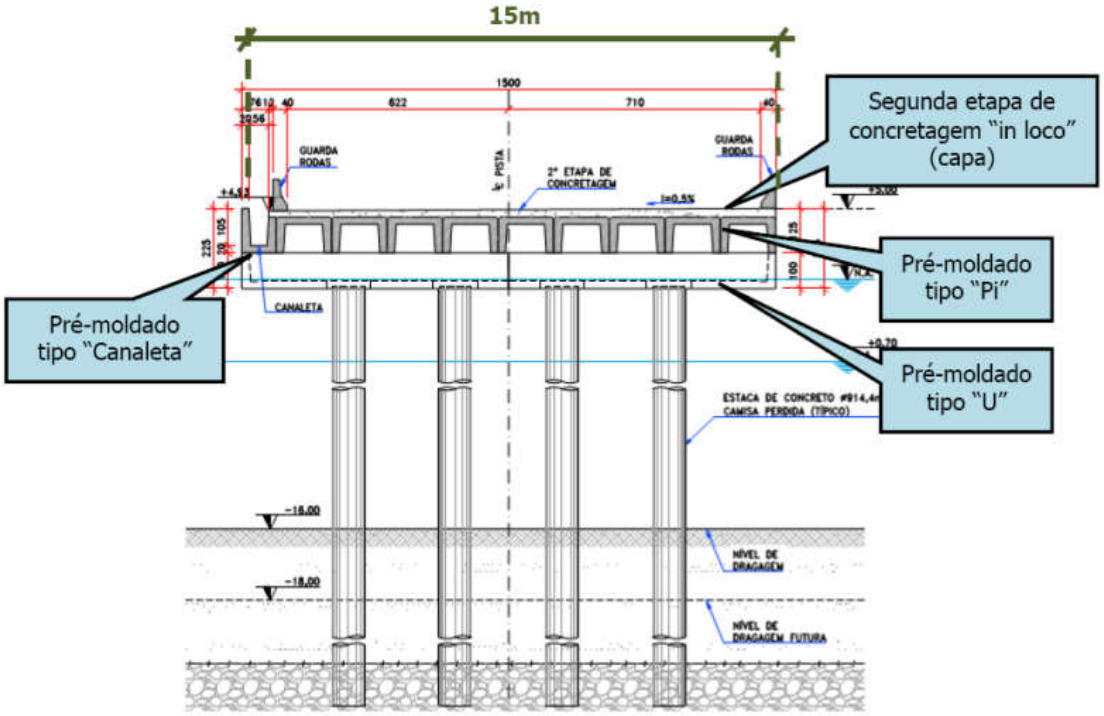
Figura 5.19 – Estaqueamento – Dolfin de atracação e amarração

II. Superestrutura: As plataformas são compostas por vigas transversais e longitudinais em concreto armado, em elementos pré-moldado e concreto “in loco”. Os dolfins serão concretados “in loco”. Portanto:

- Plataformas:
  - Consideramos a 1ª fase da superestrutura as vigas transversais que são peças pré-moldadas em canteiro de obras, com seção em formato de “U” (caixote), apoiadas sobre as estacas, preenchidas com

concreto “in loco”, que garante a limpeza e a estanqueidade da estrutura e servirão de apoio para a 2ª fase da superestrutura.

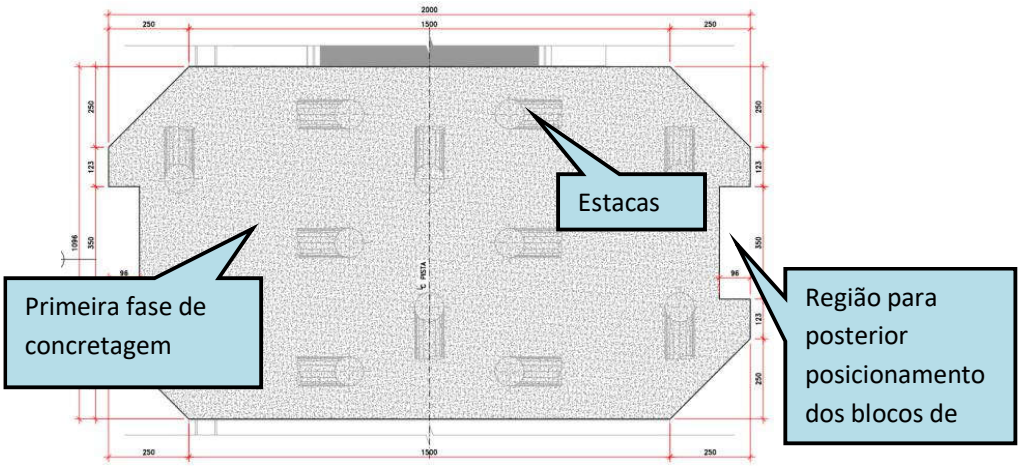
- A 2ª fase da superestrutura é composta por vigas longitudinais que são peças pré-moldadas justapostas com seção em formato de PI (caixote invertido), apoiadas sobre as vigas transversais. Foi considerada canaleta de drenagem nos berços internos do Píer em complementação ao sistema de drenagem. Após a montagem dos pré-moldados, executa-se uma camada de concreto “in loco” para consolidar a estrutura como uma laje, variando do nível +4,00m a +5,00m.



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

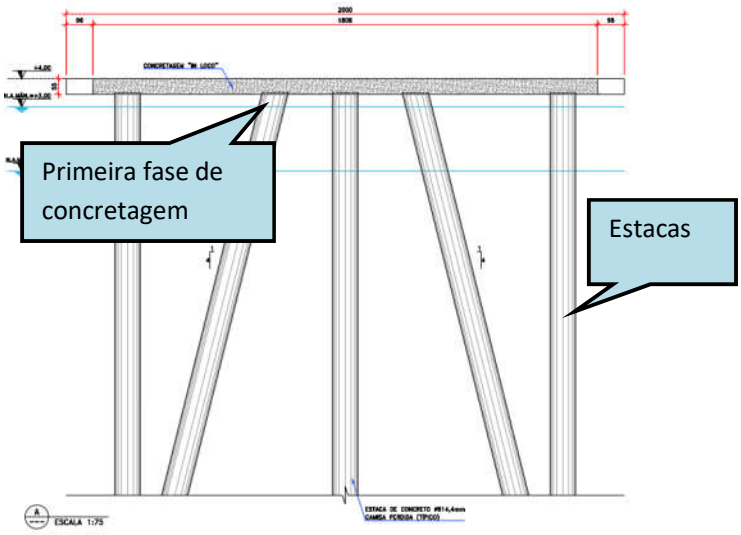
Figura 5.20 – Seção Transversal - Plataformas

- Dolfins de Atracação e Amarração:
  - A superestrutura do dolfim consiste num bloco maciço em concreto armado “in loco”, executado em duas fases, com espessura geral de 1,50m e encaixe dos blocos pré-moldados das defensas em cada um dos lados. Serão instaladas defensas, ganchos duplos de desengate rápido e as Torres Pescantes nos Dolfins.



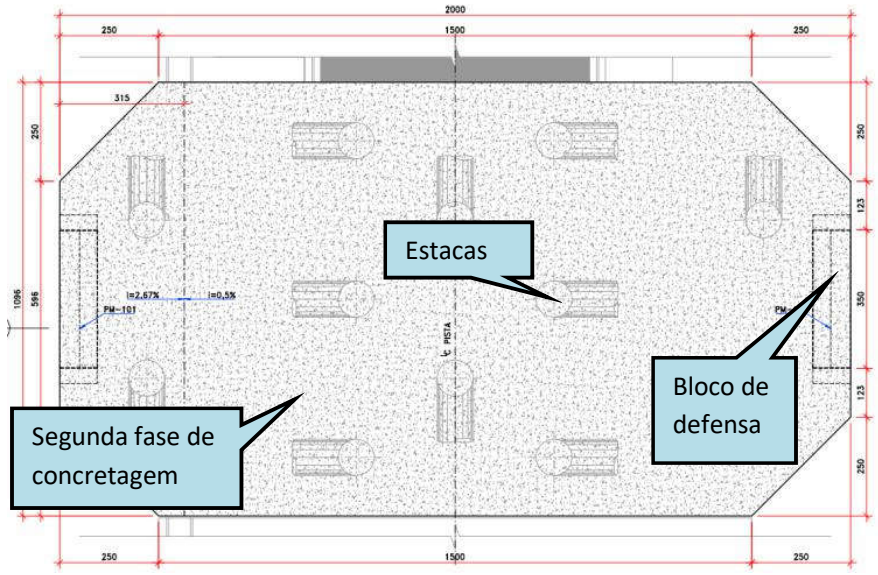
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.21 – Vista em Planta (DAT) – Primeira Fase de Concretagem



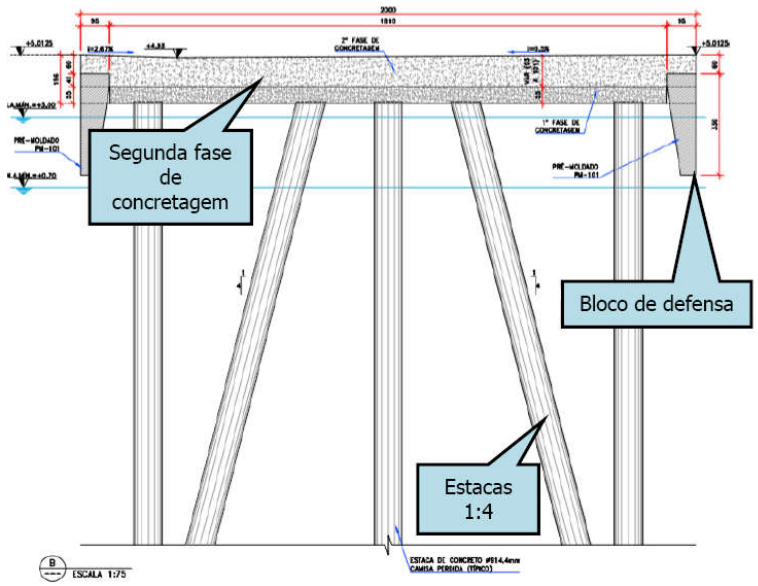
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.22 – Corte (DAT) – Primeira Fase de Concretagem



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

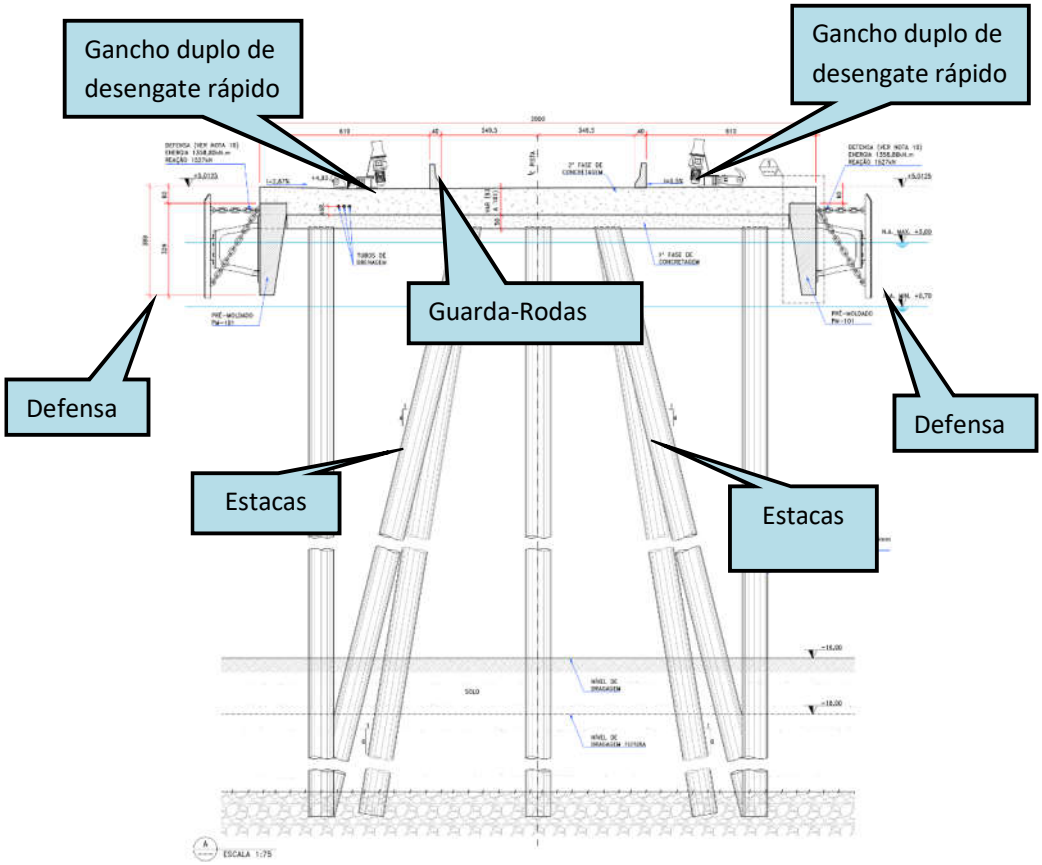
Figura 5.23 – Vista em Planta (DAT) – Segunda Fase de Concretagem



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.24 – Corte (DAT) – Segunda Fase de Concretagem

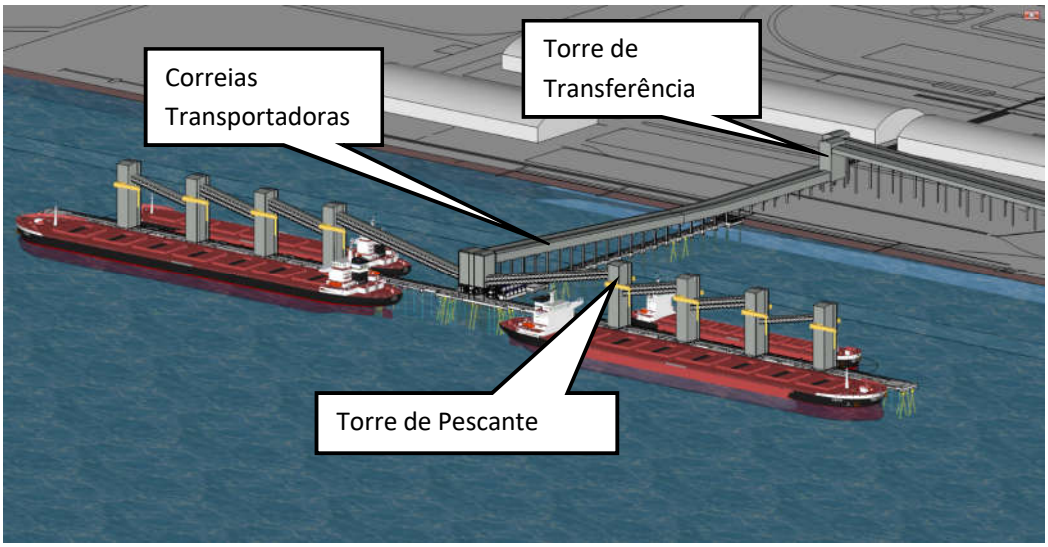
III. Acessórios: Será instalado guarda rodas em toda extensão do píer. Em projeto, foi considerada uma pista de circulação de veículos, 10 (dez) escadas de marinheiro ao longo do píer, 24 (vinte e quatro) ganchos duplo de desengate rápido com finalidade de amarrar os navios e 16 (dezesseis) defensas instaladas em todos os dolfins.



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

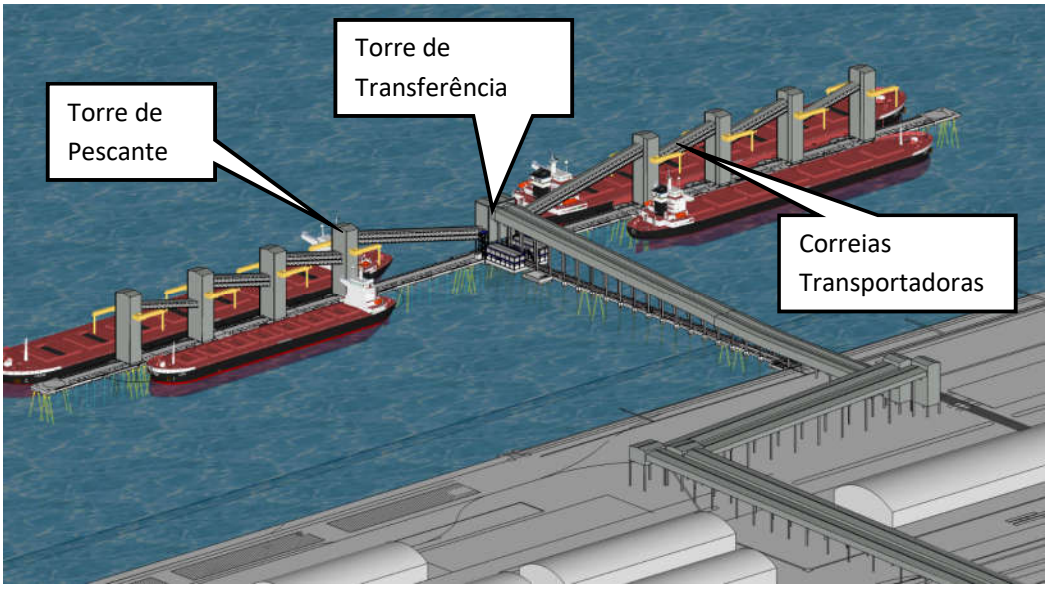
Figura 5.25 – Corte - Acessórios

5.3.1.2 Estruturas Eletromecânicas



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.26 – Estruturas Eletromecânicas



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

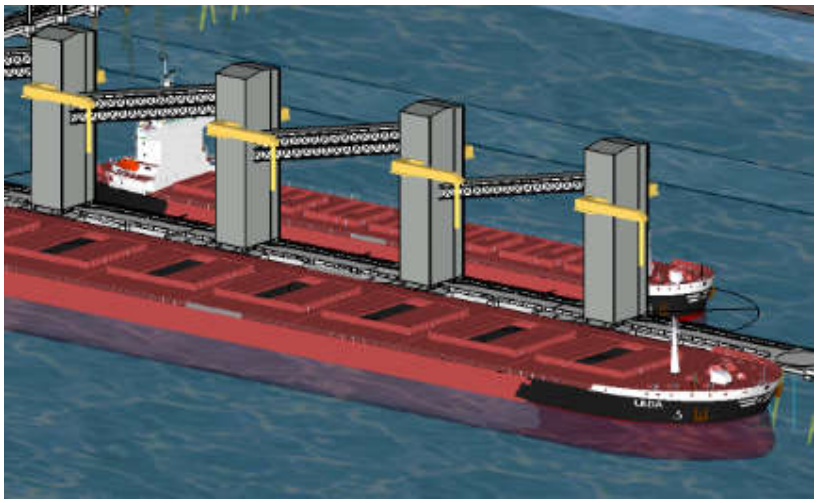
Figura 5.27 – Estruturas Eletromecânicas

As estruturas eletromecânicas são basicamente estruturas fabricadas, montadas e testadas em empresa de calderaria pesada convencional, transportados e entregues na obra. São compostas por:

I. Correias Transportadoras: Esta estrutura consiste em esteiras para expedição de grãos dentro de galerias metálicas totalmente vedadas, com cobertura e tapamento lateral em telhas de fibrocimento, apoiadas sobre pórticos de sustentação metálicos e blocos de concreto. No total serão 8 (oito) correias transportadoras com capacidade de 2.000t/h cada

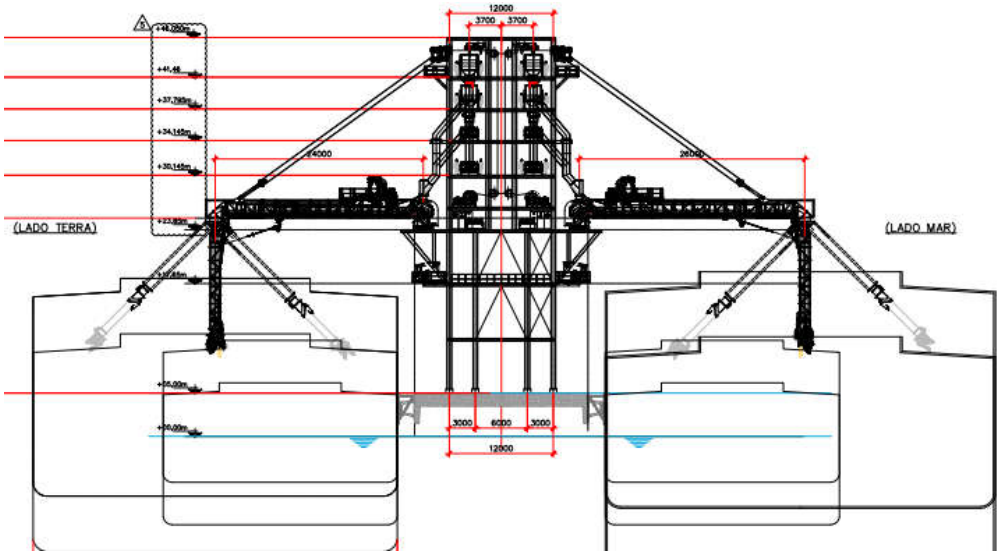
II. Torre de Transferência: Serão no total 6 (seis) torres construídas em estrutura metálica e deverão ser completamente enclausuradas através de cobertura e fechamento lateral, de forma a impedir a entrada de animais e o escape de poeira para o meio ambiente. Neste caso, as torres de transferência são principal área de captação de pó, onde encontram-se os filtros de manga. Esta estrutura permite a mudança de sentido da carga transportada pelas correias.

III. Torre Pescante: Consiste em uma estrutura metálica que transfere o granel solido que chega pela correia transportadora para os porões dos navios atracados. Serão instalados em cada berço, 4 (quatro) carregadores do tipo Torre Pescante, resultando um total de 8 (oito) torres geminadas.



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.28 – Torres Pescantes



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.29 – Torre Pescante - Corte

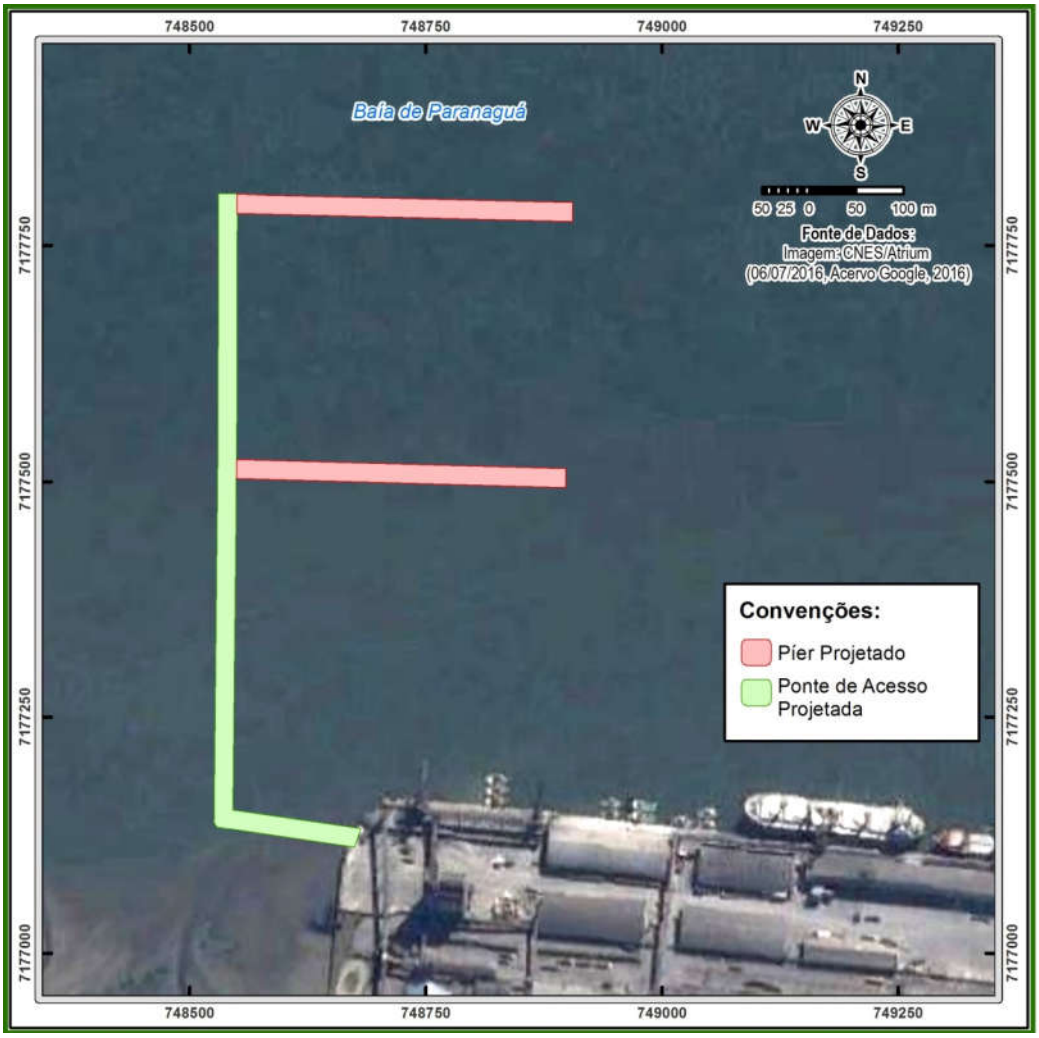
5.3.2 Novo Corredor de Exportação Oeste - Píer F

O Novo Corredor de Exportação Oeste (Píer F) tem como objetivo ampliar as estruturas civis com novos berços de atracação, modernizar as instalações eletromecânicas para potencializar a capacidade de movimentação de granéis sólidos proporcionando segurança, eficiência e qualidade operacional do Porto de Paranaguá, gerando empregos na região litorânea e incrementando a economia nacional.

Com total aproximado de 18.000 m², as novas estruturas civis do Píer F são constituídas por uma Ponte de Acesso com extensão de 739,11 m e Píer de Atracação com extensão de 512 m de comprimento.

A Ponte de Acesso faz a ligação do cais existente, próximo ao berço 201, com o novo Píer F, composto por 4 (quatro) berços de atracação para navios *Handy Size* (33.000 TPB) até navios *Cape Size* (140.000 TPB).

As figuras a seguir mostram o layout geral do Píer F.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 5.30 – Píer F - Estruturas Civis

Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 5.31 – Píer F - Estruturas Eletromecânicas

As novas instalações eletromecânicas são compostas por 8 (oito) Correias Transportadoras, cada uma com capacidade de 2.000t/h, 5 (cinco) Torres de Transferência, 2 (duas) Balanças de Fluxo e 8 (oito) Torres Pescantes geminadas, totalizando 16 Torres Pescantes. As estruturas resultam em uma capacidade de 4.000t/h por berço.

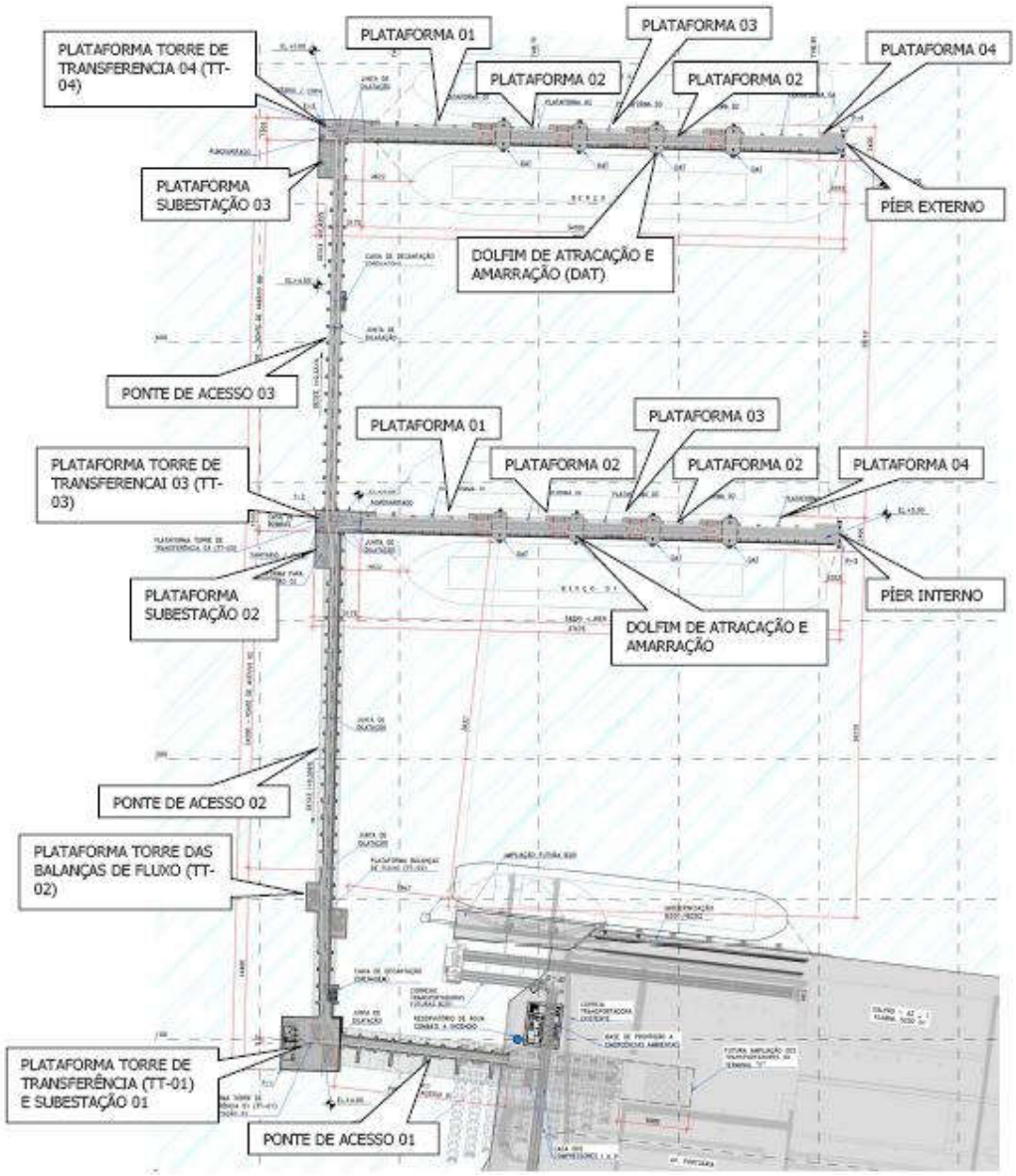
As correias transportadoras da APPA são alimentadas por transportadores vindos de armazéns de operadores portuários e que estão fora do escopo deste licenciamento. Os granéis são transportados por correias na região do Cais Oeste, seguem pela ponte de

acesso, interligadas por torres de transferência, que possibilitam a mudança de sentido de encaminhamento da carga de granel solido, e descarregam em navios por torres pescantes.

Ao todo, somadas as áreas da retroárea, onde estão localizadas as galerias das correias transportadoras, ponte de acesso e píeres, o empreendimento possui uma área total de aproximadamente 22.000 m².

A bacia de evolução, que permite as manobras de atracação e desatracação dos navios possuirá cerca de 1.083.000 m². O empreendimento compreende a dragagem até o nível -16,00 m (DHN), conforme detalhado no item 5.4.8 Dragagens, Derrocagens e Outras Intervenções.

A seguir encontra-se a descrição detalhada de cada estrutura apresentada na Figura 5.32, a seguir:



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

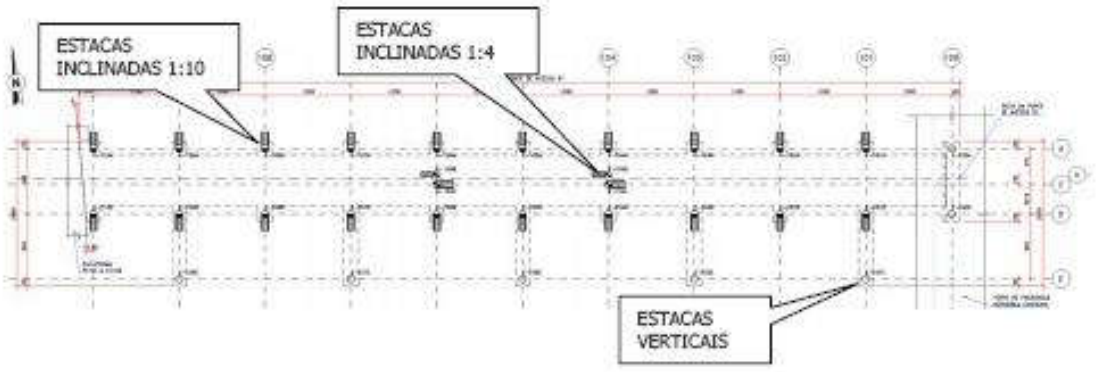
Figura 5.32 – Layout Geral do Píer F

5.3.2.1 Estruturas Civis

5.3.2.1.1 Ponte de Acesso

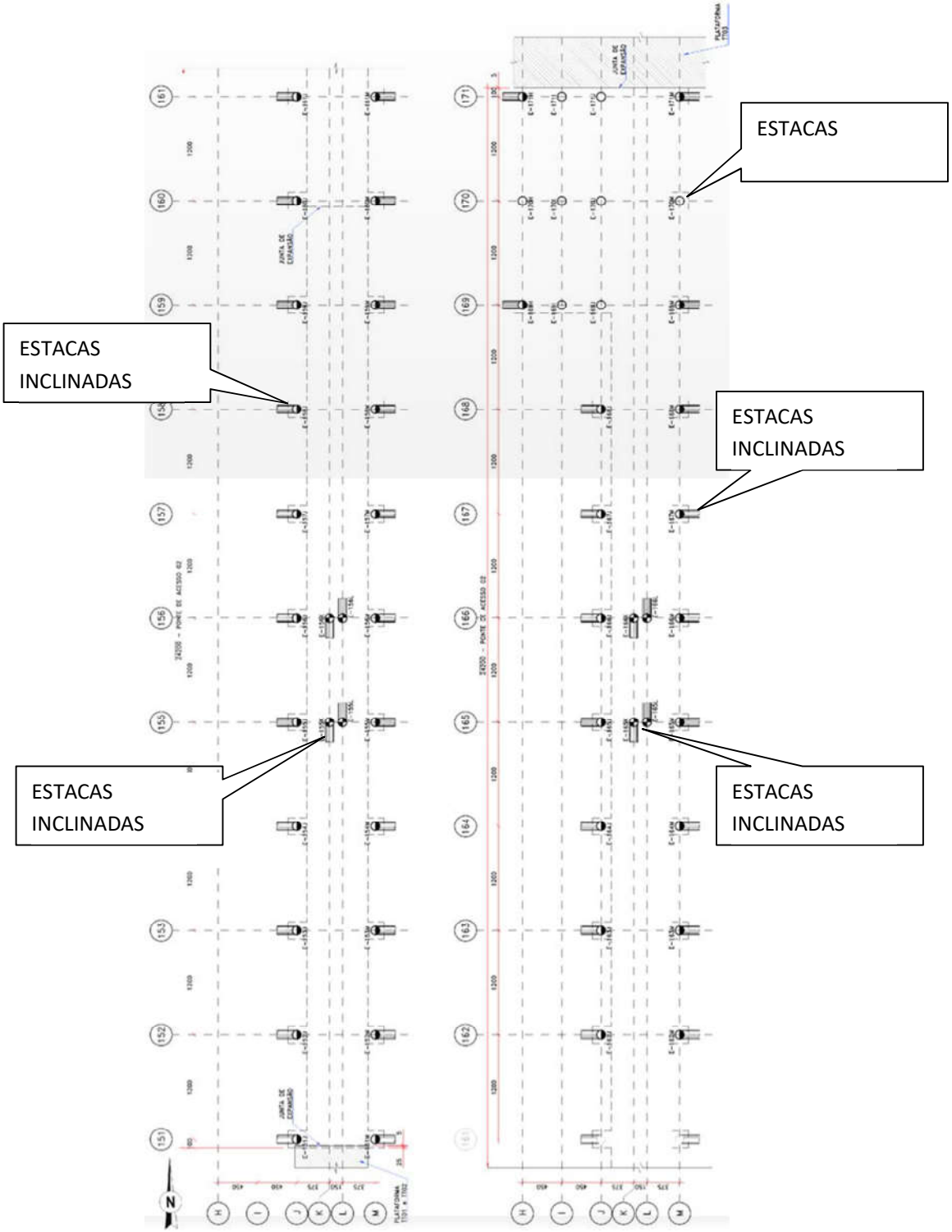
A Ponte de Acesso é formada pela Ponte de Acesso 1, Plataforma TT-01, Plataforma TT-02, uma ponte de acesso entre as Plataformas TT-01 e TT-02 e Plataforma 3. Possui extensão de 739 m e largura aproximada de 14 m, com área aproximada de 10.246 m². A sua estrutura é dividida em infraestrutura (fundações), superestrutura e acessórios, considerando:

I. Infraestrutura / Fundações: composta por 151 (cento e cinquenta e uma) estacas nas pontes de acesso 1 e 2 e 3, 67 (sessenta e sete) estacas nas plataformas TT-01 e TT-02 e 14 (quatorze) estacas na ponte de acesso entre as plataformas TT-01 e TT-02. As estruturas serão construídas de concreto com camisa metálica com diâmetro de 1016mm e inclinação 1H:10V e 1H:4V. A metodologia de execução das estacas consiste na cravação da camisa metálica, perfuração do solo e/ou rochas, limpeza interna da camisa contemplando o transporte do material para local licenciado, preenchimento da camisa com a gaiola de armação, concretagem da estaca, cura do concreto e arrasamento da estaca no nível de projeto.



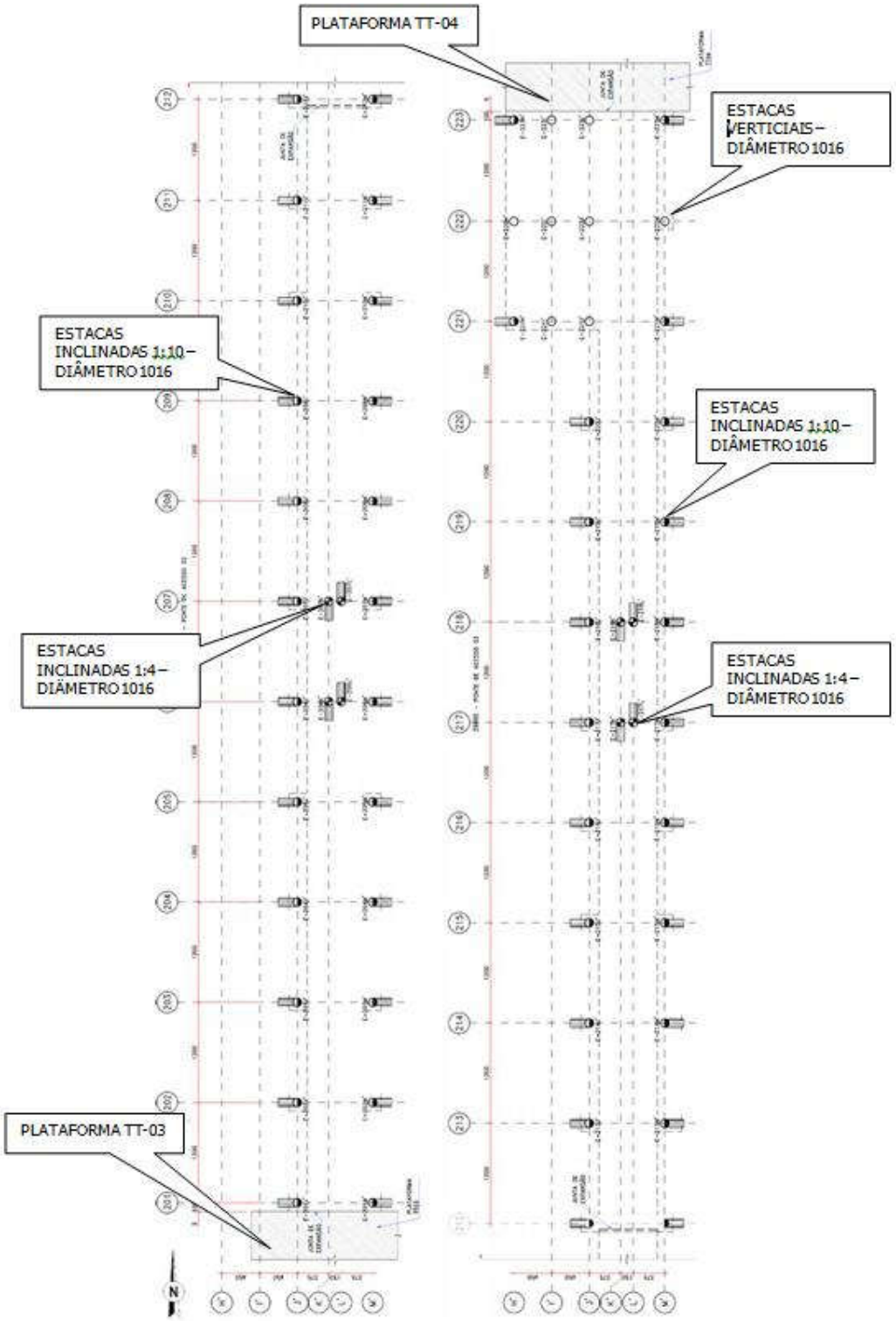
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.33 – Ponte de Acesso 1 – Estaqueamento



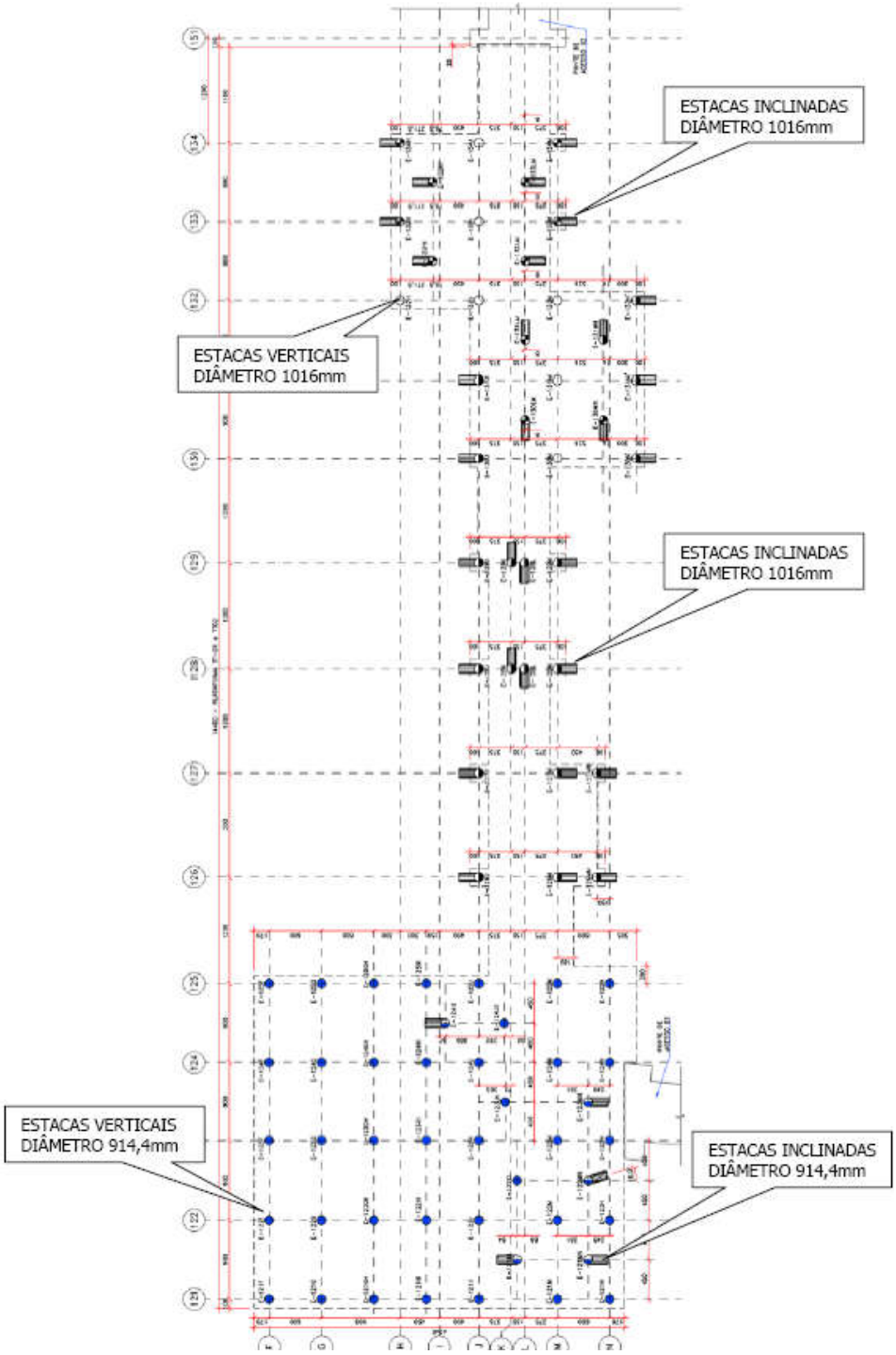
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.34 – Ponte de Acesso 2 – Segmento 1 e 2 - Estaqueamento



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

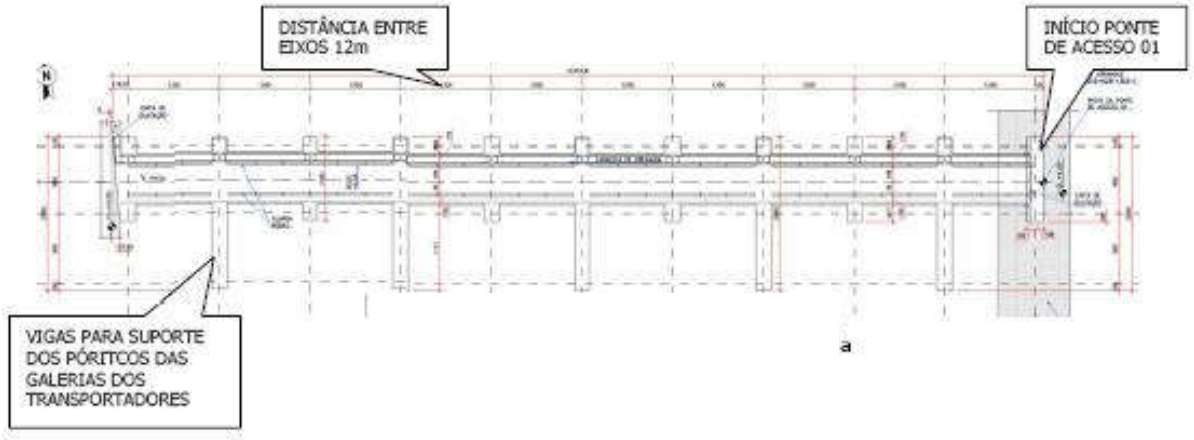
Figura 5.35 – Ponte de Acesso 3 – Segmento 1 e 2 - Estaqueamento



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

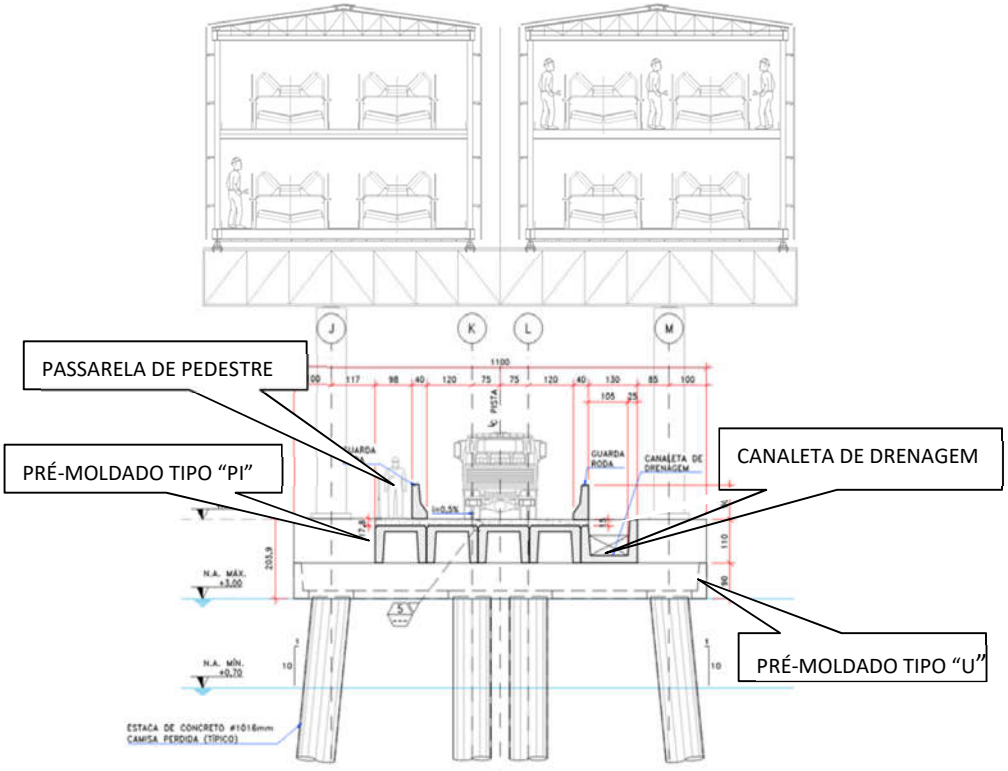
Figura 5.36 – Plataforma TT-01, TT-02 e ponte de acesso entre as plataformas – Estaqueamento

II. Superestrutura: composta por vigas transversais e longitudinais em concreto armado. Primeiramente serão construídas vigas transversais que são peças pré-moldadas em canteiro de obras, com seção em formato de “U” (caixote), serão apoiadas sobre as estacas, preenchidas com concreto “in loco”, que garante a limpeza e a estanqueidade da estrutura. Após, serão instaladas vigas longitudinais que são peças pré-moldadas justapostas com seção em formato de PI (caixote invertido), apoiadas sobre as vigas transversais. Em uma lateral da Ponte de Acesso será instalada uma canaleta de drenagem. Após a montagem dos pré-moldados, executa-se uma camada de concreto “in loco” para consolidar a estrutura como uma laje, variando do nível +4,00m a +5,00m.



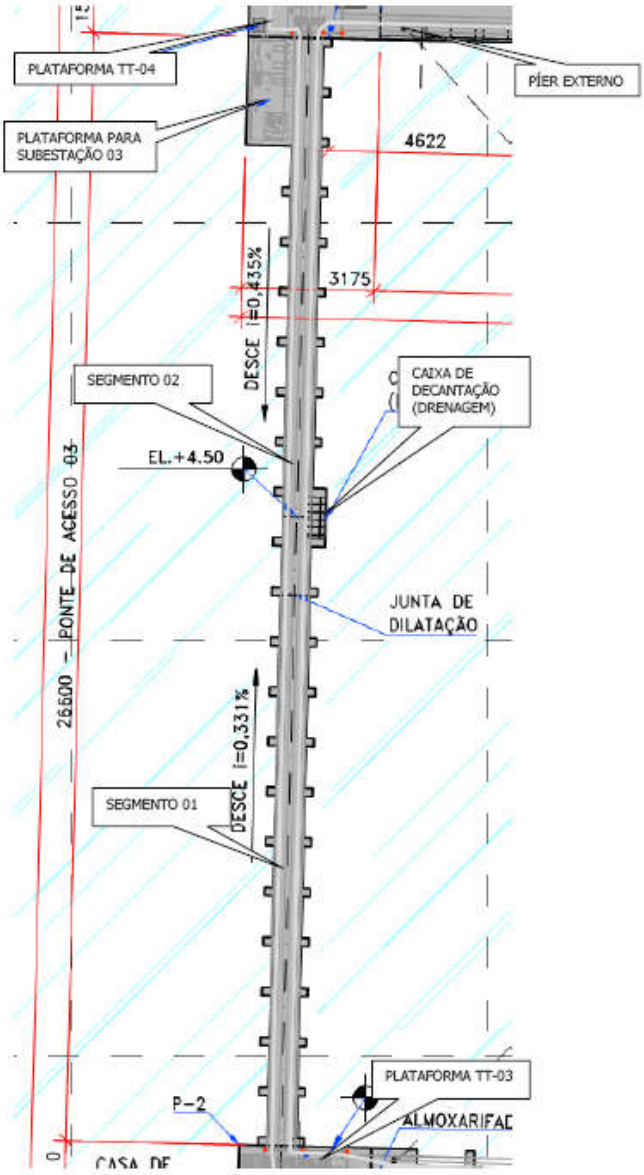
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.37 – Ponte de Acesso 1 – Planta



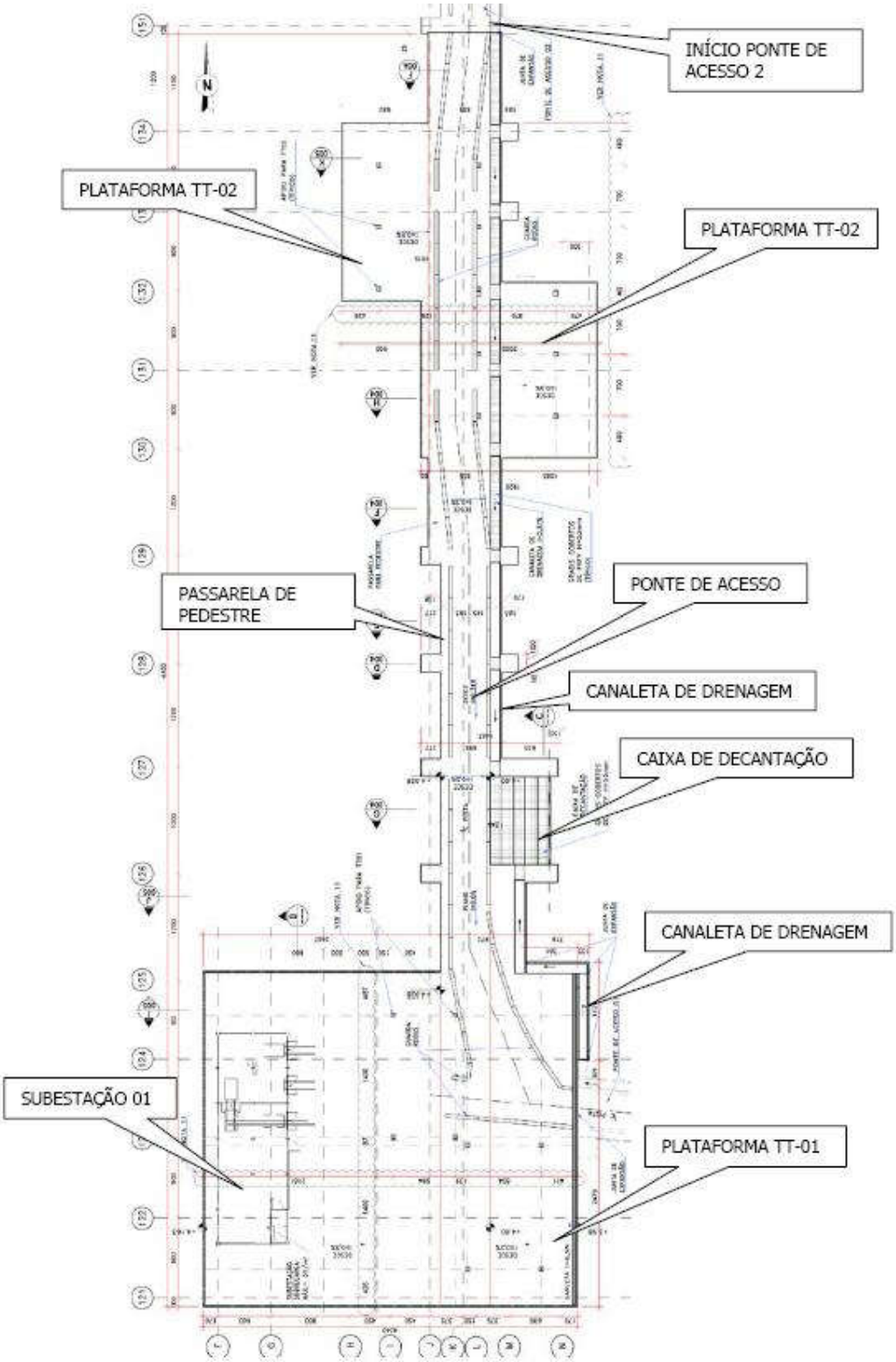
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.38 – Ponte de Acesso 2 – Seção Transversal Típica



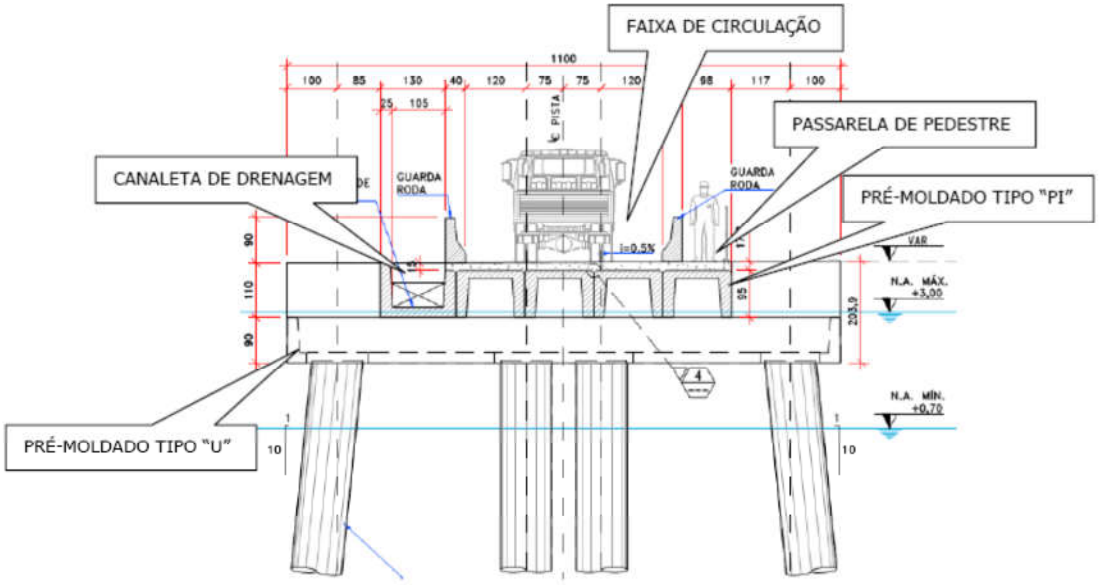
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.39 – Ponte de Acesso 3 – Planta



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

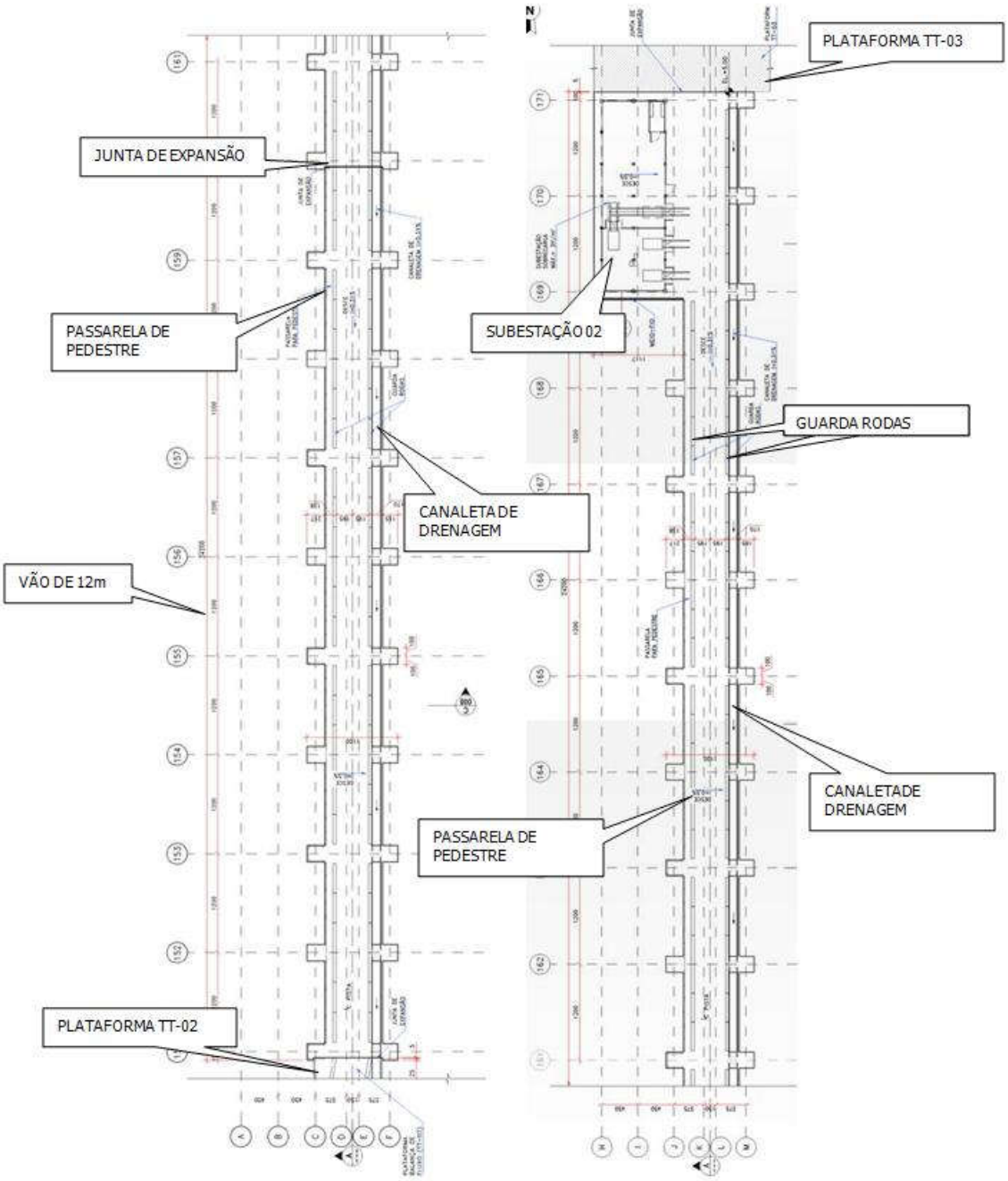
Figura 5.40 – Plataforma TT-01 e TT-02 – Planta



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.41 – Ponte de Acesso entre Plataforma TT-01 e TT-02 – Seção Transversal

III. Acessórios: Serão instalados nas duas laterais guarda rodas de concreto em toda extensão da Ponte de Acesso. Complementarmente, será construída uma passarela de pedestres em uma das laterais da Ponte de Acesso e um guarda corpo, também somente em uma das laterais.



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

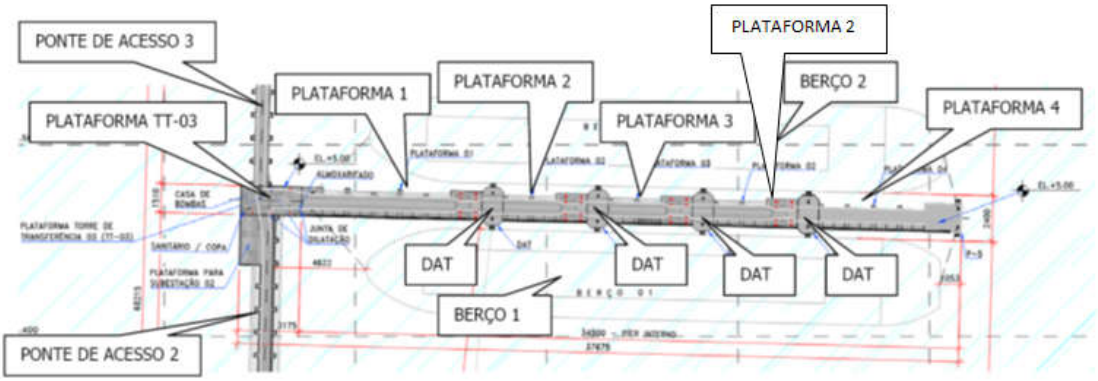
Figura 5.42 – Ponte de Acesso 2 – Posicionamento da canaleta de drenagem, passarela de pedestres e guarda rodas

5.3.2.1.2 Berços de atracação

Os Píeres de Atracação (Píer Interno e Píer Externo) encontram-se perpendiculares à Ponte de Acesso e são compostos por 2 (dois) berços de atracação cada um, totalizando 4 (quatro) berços.

Píer Interno

No píer interno terão dois berços de atracação, Berço 1 e Berço 2. Este píer é formado pela plataforma para a torre de transferência 03 (TT-03), quatro *dolfins* de amarração e atracação (DAT) e 5 plataformas, sendo: uma plataforma 1, duas plataformas 2, uma plataforma 3, e uma plataforma 4. (Figura 5.43).

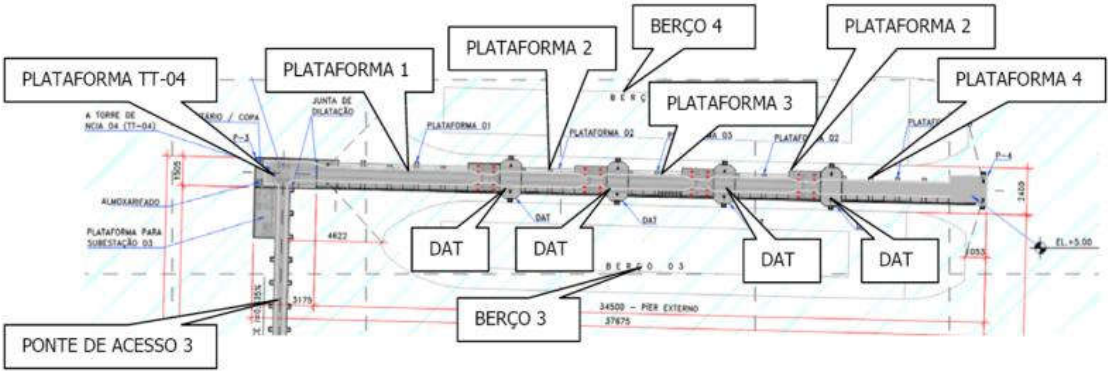


Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.43 – Layout – Píer Interno

Píer Externo

No píer externo também terão dois berços de atracação, Berço 3 e Berço 4, sendo formado pela plataforma para a torre de transferência 04 (TT-04), quatro *dolfins* de amarração e atracação (DAT) e 5 plataformas, sendo: uma plataforma 1, duas plataformas 2, uma plataforma 3, e uma plataforma 4. (Figura 5.44).

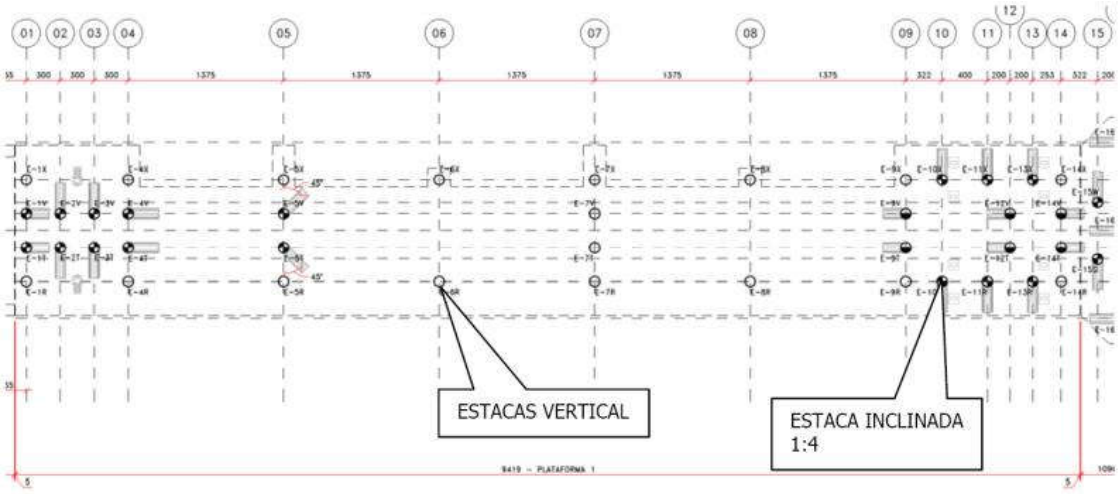


Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.44 – Layout – Píer Externo

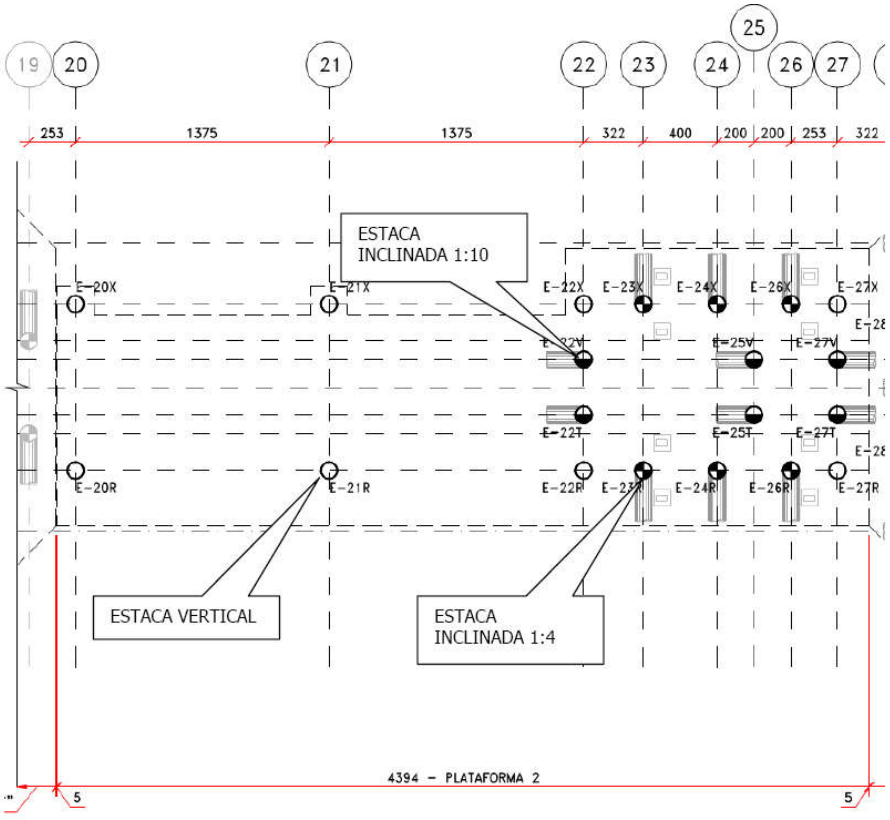
Considerando o Píer de Atracação total, incluindo todas as plataformas e *dolfins*, a sua divisão estrutural consiste em:

I. Infraestrutura / Fundações: composta por 392 (trezentas e noventa e duas) estacas de concreto com camisa metálica, sendo um total de 80 (oitenta) estacas nas Plataformas 1, 80 (oitenta) estacas nas Plataformas 2, 40 (quarenta) estacas nas Plataformas 3, 56 (cinquenta e seis) estacas nas Plataformas 4, 20 (vinte) estacas na Plataforma TT-03, 20 (vinte) estacas na Plataforma TT-04 e 96 (noventa e seis) para os 8 (oito) Dolfins de Atracação e Amarração. A metodologia de execução das estacas consiste na cravação da camisa metálica, perfuração do solo e/ou rochas, limpeza interna da camisa contemplando o transporte do material para local licenciado, preenchimento da camisa com a gaiola de armação, concretagem da estaca, cura do concreto e arrasamento da estaca no nível de projeto.



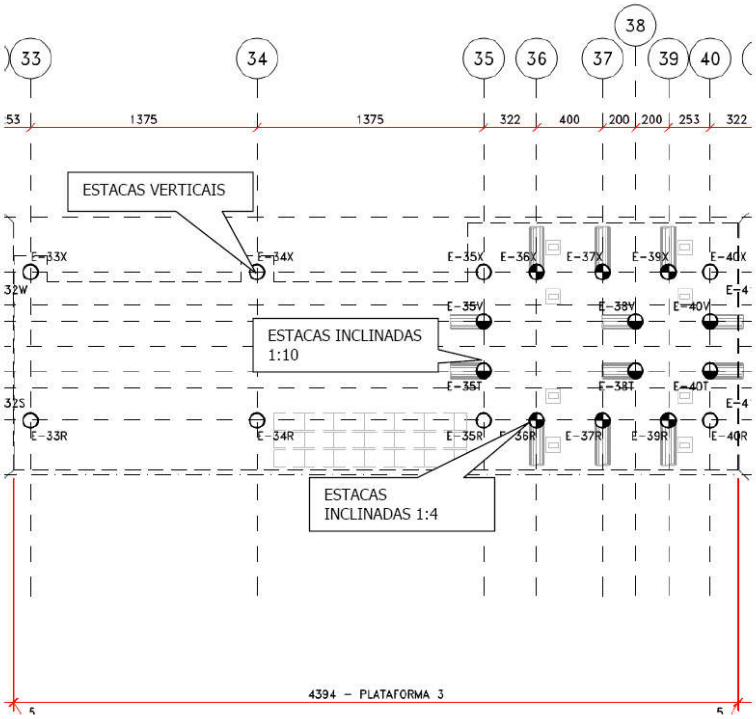
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.45 – Plataforma 1 – Estaqueamento



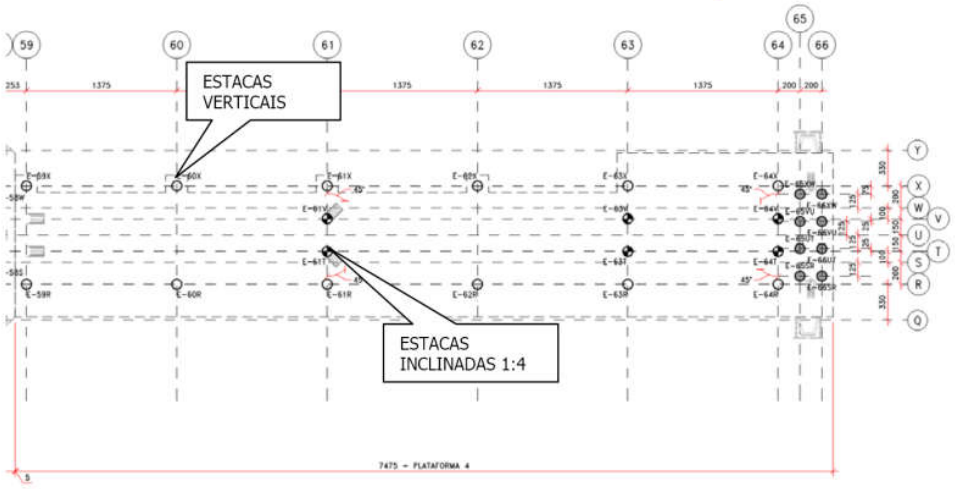
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.46 – Plataforma 2 – Estaqueamento



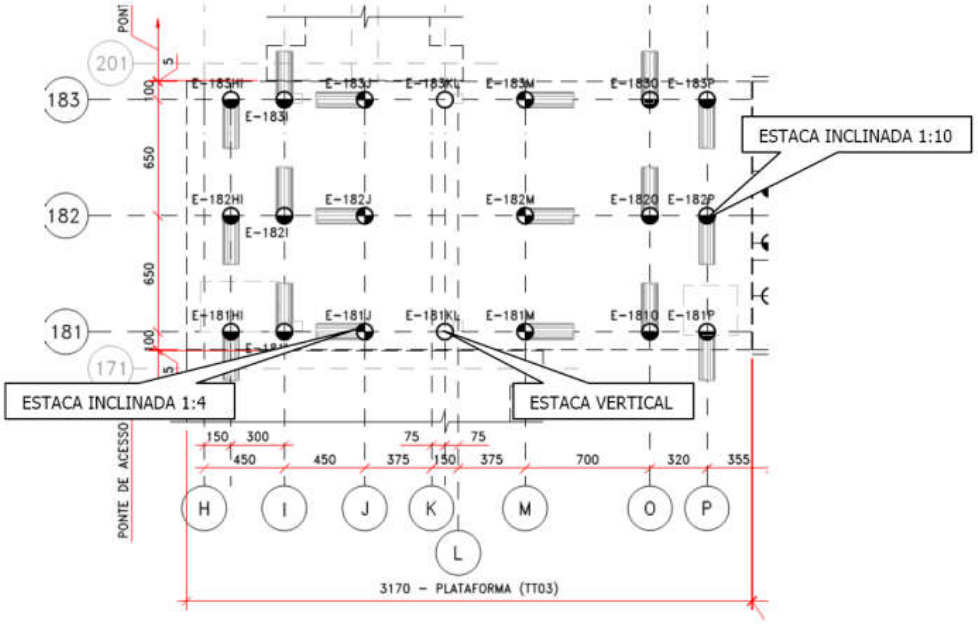
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.47 – Plataforma 3 - Estaqueamento



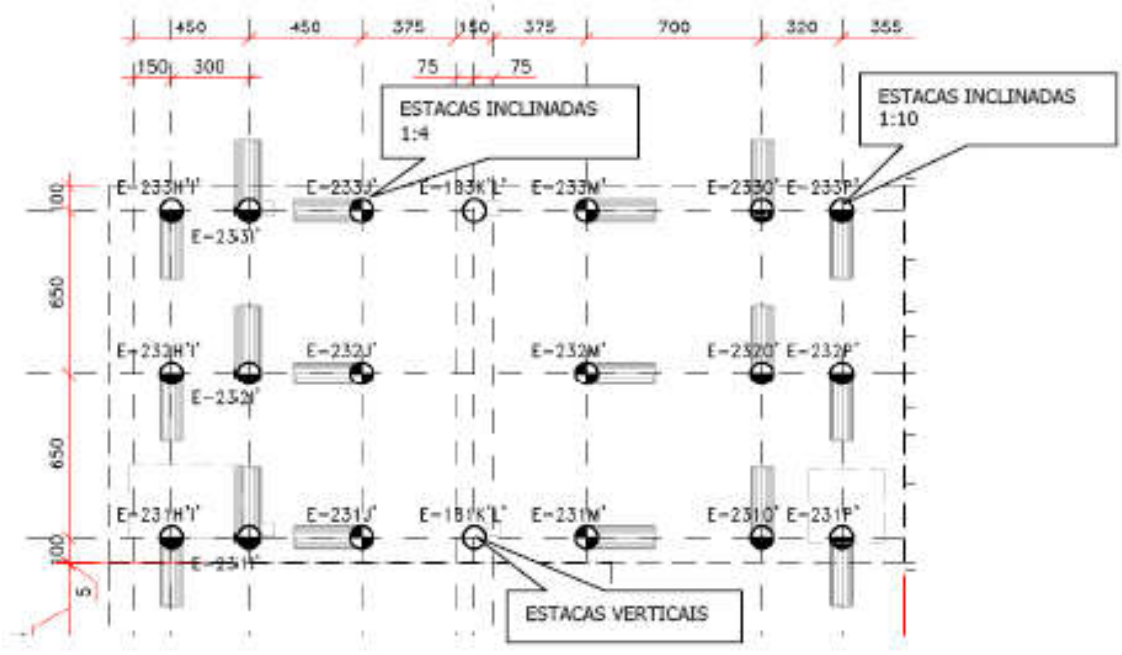
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.48 – Plataforma 4 – Estaqueamento



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.49 – Plataforma TT-03 – Estaqueamento

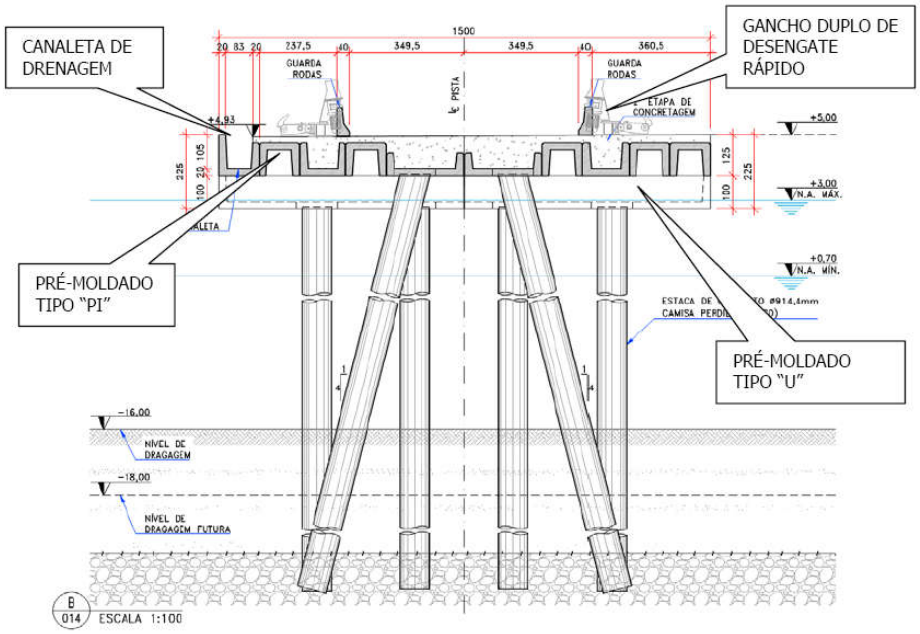


Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.50 – Plataforma TT-04 – Estaqueamento

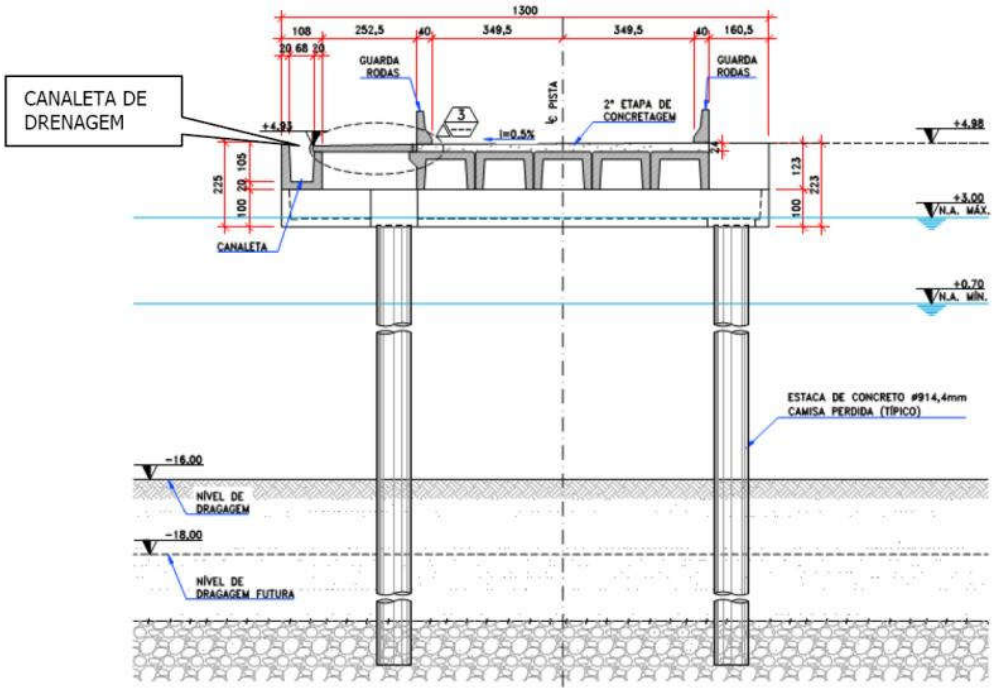
II. Superestrutura: As plataformas são compostas por vigas transversais e longitudinais em concreto armado, em elementos pré-moldado e concreto “in loco”. Os dolfins serão concretados “in loco”. Portanto:

- Plataformas:
  - Cada píer irá contar com uma Plataforma 1, duas Plataformas 2, uma Plataforma 3, uma Plataforma 4, uma Plataforma TT-03 e uma Plataforma TT-04, compostas por vigas transversais e longitudinais em concreto armado. Primeiramente serão construídas vigas transversais que são peças pré-moldadas em canteiro de obras, com seção em formato de “U” (caixote), serão apoiadas sobre as estacas, preenchidas com concreto “in loco”, que garante a limpeza e a estanqueidade da estrutura. Após, serão instaladas vigas longitudinais que são peças pré-moldadas justapostas com seção em formato de PI (caixote invertido), apoiadas sobre as vigas transversais. Foram consideradas canaletas de drenagem em ambos os lados da ponte de acesso em complementação ao sistema de drenagem. Após a montagem dos pré-moldados, executa-se uma camada de concreto “in loco”.



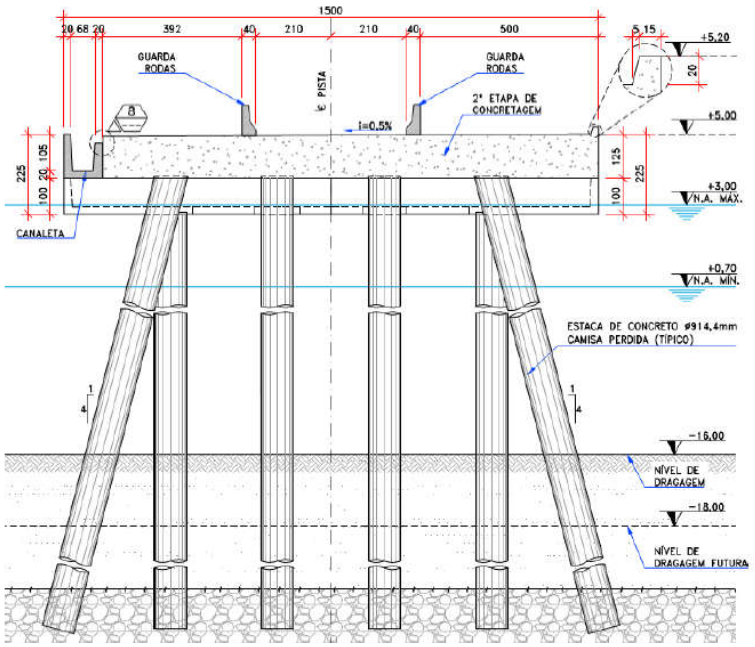
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.51 – Plataforma 1 – Seção Transversal



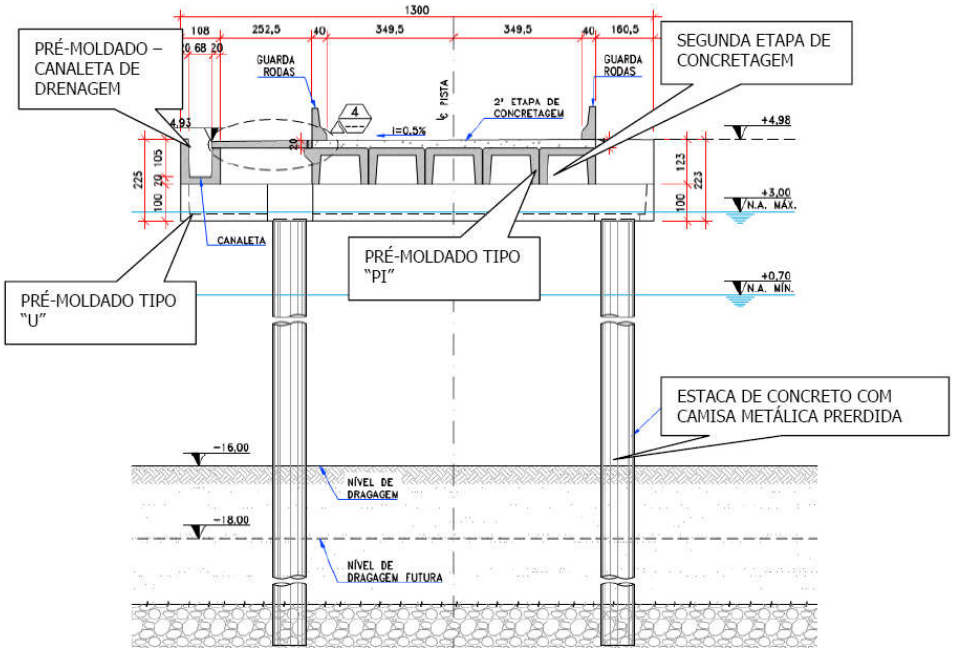
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.52 – Plataforma 2 – Seção Transversal



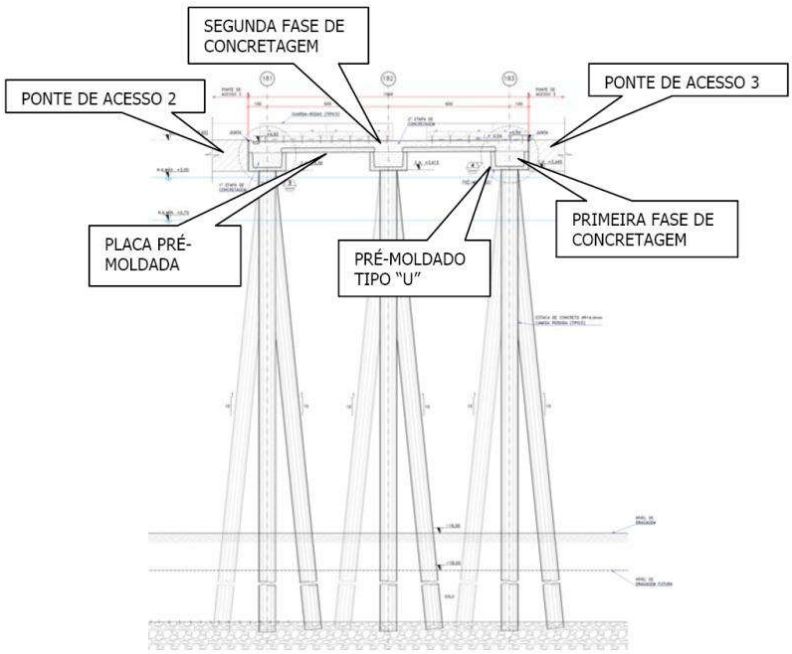
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.53 – Plataforma 3 – Seção Transversal



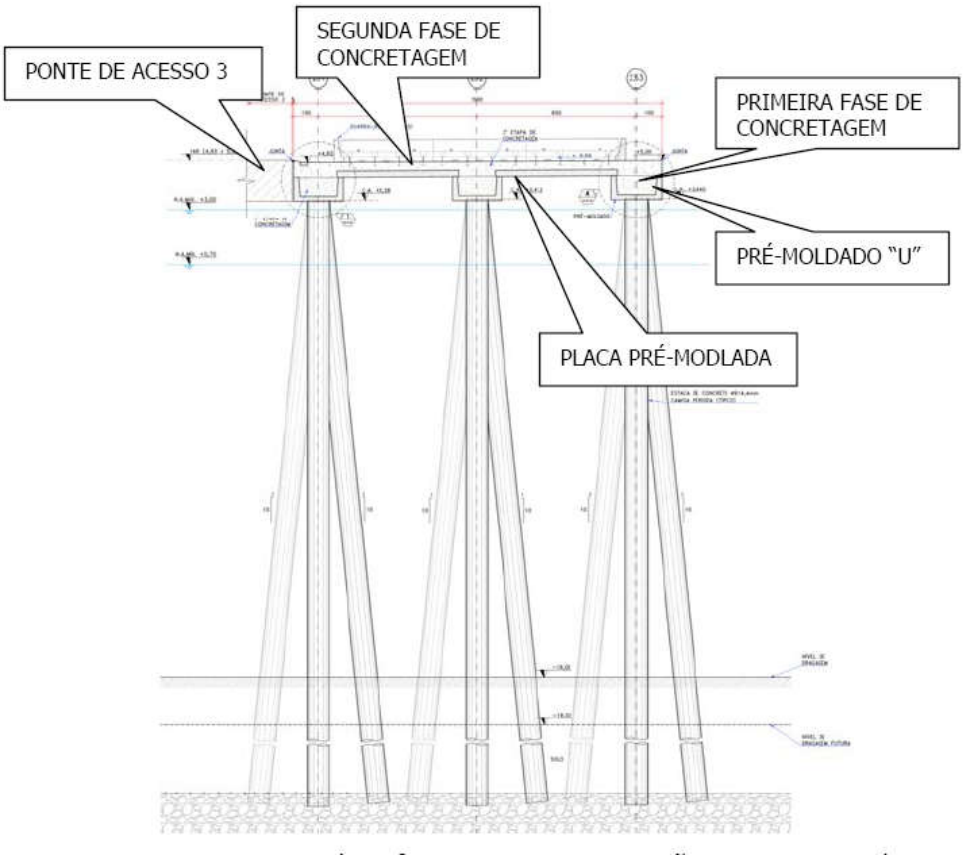
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.54 – Plataforma 4 – Seção Transversal



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

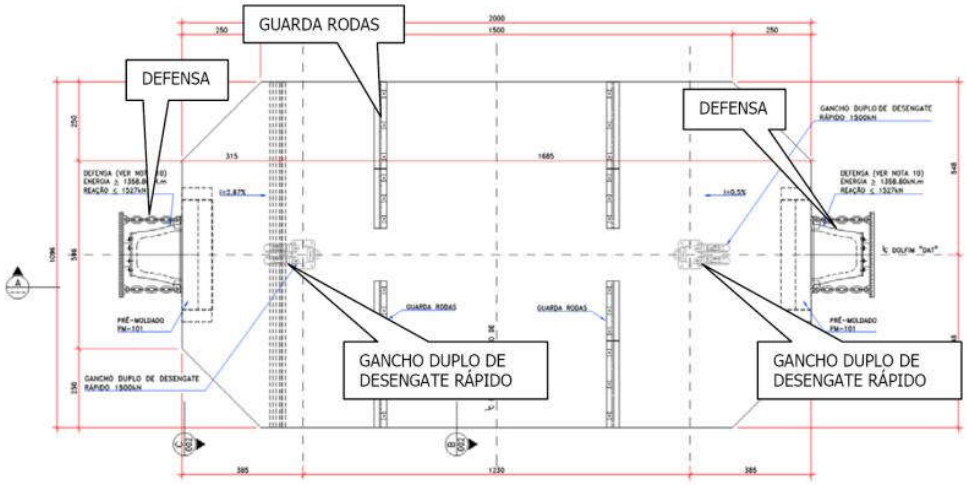
Figura 5.55 – Plataforma TT-03 – Seção Transversal



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

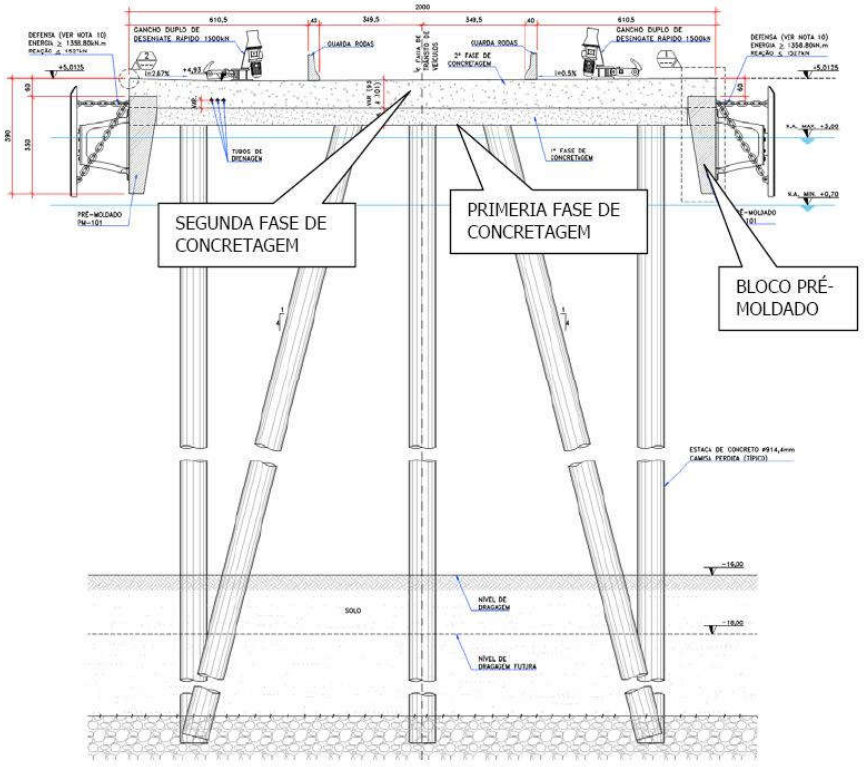
Figura 5.56 – Plataforma TT-04 – Seção Transversal

- Dolfins de Atracação e Amarração:
  - A superestrutura do dolfim consiste num bloco maciço em concreto armado “in loco”, executado em duas fases, com espessura geral de 1,50m e encaixe dos blocos pré-moldados das defensas em cada um dos lados. Serão instaladas defensas, ganchos duplos de desengate rápido e as Torres Pescantes nos Dolfins. Em cada píer (interno e externo) terão quatro dolfins de amarração e atracação, totalizando oito dolfins.



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.57 – *Dolfin* de Atracação e Amarração (DAT) – Arranjo Geral



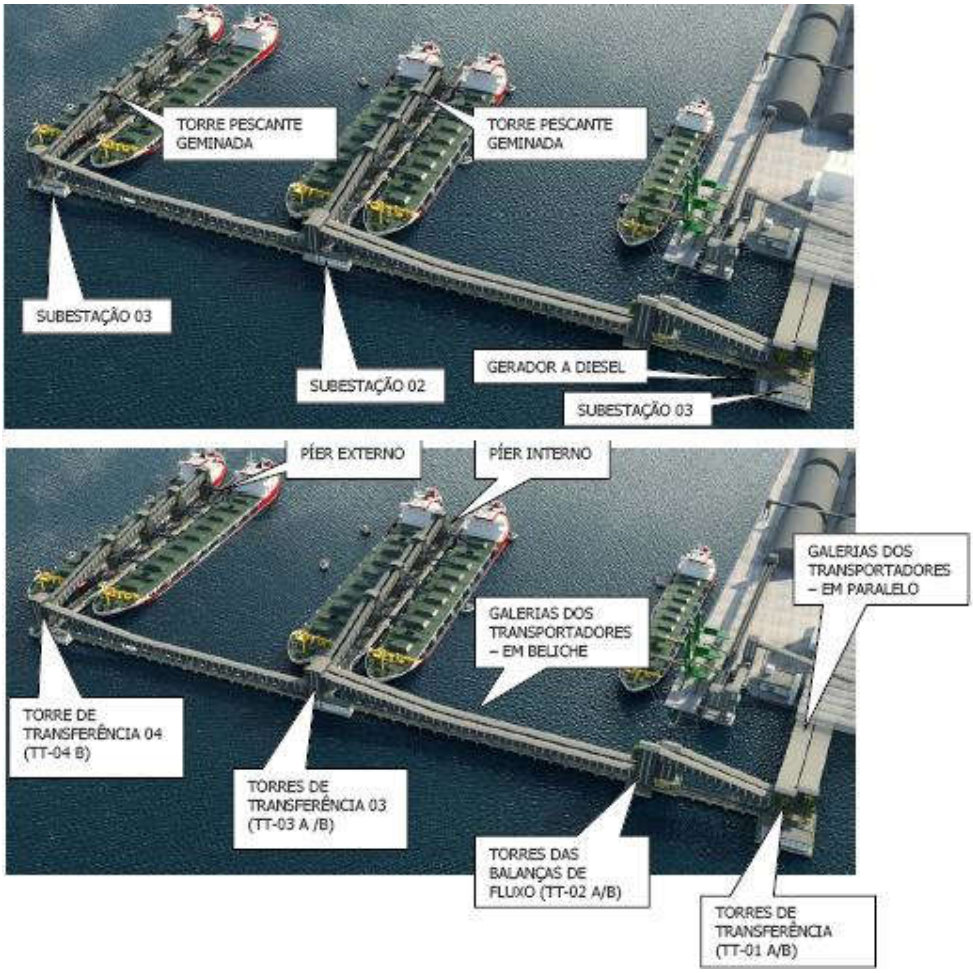
Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.58 – *Dolfin* de Atracação e Amarração (DAT) – Seção Transversal

5.3.2.2 Estruturas Eletromecânicas

As estruturas eletromecânicas são basicamente estruturas fabricadas, montadas e testadas em empresa de calderaria pesada convencional, transportados e entregues na obra. São compostas por:

I. Correias Transportadoras: Esta estrutura consiste em esteiras para expedição de grãos dentro de galerias metálicas totalmente vedadas, com cobertura e tapamento lateral em telhas de fibrocimento, apoiadas sobre pórticos de sustentação metálicos e blocos de concreto. No total serão 8 (oito) correias transportadoras com capacidade de 2.000t/h cada
II. Torre de Transferência: Serão no total 5 (cinco) torres construídas em estrutura metálica e deverão ser completamente enclausuradas através de cobertura e fechamento lateral, de forma a impedir a entrada de animais e o escape de poeira para o meio ambiente. Neste caso, as torres de transferência são principal área de captação de pó, onde encontram-se os filtros de manga. Esta estrutura permite a mudança de sentido da carga transportada pelas correias.
III. Torre Pescante: Consiste em uma estrutura metálica que transfere o granel sólido que chega pela correia transportadora para os porões dos navios atracados. Serão instalados em cada berço 4 (quatro) carregadores do tipo Torre Pescante, ou seja, 8 8 (oito) torres geminadas, totalizando 16 pontos de carregamento.
IV. Balança de Fluxo: É um sistema de pesagem automática para fluxo de grãos, serão construídas 2 (duas) balanças de fluxo sobre a Plataforma TT-02.

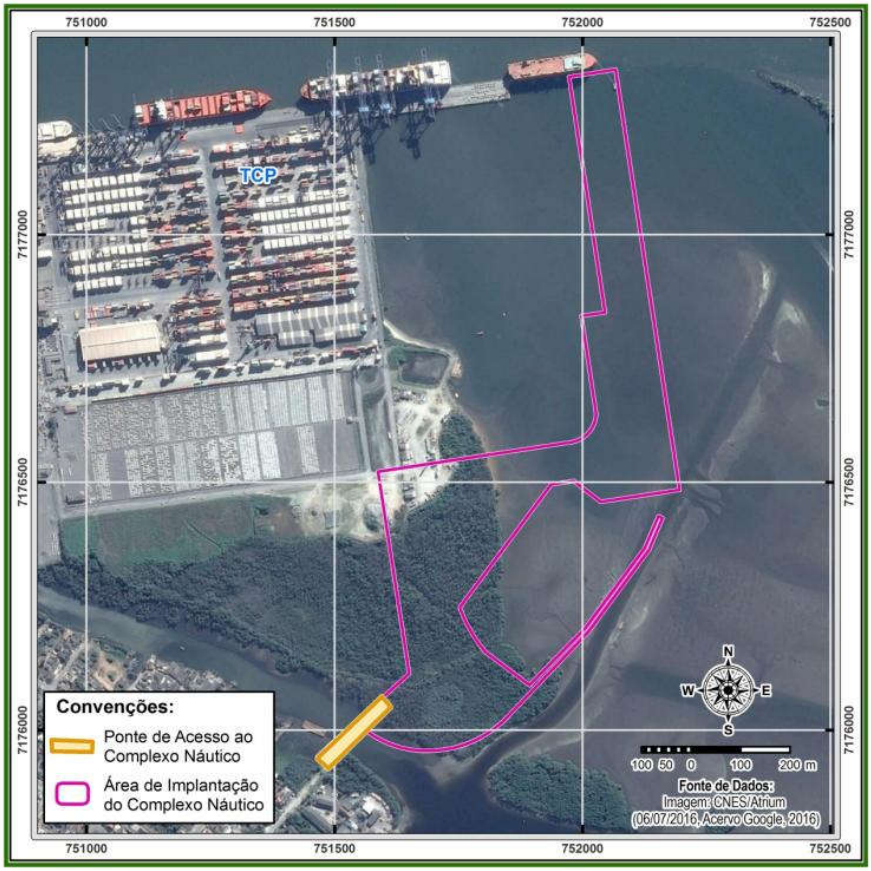


Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.59 – Maquete Eletrônica do Píer F

5.3.3 Complexo Náutico

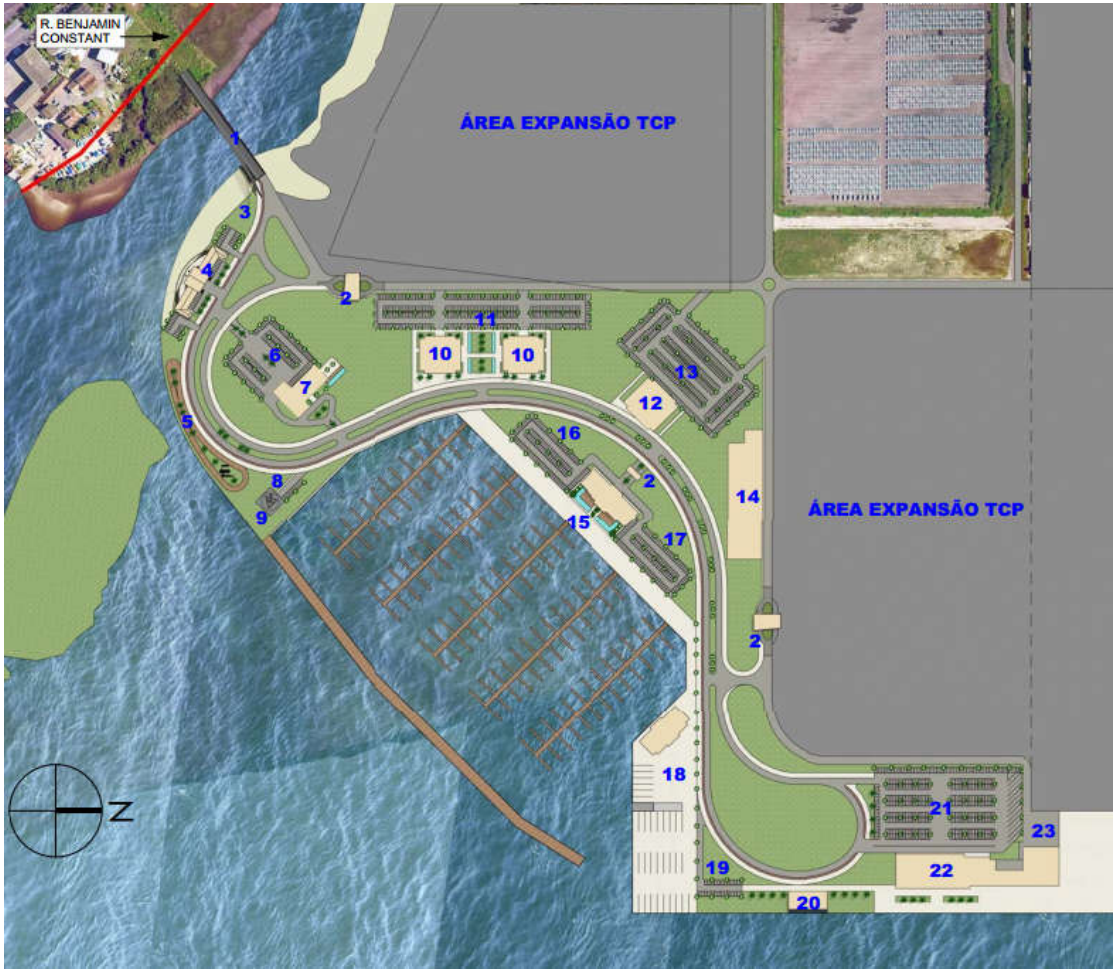
O Complexo Náutico está localizado no setor leste do Porto do Paranaguá, próximo à Ilha da Cotinga, preservando a futura extensão do Terminal de Contêineres de Paranaguá – TCP e Pátio de Veículos da APPA, em uma área total de aproximadamente 370.000 m² (Figura 5.60). Será uma área destinada ao turismo, contemplando uma marina (seca e molhada) e terminal de passageiros, comércio, restaurantes, hotel, edifícios comerciais e nova sede da APPA. Contempla também área para estacionamentos, heliponto, praça de convivência, mirante, playground e ponte que interligará o Complexo Náutico ao Centro Histórico da cidade de Paranaguá.



Fonte: Planave, 2016

Figura 5.60 – Área de Implantação do Complexo Náutico.

O projeto prevê a utilização do terreno de forma a minimizar a movimentação de solo, localizando a marina molhada / seca na área já existente de água e retroárea já em área de terra, evitando menor impacto ambiental da área.



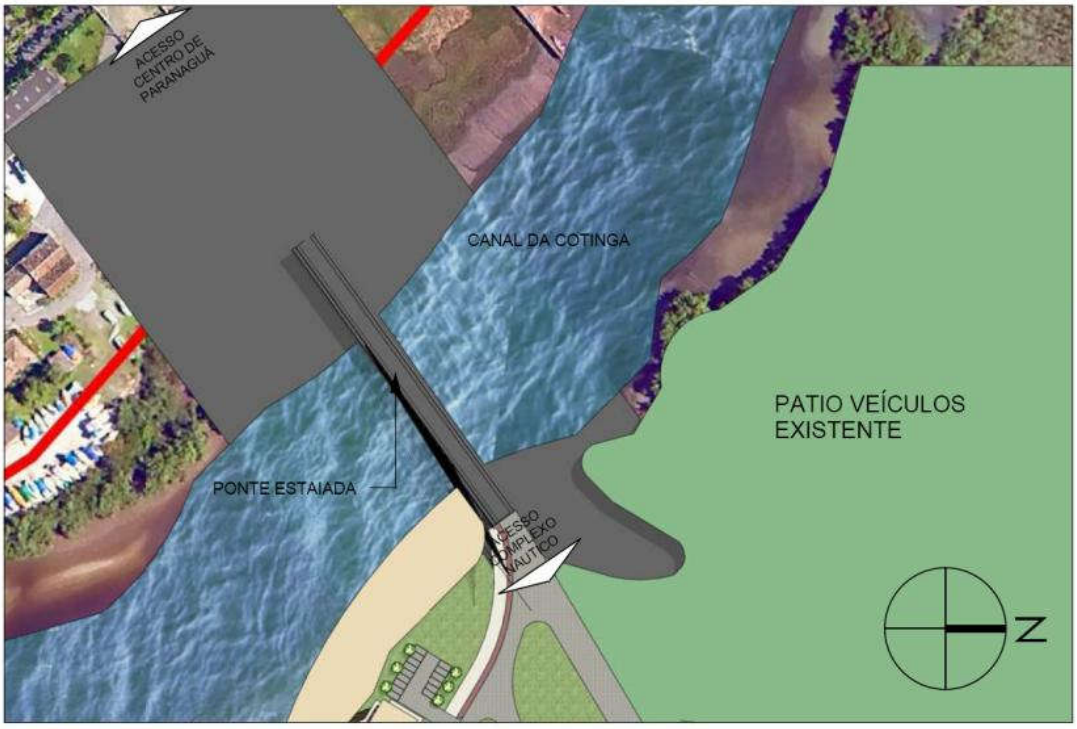
01	PONTE DE ACESSO
02	GUARITA A e B (100m²)
03	ESTACIONAMENTO 1 - PÚBLICO 48 VAGAS
04	ÁREA PARA SERVIÇOS E COMÉRCIO DIRIGIDOS AO TURISTA
05	ÁREA DE CONVIVÊNCIA E LAZER
06	ESTACIONAMENTO 2 - HOTEL 143 VAGAS
07	EDIFÍCIO HOTEL
08	ESTACIONAMENTO 3 - HELIPONTO 10 VAGAS
09	HELIPONTO
10	EDIFÍCIO COMERCIAL (10.000m²)
11	ESTACIONAMENTO 4 - ED. COMERCIAL 302 VAGAS
12	EDIFÍCIO DO NOVO CENTRO ADMINISTRATIVO / OPERACIONAL DA APPA
13	ESTACIONAMENTO 5 - APPA 394 VAGAS
14	ARMAZÉM
15	MARINA - ÁREA MOLHADA
16	ESTACIONAMENTO 6 - MARINA 122 VAGAS
17	ESTACIONAMENTO 7 - MARINA 122 VAGAS
18	MARINA - ÁREA SECA
19	ESTACIONAMENTO 8 - PÚBLICO 33 VAGAS
20	RESTAURANTE
21	ESTACIONAMENTO 9 - TERMINAL 363 VAGAS CARRO E 13 VAGAS ÔNIBUS
22	TERMINAL MARÍTIMO DE PASSAGEIROS
23	ÁREA TÉCNICA - TERMINAL
24	ÁREA DE DESEMBARQUE - TERMINAL

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.61 – Complexo Náutico – APPA

5.3.3.1 Ponte Estaiada de acesso

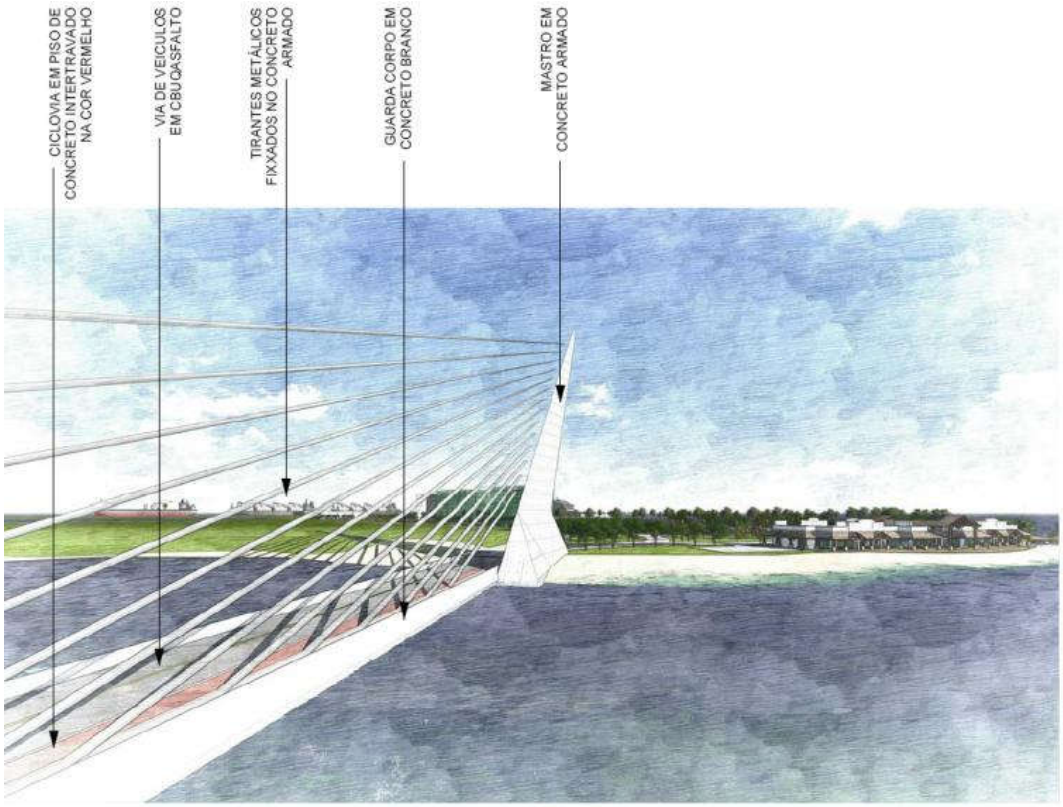
A Ponte Estaiada projetada irá interligar o Complexo Náutico da APPA ao Centro Histórico de Paranaguá, através da Rua Benjamin Constant, contemplando vias para automóveis, ciclovia e faixa para pedestres.



Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.62 – Ponte de Acesso - Canal da Cotinga

Estruturalmente, a ponte estaiada consiste em um tabuleiro suspenso por cabos metálicos (estais) fixados a uma estrutura principal, mastro, simplesmente apoiadas em suas extremidades nas margens do Canal da Cotinga. Terá pintura anticorrosiva, guarda corpo e guarda rodas para delimitar as vias de acesso. Será realizada pavimentação em asfalto CBUQ nas vias para automóveis e pavimentação em blocos intertravados na cor cinza e terracota, para via de pedestres e ciclovia, respectivamente.



Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.63 – Ponte Estaiada

5.3.3.2 Guaritas A e B

Serão implantadas 2 guaritas de 100m² cada, uma localizada próxima à ponte de acesso do Complexo Náutico e outra próxima ao terminal de passageiros. Funcionarão como ponto de controle de entrada e saída de veículos e pedestres nas ruas de acesso operacional. Estas vias interligam o complexo ao terminal de passageiros e aos estacionamentos da sede administrativa e dos edifícios comerciais, consideradas áreas restritas e de acesso somente à pessoas e veículos autorizados. A estrutura será em concreto armado, vidros de fechamento estrutural *glazing* laminado refletivo. A cobertura contará com *brises* fixados a estrutura metálica e acabamento em madeira e a cobertura será em laje de concreto armado branco, impermeabilizado e foro em porcelanato esmaltado.

As guaritas A e B serão subdivididas em sala de controle, copa, instalações sanitárias e depósito

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.64 – Guarita A

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.65 – Guarita B

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.66 – Detalhamento das Estruturas

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.67 – Planta Guarita A e B

5.3.3.3 Estacionamentos

São áreas espalhadas pelo Complexo Náutico destinadas para estacionamento de veículos de funcionários e turistas da região. Será adotado pavimento asfáltico em CBUQ e disponibilizará aproximadamente 1500 vagas para veículos leves e pesados.

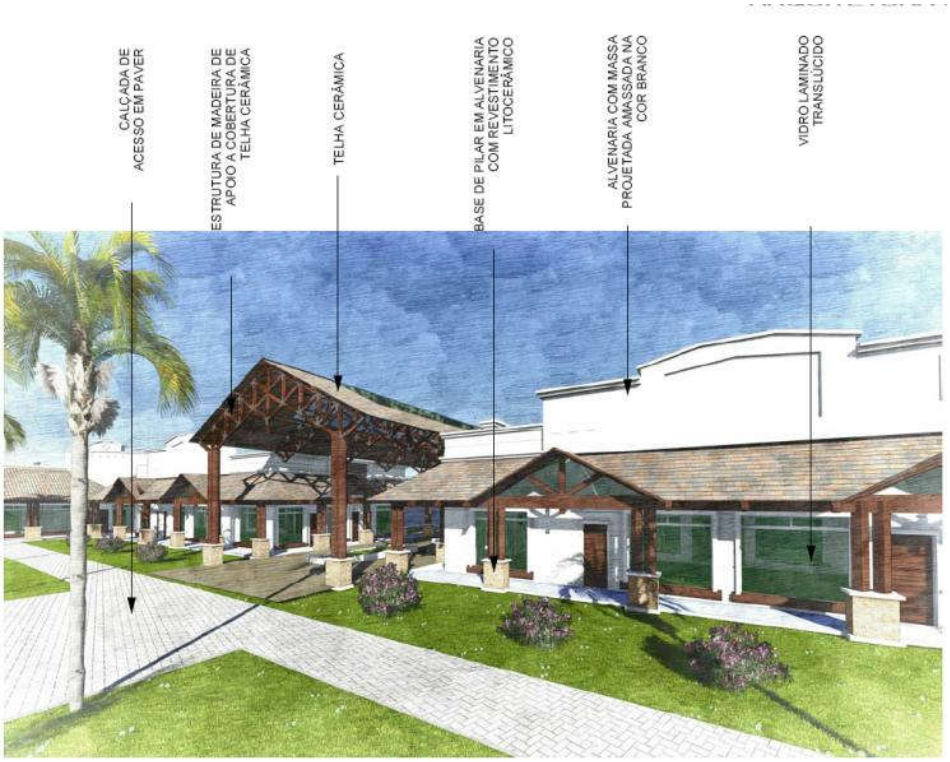
5.3.3.4 Serviços e comercio dirigido ao turista

O centro comercial atenderá a população de Paranaguá e os turistas que estarão de passagem pela região. Composto de estacionamento próprio para o público consumidor, lojas, restaurantes, todos voltados para o Canal da Cotinga e para o Complexo Náutico.

A estrutura do centro comercial será feita em madeira e a cobertura contará com estrutura também em madeira, telha cerâmica esmaltada com rufos metálicos pintados na cor branco.

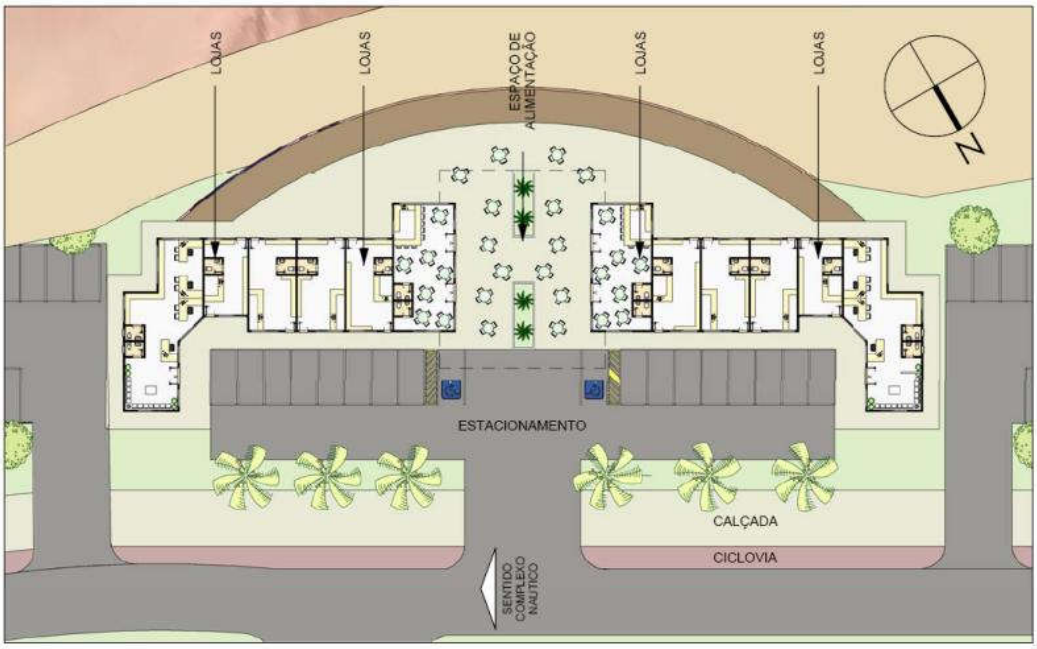
Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.68 – Fachada do Centro Comercial



Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.69 – Detalhamento do Centro Comercial



Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.70 – Planta do Centro Comercial

5.3.3.5 Área de convivência e lazer

A área de convivência e lazer irá contemplar diferentes atividades sociais, culturais e recreativas, promovendo uma eficiente estrutura para o turismo e lazer da cidade de Paranaguá. Além disso, contará com praça arborizada, pista de caminhada, *playground* destinado ao lazer infantil e aparelhos de ginástica destinados aos exercícios físicos.

O *playground* e os equipamentos de exercícios físicos terão estrutura de eucalipto autoclavado.

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.71 – Área de Convivência e Lazer

5.3.3.6 Hotel

O hotel terá vista principalmente para a Ilha da Cotinga, Marina e Terminal, mas a vista abrange todo o Complexo Náutico. O edifício contará com restaurante, sala de ginástica, piscina, auditórios para até 300 pessoas e 120 unidades. A estrutura será em concreto armado, vidros de fechamento estrutural *glazing* lamindo refletivo, *brises* fixados a estrutura metálica e acabamento em madeira. A laje será impermeabilizada com proteção mecânica e inclinação para águas pluviais.

O hotel contará com lobby, recepção, maleiro, loja de conveniências, bares, elevadores, sala de ginástica, sanitários, restaurante, backoffice, copa, cozinha, depósito, apartamentos, rouparia e terraço técnico.

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.72 – Fachada do Hotel

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

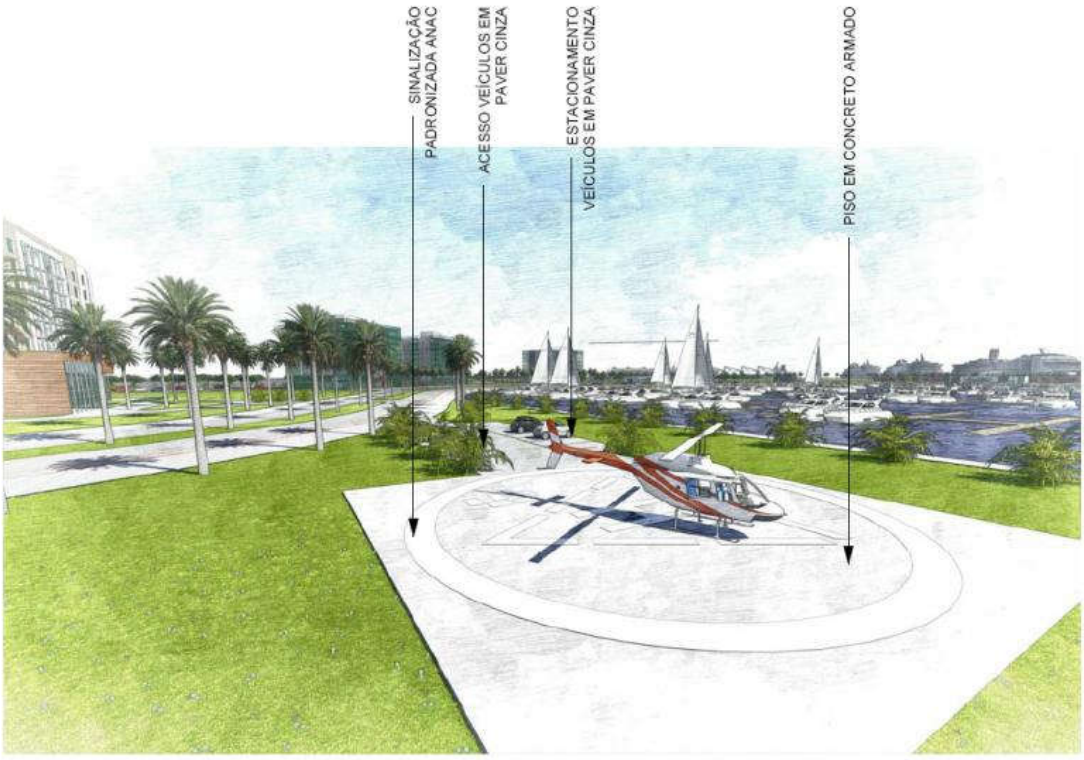
Figura 5.73 – Pavimento Térreo

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.74 – 1º Andar

5.3.3.7 Heliponto

O heliponto será construído de forma a atender as normas e legislações pertinentes, em local adequado, ao nível do solo, de maneira que o ruído do helicóptero, nas operações de pouso e decolagens, não traga incômodo à vizinhança, respeitando os limites sonoros estabelecidos na legislação vigente. A localização levará em consideração, as condições meteorológicas e de segurança. A área prevista para a construção do heliponto será em função do maior helicóptero que irá operar no local. A área de pouso e decolagem será dimensionada para as características (peso e dimensão) do maior helicóptero que irá utilizá-la, além daquela previstas para acumulo de pessoas, equipamentos, etc.



Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.75 – Detalhamento do Heliponto

5.3.3.8 Edifícios comerciais

Serão dois edifícios, com salas de 70m² a 115m² ou o pavimento inteiro com 1.000 m² para locação ou aquisição pelas empresas que tenham interesse em se instalar próximas ao terminal de cargas e o Complexo Náutico. O térreo de cada torre contará com um restaurante, auditório e salas de reuniões coletivas para atender as necessidades das empresas. A estrutura será em concreto armado com vidro laminado refletivo 90 em *structural glazing* e *brises* metálicos com acabamento em madeira para reduzir a incidência solar interna do edifício. A cobertura será composta por uma laje impermeabilizada com proteção mecânica e inclinação para águas pluviais.

Os edifícios comerciais disponibilizarão restaurante, cozinha, vestiários, salas de reuniões e auditório.

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.76 – Fachada dos Edifícios Comerciais

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.77 – Planta Pavimento Térreo

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.78 – Planta Pavimento Tipo

5.3.3.9 Edifício do novo centro administrativo e operacional da APPA

A nova sede administrativa da APPA terá uma localização central em relação ao novo complexo, com entrada de veículos pelas ruas operacionais e acesso direto ao terminal de cargas, terá uma visão completa ao complexo portuário. A nova sede reunirá todas as estruturas internas já existentes e ainda contará com um armazém, localizado ao lado,

para os setores operacionais externos. A estrutura será em concreto armado com vidro laminado refletivo 90 e *brises* metálicos com acabamento em madeira e a cobertura será composta por uma laje impermeabilizada com proteção mecânica e inclinação para águas pluviais.

O novo Centro Administrativo e Operacional da APPA disponibilizará restaurante e cozinhas, banheiros, sala de imprensa, agencia bancaria, biblioteca, auditório, copa, sala de reuniões, sala de arquivo, depósitos e terraço técnico. Abrigará as diretorias de engenharia, administrativa e financeira, ambiental, operações, jurídica e empresarial e a Presidência da APPA.

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.79 – Fachada da Nova Sede da APPA

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

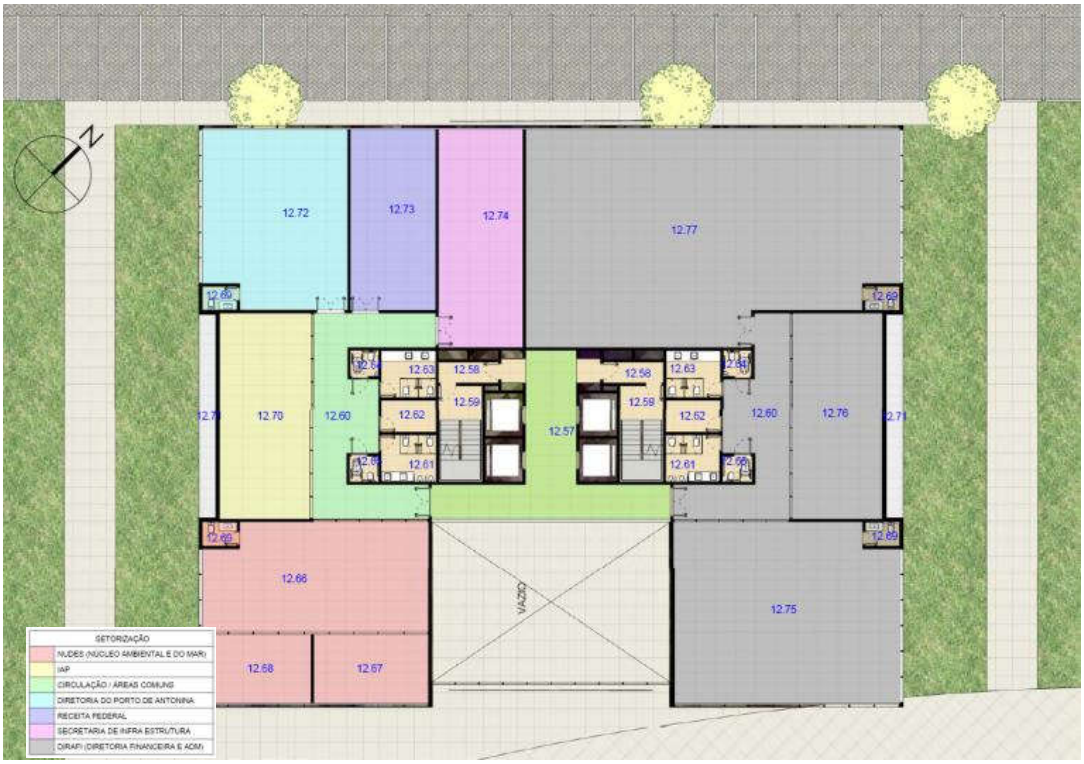
Figura 5.80 – Pavimento Térreo

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.81 – 2º Pavimento

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.82 – 3º Pavimento



Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.83 – 4º Pavimento

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.84 – 5º Pavimento

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.85 – 6º Pavimento

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.86 – 7º Pavimento

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.87 – 8º Pavimento

5.3.3.10 Armazém

O armazém foi projetado para atender o setor operacional com trabalhos externos como almoxarifado, setor de elétrica, depósito, depósito de frota e setor dos motoristas, o edifício contará com pé direito triplo e aberturas e acessos amplos para facilitar a iluminação e ventilação. A estrutura será sustentada por pilares e tesouras metálicas, alvenaria com fechamento em telha metálica. A cobertura será construída com uma telha metálica com isolamento termoacústico apoiado sobre tesouras metálicas.

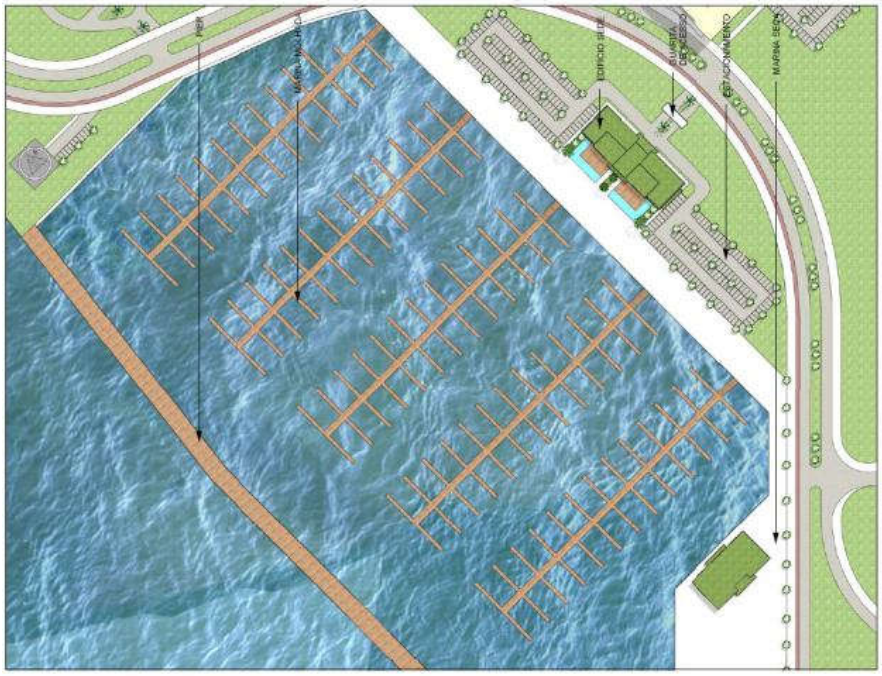
Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.88 – Armazém

5.3.3.11 Marina

A Marina compreenderá um edifício sede, com facilidades para os usuários, uma marina molhada com píeres e finger para embarcações de 30 à 80 pés e uma marina seca, onde será instalado um edifício de manutenção e guarda de barcos, com rampa de acesso à baía. A Marina foi projetada em placas cimentícias, vidro e brises metálicos roble com acabamento em madeira, o edifício se integra aos píeres e dará preferência à vista da baía.

A Marina contará com uma cobertura verde em laje impermeabilizada com inclinação de 2% e platibandas de no mínimo 80cm para a manta e colocação de terra e grama.



Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.89 – Marina

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.90 – Planta do Edifício Sede da Marina

O edifício sede da Marina disponibilizará restaurante, bar, banheiros, cozinha, sala de jogos, longe, lojas de conveniência, vestiários e banheiros, enfermaria, escritórios, depósito e área para limpeza de peixes.

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.91 – Fachada da Sede e Marina Molhada

5.3.3.12 Restaurante

Para atendimento dos funcionários, visitantes e incentivo ao turismo da região, será construído um restaurante próximo à área da marina, com toda estrutura de atendimento ao cliente contemplando também, área de descanso e banheiros.

5.3.3.13 Terminal marítimo de passageiros

O terminal marítimo de passageiros possuirá áreas técnicas voltadas ao embarque e desembarque de passageiros de navios de cruzeiro e também contará com lojas e um mirante, que permite visualizar todo o complexo. Também terá acesso direto ao restaurante, localizado de frente para a Ilha da Cotinga. O terminal terá uma estrutura apoiada em pilares e treliças metálicas com fechamento em vidro laminado refletivo 90. A cobertura do terminal será em estrutura metálica apoiada em treliças perfil "i" apoiada em pilares metálicos.

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.92 – Fachada do Terminal de Passageiros

Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.93 – Planta Térreo do Terminal de Passageiros

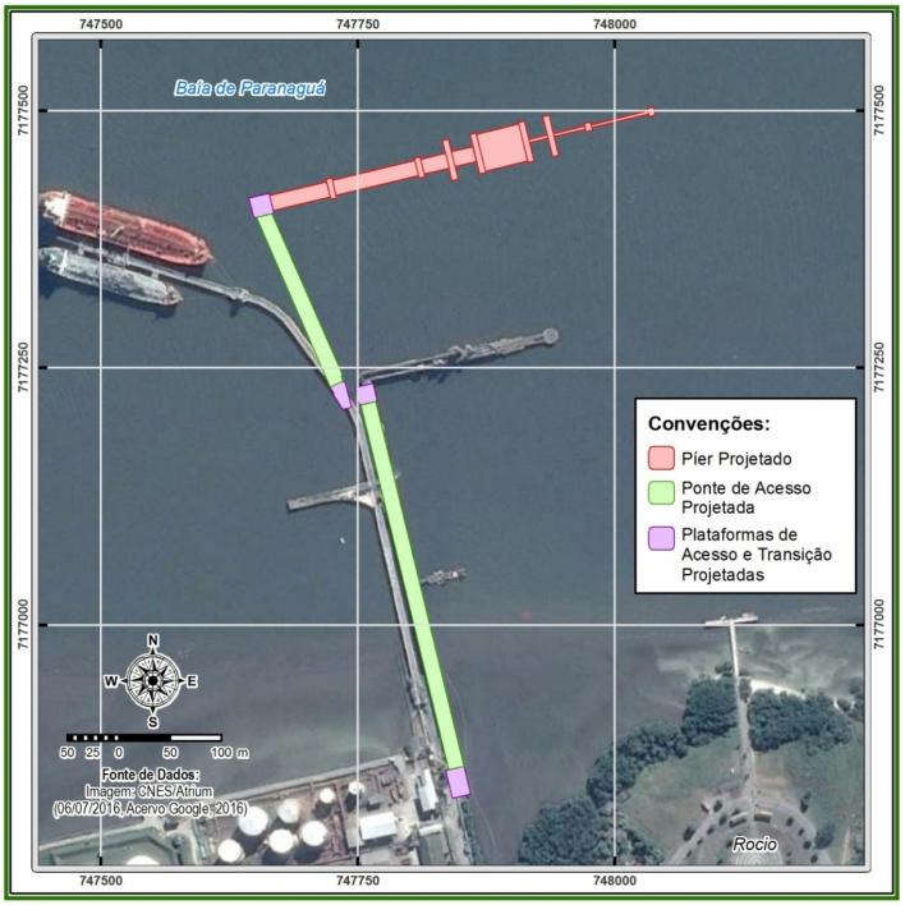
Fonte: Projeto Conceitual do Complexo Náutico, 2013

Figura 5.94 – Planta Superior do Terminal de Passageiros

5.3.4 Ampliação do Píer de Inflamáveis - Píer L

A ampliação do Píer Público de Inflamáveis contempla uma nova Ponte de Acesso, com Plataformas de Transição, paralelas à ponte existente, novo Píer de Atracação com extensão de cerca de 380m, para navios *Cape Size* (100.000TPB) e *Handy Size* (34.700 TPB), com dois berços de atracação, externo e interno, e dolfins de amarração.

Os principais tipos de líquidos que irão ser movimentados no terminal serão etanol, metanol, óleo de soja, óleo diesel, óleo combustível, gasolina, ácido sulfúrico, óleo vegetal, nafta para petroquímica, naftas em geral, propano em bruto/liquefeito, peróxidos de sódio ou de potássio, querosene de aviação, misturas hidrolisadas escuras e éter metilterbutílico (MBTE).



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 5.95 – Layout do Píer L - Granéis Líquidos

5.3.4.1 Estruturas Civis

A ponte de acesso se subdivide em vários trechos para incorporação da estrutura à ponte de acesso existente. Inicia-se em terra pela Plataforma de Acesso, segue pelo primeiro trecho de Ponte de Acesso com extensão aproximada de 365m, paralelo a ponte de acesso existente, ao lado leste até seu final na Plataforma de Transição A.

A Plataforma de Transição B tem início à oeste do píer existente e conecta-se ao segundo trecho da Ponte de Acesso até a Plataforma de Transição C. Da Plataforma de Transição C, inicia-se o novo Píer de Atracação com dolfins de amarração, de aproximadamente 380m, perpendicular à Ponte de Acesso, conforme layout abaixo.

Fonte: Projeto Conceitual do Píer L, 2014

Figura 5.96 – Layout do Píer L - Granéis Líquidos

Podemos considerar que toda estrutura civil do Píer L apresenta as seguintes características:

I. Infraestrutura / Fundações: composta por 186 (cento e oitenta e seis) estacas de concreto com camisa metálica com diâmetro de 80 cm. A metodologia de execução das estacas consiste na cravação da camisa metálica, perfuração do solo e/ou rochas, limpeza interna da camisa contemplando o transporte do material para local licenciado, preenchimento da camisa com a gaiola de armação, concretagem da estaca, cura do concreto e arrasamento da estaca no nível de projeto.

II. Superestrutura: A superestrutura de todo Píer L será em concreto armado, em elementos pré-moldados justapostos e posterior concretagem "in loco". Basicamente, as dimensões gerais das estruturas são:

Plataforma de Acesso – 28m x 18m
Ponte de Acesso/Tubovia – 365m x 15m
Plataforma de Transição "A" – 18m x 18m
Plataforma de Transição "B" – 28m x 18m
Ponte de Acesso/Tubovia – 189m x 15m
Plataforma de Transição "C" – 20m x 20m
Novo Píer de Atracação –Extensão de 380m e largura variável

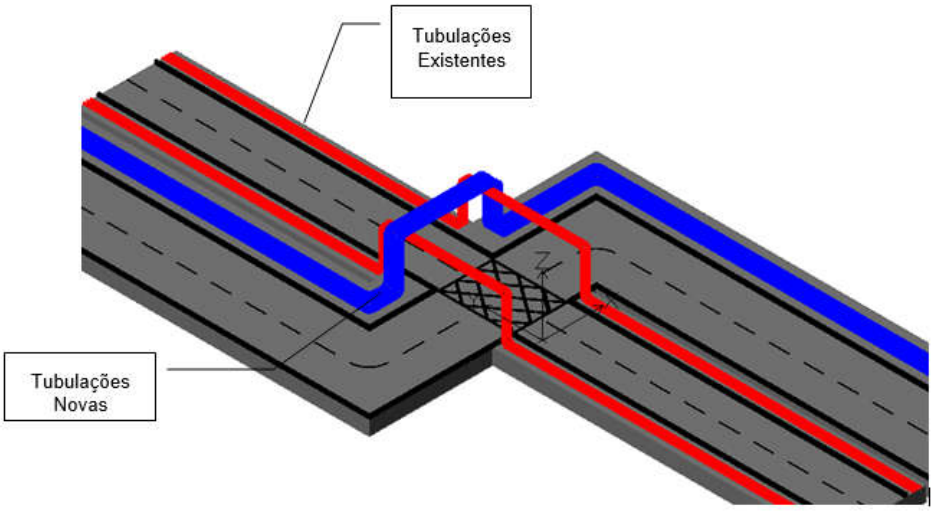
III. Acessórios: Será instalado guarda corpos e guarda rodas para delimitação de áreas de acesso ao longo de toda ponte de acesso e píer. As defensas, cabeços de amarração e escadas de marinheiro serão instalados espaçadamente no Píer de Atracação, nos berços interno e externo.

5.3.4.2 Tubulação e Suportes de Tubulações – Dutovia / Pipe racks

As futuras tubulações farão a conexão entre os tanques de armazenagem de diversas empresas ao novo Píer L. As dutovias seguirão o mesmo percurso ao longo da ponte de acesso, serão projetadas em diferentes níveis de altura com o auxílio de suportes (pipe racks) para melhor organização e limpeza área. A responsabilidade de implantação e

manutenção de cada dutovia serão das empresas arrendatárias que interligarem suas linhas no Píer de Inflamáveis.

A dutovia percorrerá todo trecho da primeira Ponte de Acesso, fará a transição aérea da Plataforma de Transição A para a Plataforma de Transição B, sem gerar interferência entre a dutovia existente e a nova.



Fonte: Projeto Conceitual do Píer L, 2014

Figura 5.97 – Tubulações

5.4 Fase de Implantação

5.4.1 Canteiro de obras e infraestrutura de apoio

A área disponibilizada para implantação do canteiro de obras da Fase de Implantação é de propriedade da APPA e encontra-se dentro da poligonal do Porto Organizado, localizada a sudeste do TCP. Já existem diversas edificações para esta finalidade, sendo necessário apenas adequá-las às novas necessidades e, eventualmente, implementá-las com outras edificações necessárias ao fim a que se destinam. A área total para o canteiro de obras é de aproximadamente 52.000m² (Figura 5.98). Para o bom desempenho destas edificações, estão previstas instalações provisórias, conforme descritas a seguir:

Obras Civis e Montagem Eletromecânica

- Área para confecção de pré-moldados de concreto, e respectiva estocagem;
- Cozinha e refeitório de campo;
- Contêineres para escritórios (administração, planejamento, engenharia, compras, dep. pessoal), portaria, vestiário; ambulatório, laboratórios de solos e concreto;
- Sanitários Coletivos
- Área para instalação de usina de concreto;
- Área para estocagem e manuseio de cimento (silos ou almoxarifado protegido de intempéries), areia e brita de diversas granulometrias;
- Área destinada a central de forma, corte e dobra de armaduras e respectiva estocagem;
- Área para estocagem protegida ou a céu aberto para guarda e pré-montagem de estruturas do sistema de manuseio de sólidos e outras assemelhadas;
- Central de abastecimento, lubrificação e garagem de veículos leves e equipamentos;
- Central de Resíduos
- Oficina eletromecânica para equipamentos e veículos de pequeno e médio porte.

Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 5.98 – Layout do Canteiro de Obras existente

As redes de força e iluminação, proteções, ligações, conexões e extensões necessárias ao bom funcionamento do canteiro de obras, serão fornecidas e mantidas pelas empreiteiras, sempre de acordo com as normas e regulamentos internos emanados pela APPA.

Caso as empreiteiras tenham necessidade de complementar as edificações de seu canteiro de obras, deverão seguir os padrões das já existentes, sendo que ao término dos serviços poderão ou não ser cedidas à APPA, mediante pagamento de verba indenizatória prevista no contrato firmado entre as partes.

A mobilização e desmobilização do canteiro de obras são operações que incluem, mas não se limitam a limpeza e remoção de resíduos de diversas classes, desde materiais recicláveis como plásticos, metais, resíduos de madeira (*pallets*) e agregados, a resíduos perigosos como tintas, solventes e óleos.

Nessa linha, serão observados os programas já executados de gerenciamento de resíduos e efluentes da APPA, a fim de se evitar a disposição inadequada dos mesmos, que poderá acarretar na perda de qualidade dos solos, águas superficiais e subterrâneas, através de processos de carreamento e lixiviação. A empreiteira, responsável pelo canteiro, deverá contemplar em seu plano de gerenciamento da obra e desmobilização, a classificação, segregação e destinação adequada dos resíduos, conforme preconiza o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Porto.

O canteiro deverá estar permanentemente limpo e, para isso, a empreiteira irá contar com um responsável pela manutenção da ordem, limpeza e segurança das obras. Diariamente, será removido todo entulho e resíduo de obra do local dos serviços, inclusive lixo e poeira de qualquer espécie, direcionando os materiais rejeitados para os locais designados pela fiscalização da APPA.

Ao final dos serviços, serão executados pela empreiteira todos os trabalhos necessários às desmontagens de instalações provisórias que foram utilizadas, como torres e andaimes, barracões, depósitos, alojamentos, instalações provisórias de força e iluminação, assim como as de telecomunicações.

Todo o material passível de posterior utilização será segregado para este fim. Dessa forma será realizado o empilhamento de tábuas, convenientemente despregadas e livres de ferragens; classificação de tubulações remanescentes, assim como da disposição, em local adequado, para remoção de todas as ferramentas e equipamentos auxiliares.

Serão devidamente removidos da obra todos os materiais e equipamentos, assim como peças remanescentes e sobras utilizáveis de materiais, ferramentas e acessórios, deixando o local livre e desimpedido de todos os resíduos de construção para que possa ser utilizado como canteiro de obras para outros empreendimentos.

5.4.2 Insumos e Utilidades

As utilidades básicas necessárias à implantação podem ser subdivididas em:

- Água Potável;
- Energia Elétrica;
- Drenagem Pluvial;
- Drenagem de Material Contaminado;
- Jazidas;
- Bota Fora.

5.4.2.1 Água potável

O fornecimento de água será realizado pela Empresa Paranaguá Saneamento, pela rede de abastecimento que chega ao Canteiro de Obras. Estima-se o consumo de aproximadamente, 2.109 m³/mês no pico das obras.

A distribuição de Água Potável para as instalações dos Canteiros de Obras e consumo de operários nas frentes de serviço, será realizado por intermédio de garrafões plásticos distribuídos pelas empreiteiras em local apropriado.

No caso de frentes de serviço, a água potável será, obrigatoriamente, servida gelada em recipientes descartáveis.

5.4.2.2 Energia elétrica

O fornecimento de energia elétrica no Porto de Paranaguá é feito pela Companhia Paranaense de Energia (COPEL). A distribuição será em rede aérea de 13,8 KV, sendo disponibilizada aos empreiteiros em redes de 110, 220 e 380 V (60 ciclos) em subestação a ser construída no interior da área do canteiro de obras, sendo fornecida e mantida pelas empreiteiras, sempre de acordo com as normas e regulamentos internos emanados pela COPEL/ APPA.

5.4.2.3 Drenagem pluvial

É de responsabilidade da empreiteira a apresentação da implantação de rede de drenagem pluvial superficial, de forma a direcionar as águas de chuva para o devido sistema de drenagem. A rede de drenagem deverá estar em conformidade com o Plano de Gerenciamento de Efluentes do Porto. É de responsabilidade das empreiteiras propor medidas que eliminem os aportes para os cursos d'água e redes públicas de drenagem pluvial provisórias, de materiais provenientes da obra em si, como solos não consolidados, sedimentos superficiais, resíduos ou insumos diversos.

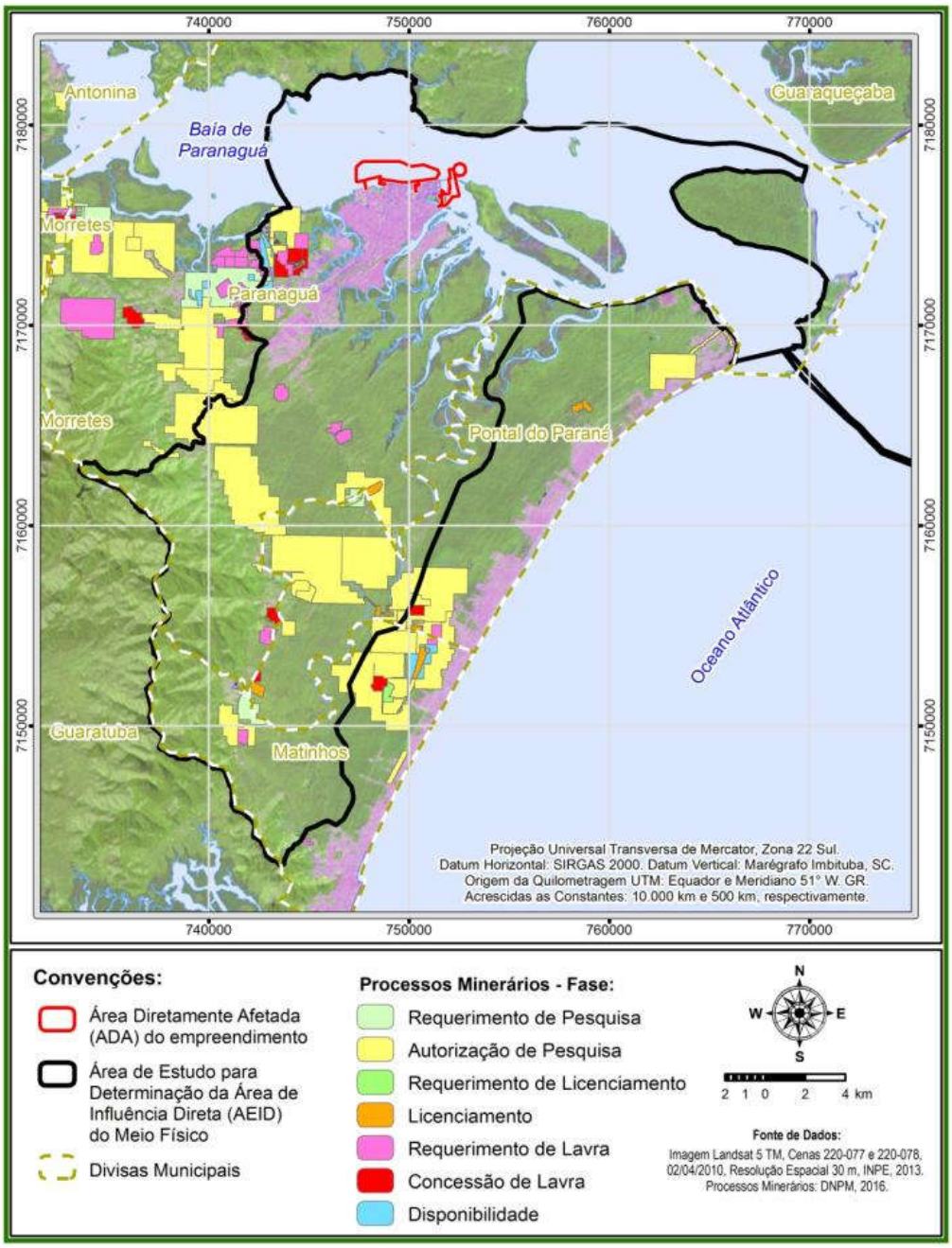
5.4.2.4 Drenagem de material contaminado

É de responsabilidade da empreiteira a gestão do material contaminado proveniente da oficina de pequenos reparos e posto de abastecimento de combustível para os equipamentos e veículos de obras. Os efluentes serão direcionados para o devido sistema de coleta e armazenagem no canteiro para posterior destinação final por empresa credenciada e devidamente licenciada.

5.4.2.5 Jazidas

A gestão de materiais de empréstimos será de responsabilidade da empreiteira contratada. Os materiais deverão ser originários de jazidas registradas, licenciadas e em funcionamento na região. É de responsabilidade da construtora o prévio conhecimento da qualidade ambiental da jazida, de maneira que não seja utilizado solo contaminado e/ou contendo resíduos e materiais inadequados.

A Figura 5.99 traz a espacialização dos processos minerários em trâmite junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), a quem compete a regularização do direito de propriedade sobre a área de interesse, distinguindo-se pelo regime atual de aproveitamento de substâncias minerais: requerimento, autorização de pesquisa, concessão e/ou licenciamento de lavra.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 5.99 – Mapeamento de Jazidas

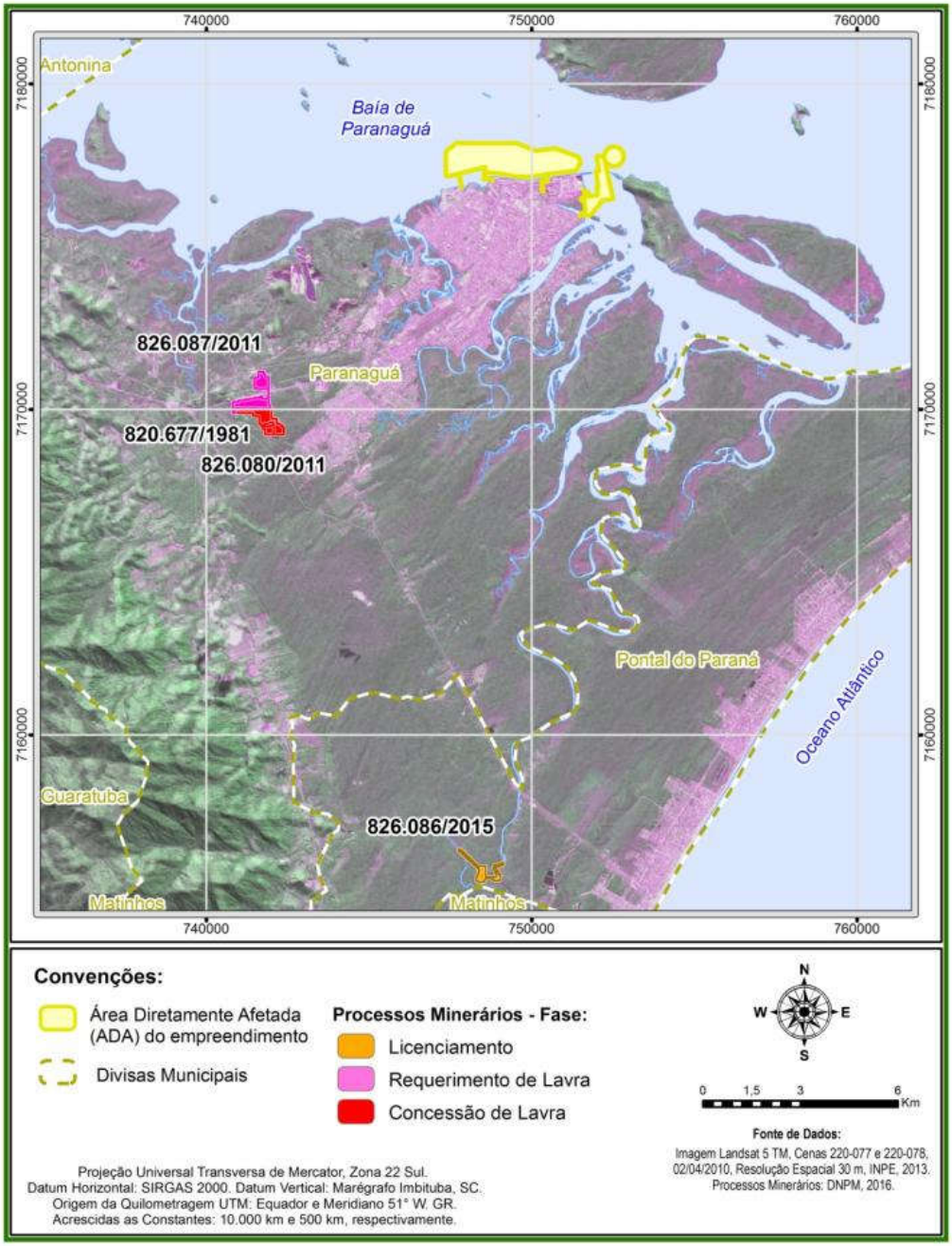
É importante destacar que para efetivação da atividade minerária nas áreas delimitadas para esses processos é necessário o atendimento a procedimentos legais, inerentes a

cada regime de aproveitamento citado, bem como do licenciamento ambiental. Assim, verifica-se durante o trâmite dos processos de requerimento, autorização de pesquisa, concessão e/ou licenciamento de lavra, a necessidade de emissão de licenças ambientais específicas de acordo com a fase de outorga e funcionamento do empreendimento de exploração mineral, previstas nos Anexos I, II e III da Resolução CONAMA 09/90.

Considerando o exposto, foram identificados ao menos 4 (quatro) processos minerários contendo licenciamento ambiental ativo no município de Paranaguá, cujo produto de aproveitamento mineral poderia ser empregado às obras do empreendimento, quais sejam: 820.677/1981, 826.080/2011, 826.087/2011 e 826.086/15. A representação cartográfica com a espacialização dos processos em relação ao empreendimento é apresentada pela Figura 5.100.

Os processos 820.677/1981, 826.080/2011 e 826.087/2011 estão sob titularidade da Construtora Serra da Prata, com aproveitamento mineral de migmatito, granito e areia, respectivamente. Trata-se de áreas contíguas, cujo licenciamento ambiental (LO), sob o nº 21.400, tem validade até 28/04/2016, porém com pedido de renovação efetuado em 09/12/2015.

O processo 826.086/2015, sob titularidade de E Vieira – Areal ME, cujo licenciamento ambiental (LO), sob o nº 32.804, tem validade até 04/03/2019, para explotação e beneficiamento de areia em leito ativo de rio.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 5.100 – Jazidas licenciadas (LO).

5.4.2.6 Bota fora

Para deposição do material excedente temporárias e/ou permanentes serão utilizadas as áreas definidas pela APPA. Serão utilizadas preferencialmente áreas já autorizadas e utilizadas em obras recentes. Quanto ao material excedente proveniente do serviço de dragagem, o mesmo será direcionado ao ACE-20, conforme descrito no item específico ao longo deste documento.

5.4.2.7 Materiais

De uma forma qualitativa, em obras semelhantes como a de ampliação do Porto, é prevista a utilização de materiais definitivamente agregados à ampliação do Porto, sendo os principais descritos a seguir:

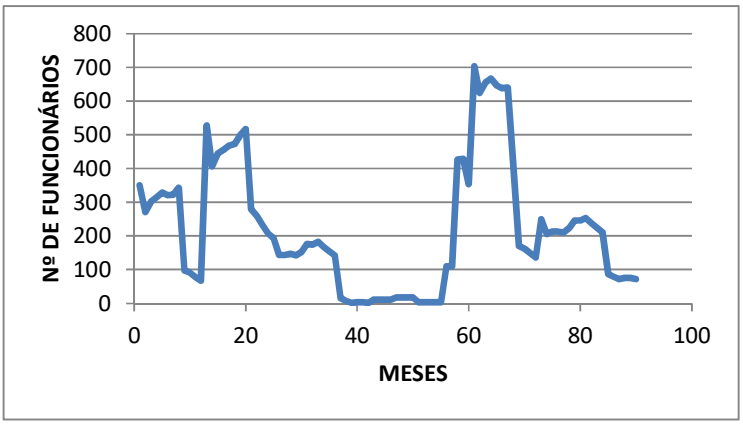
Tabela 5.2 – Quantitativo dos principais insumos previstos para as obras de ampliação do Porto.

Descrição	Quantidade
Concreto (m³)	75.409
Aço (t)	11.077
Estrutura Metálica (t)	8.000
Equipamentos (t)	17.000

Fonte: APPA/PLANAVE. 2016

5.4.3 Mão de Obra

Durante a ampliação do Porto, a quantidade de mão-de-obra sofre uma flutuação de acordo com as épocas das fases de implantação, bem como atividades a serem desenvolvidas (Gráfico 5.1), tendo um pico estimado de 703 trabalhadores como forma de mão de obra direta durante o sexagésimo primeiro mês do projeto, conforme apresentado no histograma da Figura 5.101. Para cada 176 empregos diretos gerados na construção civil, são proporcionados 83 empregos indiretos e 271 decorrentes do efeito renda, ou seja, a cada emprego direto correspondem 2,01 empregos indiretos e de efeito renda. Dessa forma, considerando o pico de contratação no sexagésimo primeiro mês das obras (703 profissionais), adicionalmente, estima-se um contingente na ordem de 1.413 empregos indiretos e de efeito renda decorrentes da implantação do empreendimento de Ampliação do Porto de Paranaguá no pico das intervenções.



Fonte: PLANAVE, 2016

Gráfico 5.1 – Flutuação de Mão de Obra

Na absorção da mão-de-obra para a construção será considerada, quando possível, a disponibilidade do pessoal local. Cabe esclarecer que, em função dos procedimentos de segurança, meio ambiente e saúde, a rotatividade de mão-de-obra deverá ser minimizada.

A seguir é apresentada a estimativa de mão de obra, com grau de escolaridade mínima prevista para as obras de ampliação do Porto (Tabela 5.3). Cabe destacar, que os números absolutos de mão de obra foram calculados para o mês de pico das intervenções e que nos demais meses, a proporção de porcentagem aproximada deve ser mantida.

Tabela 5.3 – Previsão de mão de obra para as obras de ampliação do Porto.

Função	Escolarização	Números absolutos	Porcentagem aproximada
Servente	Alfabetizado	116	16,50%
Carpinteiro	Ens. Fundamental Completo	116	16,50%
Armador	Ens. Fundamental Completo	116	16,50%
Pintor	Ens. Fundamental Completo	7	1%
Ajudante de Usina	Ens. Fundamental Completo	7	1%
Pedreiro	Ens. Fundamental Completo	117	16,50%
Marteleiro	Ens. Fundamental Completo	7	1%
Motorista	Ens. Fundamental Completo	7	1%
Operador de guindaste	Ens. Médio Completo	7	1%
Vigia	Ens. Fundamental Completo	7	1%
Laboratorista	Ens. Médio Completo	7	1%
Auxiliar de topografia	Ens. Fundamental Completo	7	1%
Médico do trabalho	Ens. Superior com Especialização	7	1%
Auxiliar de RH	Ens. Fundamental Completo	7	1%

Função	Escolarização	Números absolutos	Porcentagem aproximada
Cozinheiro	Ens. Médio Completo com Curso Técnico	7	1%
Técnico de segurança do trabalho	Ens. Médio Completo com Curso Técnico	7	1%
Operador de caminhão betoneira	Ens. Médio Completo	7	1%
Operador de caminhão bomba	Ens. Médio Completo	7	1%
Engenheiro civil	Ens. Superior com Especialização	7	1%
Lubrificador	Ens. Fundamental Completo	7	1%
Auxiliar de escritório	Ens. Fundamental Completo	7	1%
Auxiliar eletricista	Ens. Fundamental Completo	7	1%
Zelador	Alfabetizado	7	1%
Operador de rolo compactador	Ens. Médio Completo	7	1%
Apontador	Ens. Fundamental Completo	7	1%
Assistente contábil	Ens. Médio Completo com Curso Técnico	7	1%
Operador de pá carregadeira	Ens. Médio Completo	7	1%
Operador de retroescavadeira	Ens. Médio Completo	7	1%
Técnico em enfermagem	Ens. Médio Completo com Curso Técnico	7	1%
Mecânico	Ens. Médio Completo com Curso Técnico	7	1%
Encarregado de pré-moldado	Ens. Médio Completo com Curso Técnico	7	1%
Motorista de caminhão munck	Ens. Fundamental Completo	7	1%
Mestre de obras	Ens. Médio Completo com Curso Técnico	7	1%
Almoxarife	Ens. Médio Completo	7	1%
Eletricista	Ens. Médio Completo com Curso Técnico	7	1%
Maçariqueiro	Ens. Médio Completo com Curso Técnico	7	1%
Gerente financeiro	Ens. Superior com Especialização	7	1%
Engenheiro de segurança do trabalho	Ens. Superior com Especialização	7	1%
Total		703	**100%**

Fonte: APPA, 2016

Na sequência, é apresentado o histograma de mão de obra, ao longo do período de 90 meses previstos para as obras, com indicação das fases de contratação e desmobilização:

AMPLIAÇÃO DO PORTO DE PARANAGUÁ

ANO	A1												A2												A3												A4											
MÊS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Implantação do Píer T																																															
Implantação do Píer F																																															
Implantação do Complexo Náutico																																															
Implantação do Píer L																																															
Alfabetizado	61	47	53	55	58	56	56	60	17	16	14	12	92	71	78	80	82	83	87	90	49	45	41	36	34	25	25	26	25	27	31	30	32	29	27	25	3	1	0	1	1	0	2	2	2	2	3	3
Ensino Fundamental	215	167	186	193	202	197	198	211	60	56	48	41	325	250	273	280	288	290	306	318	172	159	143	127	119	88	88	90	87	93	108	107	112	103	95	87	10	5	1	2	2	1	7	7	7	7	10	10
Ensino Médio	28	22	24	25	26	26	26	27	8	7	6	5	42	32	36	36	37	38	40	41	22	21	19	17	16	11	11	12	11	12	14	14	15	13	12	11	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Ensino Superior	32	24	27	28	30	29	29	31	9	8	7	6	48	37	40	41	42	42	45	47	25	23	21	19	17	13	13	13	13	14	16	16	16	15	14	13	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2
Ensino Superior com Especialização	14	11	12	13	13	13	13	14	4	4	3	3	21	16	18	18	19	19	20	21	11	10	9	8	8	6	6	6	6	6	7	7	7	7	6	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
TOTAL	**350**	**271**	**302**	**314**	**329**	**321**	**322**	**343**	**98**	**91**	**78**	**67**	**528**	**406**	**445**	**455**	**468**	**472**	**498**	**517**	**279**	**258**	**233**	**207**	**194**	**143**	**143**	**147**	**142**	**152**	**176**	**174**	**182**	**167**	**154**	**142**	**16**	**8**	**1**	**3**	**3**	**1**	**11**	**11**	**11**	**11**	**17**	**17**

ANO	A5												A6												A7												A8											
MÊS	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
Implantação do Píer T																																															
Implantação do Píer F																																															
Implantação do Complexo Náutico																																															
Implantação do Píer L																																															
Alfabetizado	3	3	1	1	1	1	1	19	19	75	75	62	123	109	115	117	113	112	112	72	30	28	26	24	44	36	37	37	37	39	43	43	44	42	39	37	15	14	13	13	13	13						
Ensino Fundamental	10	10	2	2	2	2	2	68	68	263	264	218	433	384	403	410	397	392	393	255	104	100	92	84	153	127	131	131	129	137	151	151	156	146	138	130	54	49	44	46	46	44						
Ensino Médio	1	1	0	0	0	0	0	9	9	34	34	28	56	50	52	53	52	51	51	33	14	13	12	11	20	16	17	17	17	18	20	20	20	19	18	17	7	6	6	6	6	6						
Ensino Superior	2	2	0	0	0	0	0	10	10	38	39	32	63	56	59	60	58	57	58	37	15	15	13	12	22	19	19	19	19	20	22	22	23	21	20	19	8	7	6	7	7	6						
Ensino Superior com Especialização	1	1	0	0	0	0	0	4	4	17	17	14	28	25	26	27	26	26	26	17	7	6	6	5	10	8	9	9	8	9	10	10	10	10	9	8	3	3	3	3	3	3						
TOTAL	**17**	**17**	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**	**110**	**110**	**427**	**429**	**354**	**703**	**624**	**655**	**667**	**646**	**638**	**640**	**414**	**170**	**162**	**149**	**136**	**249**	**206**	**213**	**213**	**210**	**223**	**246**	**246**	**253**	**238**	**224**	**211**	**87**	**79**	**72**	**75**	**75**	**72**						

Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 5.101 – Histograma de Mão de Obra

5.4.4 Efluentes Líquidos

Durante a fase de implantação, a empreiteira deverá desempenhar ações de prevenção, controle e monitoramento de efluentes, que serão gerados na fase das obras do Porto, de forma a evitar o descarte indevido. O gerenciamento dos efluentes deverá estar de acordo com o Programa de Gestão de Efluente do Porto.

Nesta fase, os efluentes serão interligados na rede de coleta da Paranaguá Saneamento. Nas frentes de obras, serão instalados banheiros químicos, em número adequado ao efetivo da obra, administrados por empresa especializada e licenciada para este fim.

Para o cálculo do volume das principais fontes de geração de efluentes foram adotadas as seguintes premissas:

Esgoto sanitário produzido pelo efetivo da obra:

N° funcionários previstos no pico da obra: 703
Volume de água consumida por dia, por funcionário: 100 litros/pessoa;
Taxa de retorno do efluente sanitário: 80%
Quantidade de dias: 30
Volume de esgoto gerado: 703*100*0,8*30 = 1687,2 m^3/mês no pico da obra;

Volume de efluente gerado pela drenagem pluvial:

Intensidade de precipitação: 2128 mm/ano (0,18 m/mês);
Área de implantação do canteiro: 52.000m^2 (5,2 ha);
Coeficiente *runoff*: 50%
Volume previsto: 0,18*52.000*0,5 = 4.680 m^3/mês.

Volume de efluente gerado pela lavagem de veículos:

Quantidade de veículos lavados por dia: 5 veículos
Volume de água para lavagem de veículos: 150 litros

Quantidade de dias: 26

Volume previsto: 5*150*26 = 19,5 m³/mês.

Tabela 5.4 – Resumo das Estimativas da Geração de Efluentes

Empreendimento	Tipo de Efluente	Volume Estimado (m³/mês)
Canteiro de Obras	Doméstico	1.687,2
	Pluvial	4.420,0
	Oleoso	19,5
	Total	**6.126,7**

Fonte: PLANAVE, 2016

5.4.5 Resíduos Sólidos

Durante as obras civis e montagem das instalações eletromecânicas de ampliação do empreendimento é prevista a geração de resíduos sólidos, cuja responsabilidade pelo manejo depende do seu gerador direto, além disso, serão adotados procedimentos adequados nas questões relativas ao gerenciamento de resíduos desta natureza gerados nas obras de ampliação do Porto.

Os procedimentos a serem seguidos são compatíveis com os estabelecidos pelo Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos já implantado no Porto e deverão ser seguidos desde o início da obra até sua conclusão e respectiva desmobilização.

5.4.5.1 Fontes de geração

Com base em obras semelhantes, pode-se estimar que os Resíduos da Construção Civil (RCC) e na Montagem dos equipamentos eletromecânicos gerados neste empreendimento sejam oriundos da área do canteiro de obras e/ou frentes de obras, a saber: Píer T, Píer F, Complexo Náutico e Píer L.

Qualitativamente, os resíduos a serem gerados estão divididos em:

- Classe I - Resíduos Perigosos: são aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição

especiais em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade;

- Classe II - Resíduos Não-inertes: são os resíduos que não apresentam periculosidade, porém não são inertes; podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. São basicamente os resíduos com as características do lixo doméstico;
- Classe III - Resíduos Inertes: são aqueles que, ao serem submetidos aos testes de solubilização (NBR-10.007 da ABNT), não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Isto significa que a água permanecerá potável quando em contato com o resíduo. Muitos destes resíduos são recicláveis. Estes resíduos não se degradam ou não se decompõem quando dispostos no solo (se degradam muito lentamente). Estão nesta classificação, por exemplo, os entulhos de demolição, pedras e areias retirados de escavações.

5.4.5.2 Estimativa da geração de resíduos

A estimativa da quantidade dos principais resíduos sólidos gerados na fase de obras está apresentada nas tabelas a seguir:

Tabela 5.5 – Estimativa para o Píer T.

Resíduo	kg/mês
Classe I (Perigosos D)	2.351
Classe II (Não Inertes)	7.055
Classe III (Inertes)	37.620
Total	

Fonte: PLANAVE, 2016

Tabela 5.6 – Estimativa para o Píer F

Resíduo	kg/mês
Classe I (Perigosos D)	1.563
Classe II (Não Inertes)	4.690
Classe III (Inertes)	25.010
Total	

Fonte: PLANAVE, 2016

Tabela 5.7 – Estimativa para o Complexo Náutico

Resíduo	kg/mês
Classe I (Perigosos D)	13.118
Classe II (Não Inertes)	65.588
Classe III (Inertes)	183.646
Total	

Fonte: PLANAVE, 2016

Tabela 5.8 – Estimativa para o Píer L

Resíduo	kg/mês
Classe I (Perigosos D)	12.293
Classe II (Não Inertes)	3.380
Classe III (Inertes)	20.692
Total	

Fonte: PLANAVE, 2016

5.4.5.3 Sistema de controle

Em se tratando de obras de terceiros, isto é, executadas por empresas privadas atuantes no Porto Organizado, cabe a estas a responsabilidade com os custos de manejo dos resíduos, desde a segregação à destinação ambientalmente adequada.

De forma geral, as ações praticadas pela empreiteira devem visar à redução da geração de resíduos e orientar seu manejo e disposição corretamente. Esta gestão de resíduos deve incluir minimamente as fases a seguir, não se limitando a:

- Seleção, classificação e caracterização dos resíduos gerados;
- Segregação dos resíduos;
- Acondicionamento e armazenamento temporários;
- Transporte ao destino final;
- Manifesto de transporte e certificado de destinação dos resíduos;
- Destinação adequada.

Identificação da área de armazenamento intermediário:

Conforme mencionado anteriormente, as empreiteiras são as responsáveis pela gestão dos resíduos na fase de implantação, desde o transporte até a destinação final de resíduos, bem como acondicionamento e armazenamento temporários. Para isto são previstas algumas formas de armazenamento consideradas no PGRS da APPA, conforme descrito a seguir:

- Resíduos sólidos da construção civil e montagem eletromecânica que forem gerados no canteiro e demais locais da obra devem ser recolhidos com frequência, principalmente em dias chuvosos e/ou muito quentes, evitando a proliferação de insetos, roedores, pombos e odores indesejáveis;

- O acondicionamento de papel, papelão, vidro e plásticos será sempre na Central de Resíduos, descrita a seguir. Sempre que possível, os resíduos sólidos deverão ser encaminhados à reciclagem e/ou doados a Cooperativas de Reciclagem.

Central de Resíduos:

Durante a fase de implantação, serão utilizadas duas centrais de resíduos, localizadas no canteiro de obras, conforme detalhado a seguir:

Central de resíduos para papel, papelão e plásticos: A prática da coleta seletiva será aplicada com a distribuição de coletores coloridos distribuídos pelo canteiro e os funcionários receberão treinamento para realizar a segregação dos resíduos no local de sua geração. Atualmente, os resíduos sólidos com potencial para reciclagem já são acondicionados em sacos plásticos e depositados nessa “Central de Resíduos”, que é dividida em “baias” específicas para cada classe. Depois de completado o seu espaço de armazenamento, ocorre a doação a uma cooperativa de catadores de resíduos recicláveis para utilização e geração de renda;

Central de resíduos para material contaminado: A central irá receber provisoriamente resíduos contaminados como material absorvente contaminado, toalhas/panos contaminados, dentre outros materiais deste tipo. Depois de completado o seu espaço de armazenamento, uma empresa terceirizada devidamente licenciada será responsável pela coleta e destinação final ambientalmente adequada.

5.4.5.4 Transporte de resíduos

O transporte dos resíduos de construção civil e da montagem dos equipamentos eletromecânicos também será de responsabilidade das empreiteiras contratadas e deve seguir as diretrizes do PGRS, devendo ser realizada por empresa credenciada e licenciada para esta atividade.

5.4.5.5 Disposição final

A disposição final escolhida dependerá de cada tipo de resíduo. Deverá ser realizada uma análise de custo/benefício dentro de todas as possibilidades viáveis. As variáveis comumente avaliadas na definição da destinação final de resíduos são as seguintes:

- Tipo de resíduo;
- Classificação do resíduo;
- Quantidade do resíduo;
- Métodos, técnica e ambientalmente viáveis de tratamento ou disposição;
- Disponibilidade dos métodos de tratamento ou disposição;
- Resultados à longo prazo dos métodos de tratamento ou disposição;
- Custos dos métodos de tratamento ou disposição;
- Licenciamento ambiental atualizado da empresa que irá receber o material;
- Estrutura física do empreendimento receptor;
- Tipo de transporte a ser utilizado.

A disposição final dos resíduos sólidos deverá ser realizada por empresa credenciada e licenciada para este fim. Serão mantidos registros aplicáveis, como o Manifesto de

Transporte de Resíduos (MTR's) e, quando houver, o registro de nota fiscal de venda/doação.

5.4.6 Emissões Atmosféricas, Ruídos, Vibrações e Iluminação – Fase de Implantação

As fontes de emissões atmosféricas, ruídos, vibrações e iluminação dependem dos equipamentos utilizados e dos métodos construtivos aplicados nas obras. Caberá a empreiteira a apresentação de seu plano de execução de obra contendo a metodologia de construção e respectiva relação de equipamentos a serem empregados. Os sistemas de controle de emissões também serão implantados pela e empreiteira responsável pela execução das obras. Dessa forma, as interações com as estruturas já instaladas no porto, serão melhor definidas nessa fase e serão monitoradas, sob supervisão da APPA, nos programas ambientais pertinentes.

Qualitativamente, usando como base obras semelhantes, pode-se estimar, que os equipamentos a seguir farão parte da implantação das estruturas pretendidas (Tabela 5.9):

Tabela 5.9 – Fontes de ruídos durante as obras, intensidade e área de atuação

Fonte	Intensidade	Quantidade	Área
Gerador	85	4	Canteiro das obras
Gerador	85	4	Área de intervenção
Bate Estacas	100	5	Área de intervenção
Guindaste	90	1	Área de intervenção
Escavadeira hidráulica	90	1	Área de intervenção
Compressor	81	1	Área de intervenção
Rolo compressor	90	1	Área de intervenção
Retroescavadeira	90	1	Área de intervenção
Máquina de solda	90	1	Área de intervenção
Caminhão basculante	85	15	Área de intervenção
Caminhão munck	85	1	Área de intervenção

Fonte: PLANAVE, 2016

O horário de operação dos equipamentos será de segunda à sexta-feira das 07:30h às 17:30h e 7:30h às 16:00h aos sábados, aproximadamente. Eventualmente, se houver necessidade, haverá atividade noturna. Estes horários de atividade caracterizam as obras como sendo fontes de ruídos no período diurno exclusivamente, característica que minimiza os impactos da fase de obras.

A seguir é apresentado o mapeamento das fontes de emissões atmosféricas, ruídos, vibrações e iluminação:

Tabela 5.10 – Mapeamento das principais fontes de emissão na fase de obras

	Geradores, caminhões	Compressores	Bate Estacas e Rolo - Compressor	Escavadeiras, guindastes e retroescavadeiras	Máquina de Solda
Emissão atmosférica	Média	Média	Baixa (controlada)	Média	Baixa
Ruídos	Média	Médio	Alto	Média	Baixa
Vibração	Baixa (controlada e localizada)	Média	Alto	Baixo (localizado)	Baixa
Iluminação	Baixa (localizado)	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa

Fonte: PLANAVE, 2016

5.4.7 Acessos e Rotas – Fase de Implantação

Na presente seção serão apresentados os acessos e rotas que se pretende utilizar durantes a fase de instalação dos empreendimentos em licenciamento. Dada a existência do Porto de Paranaguá, tanto o modal rodoviário quanto o aquaviário já são utilizados e, dessa forma, a intensidade e condições atuais de uso também são discutidas.

Em relação ao modal rodoviário, foi realizado estudo específico detalhado sobre o assunto. O mesmo encontra-se apresentado no Anexo XII – Avaliação de Impactos do Tráfego.

5.4.7.1 Acesso aquaviário

O acesso aquaviário e a rota de navegação utilizadas para as embarcações de apoio na implantação da ampliação do Porto serão, na grande maioria dos casos, o Canal da Galheta, que atualmente serve às operações do Porto.

Nesta fase de implantação, para cada uma das fases, espera-se a utilização de três flutuantes para a cravação de estacas, um flutuante para a instalação de equipamentos e mais duas lanchas que servirão de apoio durante essas operações. Sua operação ocorrerá exclusivamente no período de obras, sendo a rota de navegação as proximidades dos píeres projetados e, se necessário o canal da Galheta.

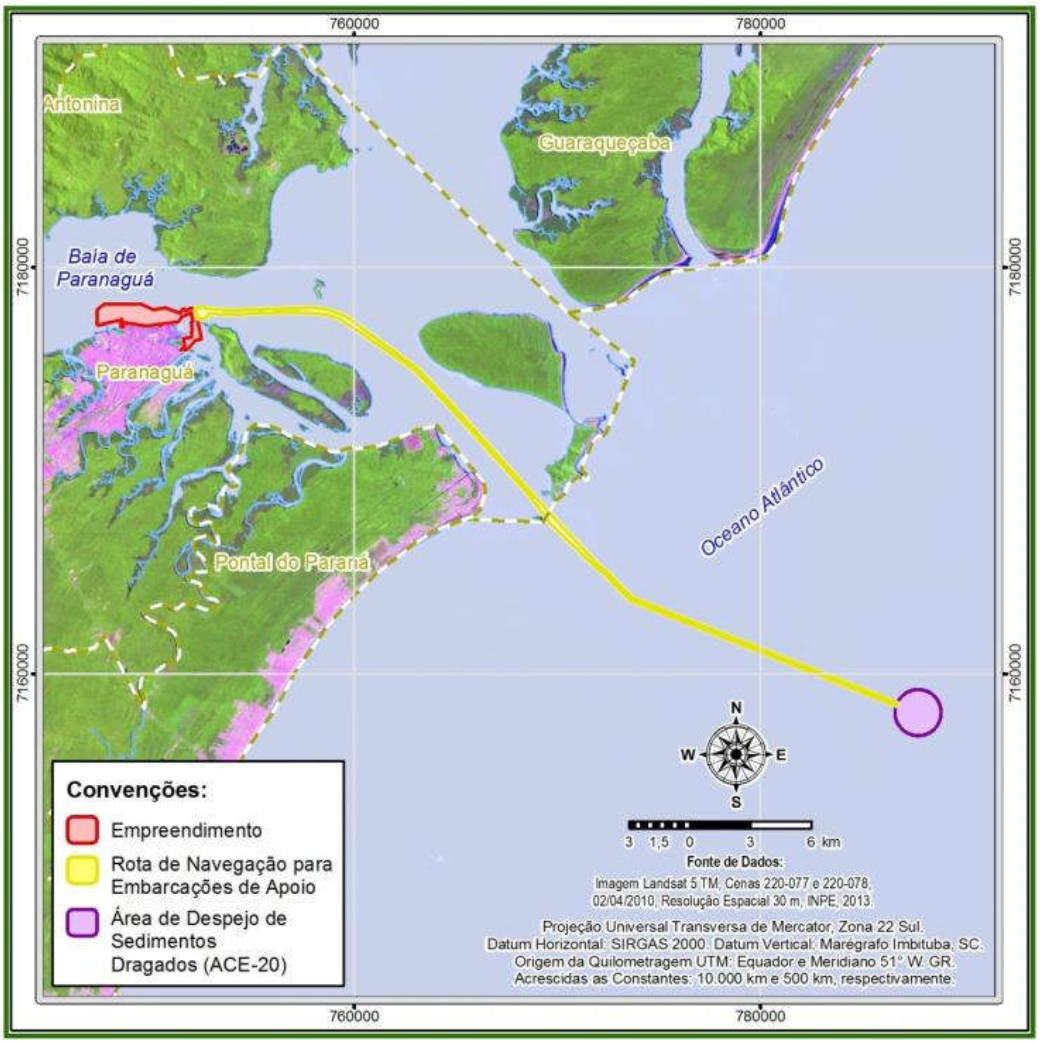
Ainda na etapa de obras haverá o incremento das embarcações que irão realizar as atividades de dragagem (ver item 5.4.8.1 – Dragagem). Para este fim, conforme supracitado, a rota de navegação será pelo canal de acesso do Porto, apresentado na Figura 5.102. O tempo da viagem da draga entre o cais comercial até a área onde preliminarmente se prevê o despejo (ACE-20) é de aproximadamente 3 horas, para percorrer uma distância cerca de 50km. Se a draga operar 24 horas, são estimados 3 ciclos diários de dragagem - cada ciclo inclui: 1 hora de dragagem, 3 horas de ida até a área de bota-fora, 1 hora para o descarte do material dragado, mais 3 horas para o retorno.

Canal de Acesso

O canal de acesso ao Complexo Portuário de Paranaguá é apresentado nas Cartas Náuticas DHN nº 1820, 1821 e 1822 da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil.

A Baía de Paranaguá pode ser demandada pelos canais da Galheta, Norte ou Sueste, porém, de acordo com o roteiro elaborado pela Marinha para a Costa Sul, o Canal Norte só pode ser demandado por pequenas embarcações.

O Canal da Galheta foi dragado no início da década de 1970 como alternativa ao Canal Sueste. Desde então, vem sendo utilizado como principal acesso ao Complexo Portuário de Paranaguá.



Fonte: PLANAVE, 2016

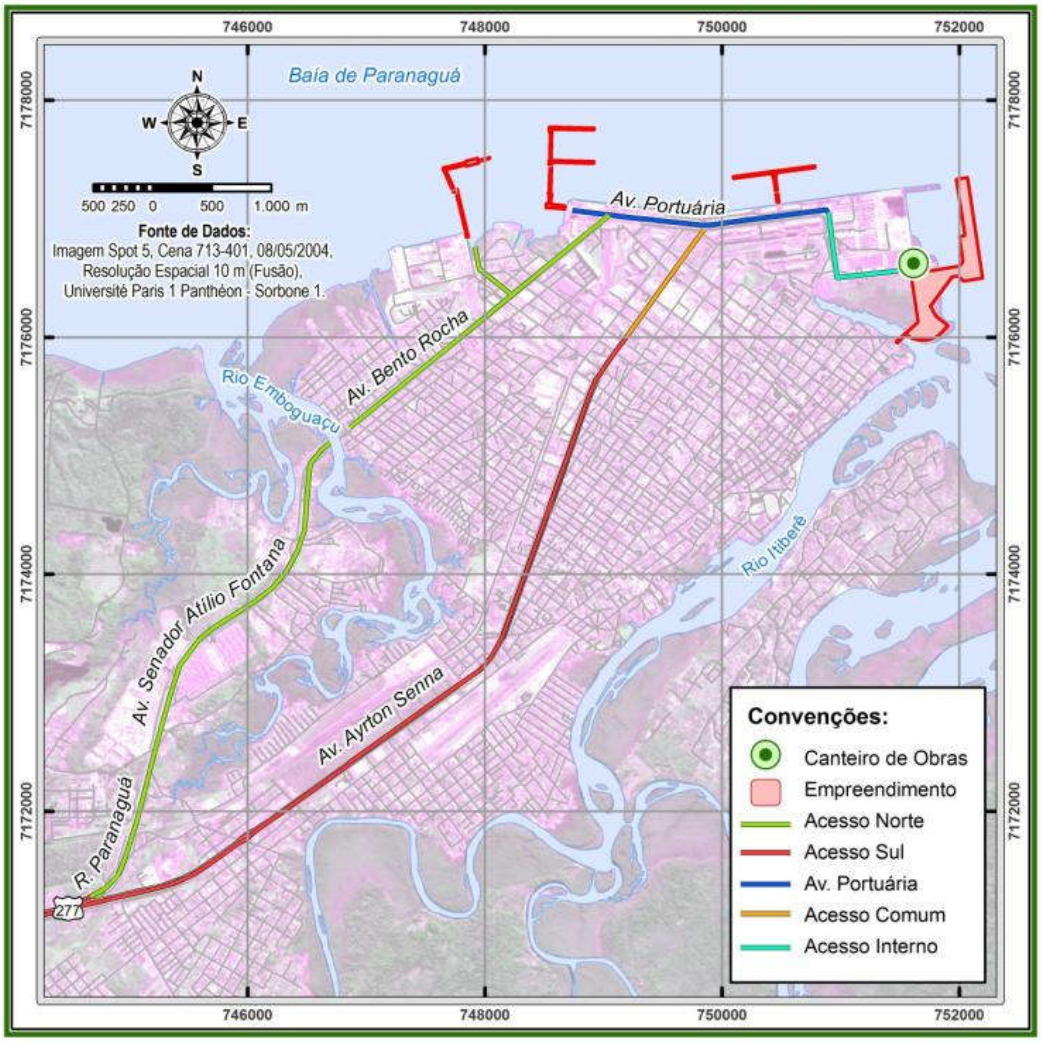
Figura 5.102 – Rota de Navegação para as Embarcações de apoio.

5.4.7.2 Acesso rodoviário

O principal acesso rodoviário, durante a fase de obra, principalmente para chegada de materiais, será a rodovia federal BR-277, que liga o município de Paranaguá à capital do Estado, Curitiba. Além disso, dentro do município de Paranaguá, o acesso se dará

pelas avenidas Bento Rocha e Ayrton Senna, conforme detalhado a seguir e na Figura 5.103:

- BR-277 – Canteiro: Saindo da BR-277 através do Acesso Sul/Acesso Norte, Acesso Comum, Avenida Portuária, Acesso Interno até chegar ao canteiro de obras;
- Canteiro – Obra: Saindo do canteiro de obras através do Acesso Interno, Avenida Portuária até chegar às frentes de obras do Píer T e Píer F, além de passar pelo Acesso Norte para chegar às frentes de obra do Píer L.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 5.103 – Acessos da Fase de Implantação

De modo geral, as quantidades de máquinas e caminhões demandados nos períodos de obras dependem diretamente dos cronogramas de execução das obras (quando serão implantados cada um dos píeres e complexo náutico). Uma obra mais longa e bem planejada pode receber caminhões de insumos com menor frequência que em uma obra (de mesmo porte) feita em caráter de urgência.

Para estudar as condições atuais das principais vias já citadas que poderão ser utilizadas no período de implantação e também para o período de operação foram desenvolvidos estudos específicos das capacidades atuais das vias, além de projeções com e sem a implantação e operação do empreendimento. Esse estudo é apresentado no Anexo XII – Avaliação de Impactos do Tráfego. Alguns dados principais são apresentados aqui. Demais detalhes podem ser visualizados no anexo.

Nas obras de Ampliação do Porto de Paranaguá o pico das intervenções irá ocorrer durante o sexagésimo primeiro mês do projeto, quando estarão sendo executadas as obras do Complexo Náutico e serão iniciadas as obras de implantação do Píer L. Nesse período, utilizando-se a metodologia de fluxo ininterrupto do HCM (*Highway capacity manual*) a estimativa de acréscimo de tráfego na rodovia não irá ultrapassar 24 UCP (unidades de carro de passeio, conforme definição do DNIT), o que representa um acréscimo máximo de 4% no tráfego das vias, não sendo suficiente para alterar os níveis de serviço das mesmas. Esta mesma estimativa é verificada para os principais acessos as obras, Av. Senador Atílio Fontana e Av. Ayrton Senna da Silva, que também terão um acréscimo de 24 UCP.

Este acréscimo de 24 UCP no tráfego foi calculado para o mês de pico das obras de implantação (ver Figura 5.128 – Histograma de Mão de Obra), considerando 703 trabalhadores, que equivale a 15 ônibus aproximadamente. Para o cálculo, também foi considerado uma estimativa de acréscimo de 1 caminhão por dia na fase de implantação do empreendimento e realizadas as conversões de acordo com a

Tabela 5.11. Nos demais meses a pressão sobre o transporte na região é menor, pois haverá menor circulação de trabalhadores para a implantação das estruturas.

Tabela 5.11 – Tabela de Equivalência em Carros de Passeio

P	CO	RSR	M	B	SI
1	1,5	2	1	0,5	1,1

P = Carros de Passeio

CO = Caminhões e Ônibus

RSR = Reboques e Semi-Reboques

M = Motocicletas

B = Bicicletas

SI = Sem Informação

Fonte: Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006)

Os ônibus referidos poderão ser fretados pela empreiteira ou poderão ser utilizados os ônibus das linhas regulares existentes em Paranaguá. No entanto, para a utilização das linhas regulares, será necessário um acordo prévio com a Prefeitura para a verificação da possibilidade de absorção dos passageiros pelo transporte público. As linhas de transporte coletivo, que poderão ser utilizadas pelos colaboradores das obras de Ampliação de Porto de Paranaguá são operadas pela Viação Rocio, sendo:

- Circular via Cais, com saídas do Terminal de Paranaguá e da Vila Guarani;
- Circular via Colégio, com saídas do Terminal de Paranaguá e da Vila Guarani;
- Alimentador – Porto, com saídas do Terminal de Paranaguá e do Porto de Paranaguá.

Vale lembrar que a maior parte da movimentação de máquinas e caminhões se dará dentro do canteiro de obras, que fica no interior do Porto e não altera a capacidade de suporte da rodovia. No entanto, devido ao tempo da liberação de entrada para cada ônibus, caminhão e carro, é possível que haja formação de filas junto aos portões de entrada do porto durante os inícios dos expedientes diários. De maneira a minimizar tal situação, em janeiro de 2018 a APPA inaugurou uma nova balança para acesso a faixa primária do Porto de Paranaguá, de maneira a tornar mais rápido a entrada dos veículos pesados e leves na faixa.

Importante também observar que as características prevalecentes das vias de acesso são adequadas ao tráfego de veículos pesados, apesar de em alguns trechos não apresentarem acostamento e/ou divisor central, conforme listado a seguir:

BR-277

- Asfaltada
- 2 faixas de rolamento;
- Possui divisor central;
- Faixa de rolamento com 3,5m;
- Desobstrução lateral à esquerda com 1,0m;
- Desobstrução lateral à direita com 2,5m;
- Sem acostamento em alguns trechos;

Av. Senador Atílio de Fontana

- Asfaltada
- Faixa de rolamento dupla;
- Não possui divisor central;
- Com acostamento;

Av. Bento Rocha

- Asfaltada
- 3 faixas de rolamento;
- Não possui divisor central;
- Sem acostamento;

Av. Ayrton Senna

- Asfaltada
- 4 faixas de rolamento;
- Possui divisor central;
- Sem acostamento;

5.4.8 Dragagens, Derrocagens e Outras Intervenções

5.4.8.1 Dragagem

Diante da crescente competitividade de mercado no transporte marítimo internacional e da constante busca na redução de custos logísticos e operacionais, torna-se necessário o aumento da capacidade portuária dos principais terminais brasileiros. De maneira geral, a redução dos custos das operações portuárias está atrelada à quantidade de carga movimentada, ou seja, ao tamanho do navio que se pode operar. Dessa forma, o aprofundamento e a desobstrução das vias navegáveis, são objetivos estratégicos do setor portuário.

Com a inauguração do novo Canal do Panamá em 2016, o navio tipo de última geração intitulado *New Panamax* deverá se tornar o navio padrão em diversas rotas, inclusive na costa brasileira. O navio *New Panamax* possui comprimento total (LOA) de 368,00 metros, 51,00 metros de boca e 15,50 metros de calado, e foi adotado como o navio de referência para a movimentação de contêineres, logo, para futuros projetos de dragagem.
Além do aumento operacional, a segurança da navegação é fator primordial para manter a competitividade de qualquer porto. A segurança nas operações portuárias também é de extrema importância ambiental, uma vez que acidentes com navios podem resultar em derrames de óleo, fertilizantes e outros produtos químicos em ambientes sensíveis e extremamente importantes do ponto de vista ecossistêmico, como é o caso da baia de Paranaguá.

Nesse contexto, visando à implantação do empreendimento, foi realizado um estudo técnico levando em conta os parâmetros de segurança da navegação. O resultado do relatório de manobrabilidade das embarcações foi utilizado para se determinar a necessidade de aprofundamento do canal e bacias. De acordo com o estudo de manobrabilidade dos navios realizados no simulador da Oceânica para o Píer T e no simulador da USP para o Píer F, foi observado que a profundidade de 16 metros de dragagem é suficiente para a operação das embarcações.

Para permitir acesso seguro de navios de maior porte, tipo *New Panamax* na região de implantação do empreendimento, conforme planejamentos da APPA estão sendo previstos serviços de dragagem de aprofundamento, conforme descrição a seguir:

Tabela 5.12 – Resumo da profundidade de dragagem nos píeres

Descrição da Área	Cota de Dragagem (DHN)
Píer L	-16 metros
Píer F	
Píer T	

Fonte: APPA, 2016

Com relação ao Complexo Náutico, para permitir acesso de navios de passageiros, bem como de embarcações menores à marina, estão sendo previstos serviços de dragagem de aprofundamento. Importante ressaltar que parte desta área (bacia de evolução e canal de acesso ao Complexo Náutico) já será dragada para as obras da ampliação do Terminal de Contêineres (TCP), que é escopo de outro processo de licenciamento ambiental.

Tabela 5.13 – Resumo da profundidade de dragagem do Complexo Náutico

Complexo Náutico	Cota de Dragagem (DHN)
Terminal de Passageiros	-10,5 metros
Marina	- 5 metros

Fonte: PLANAVE, 2016

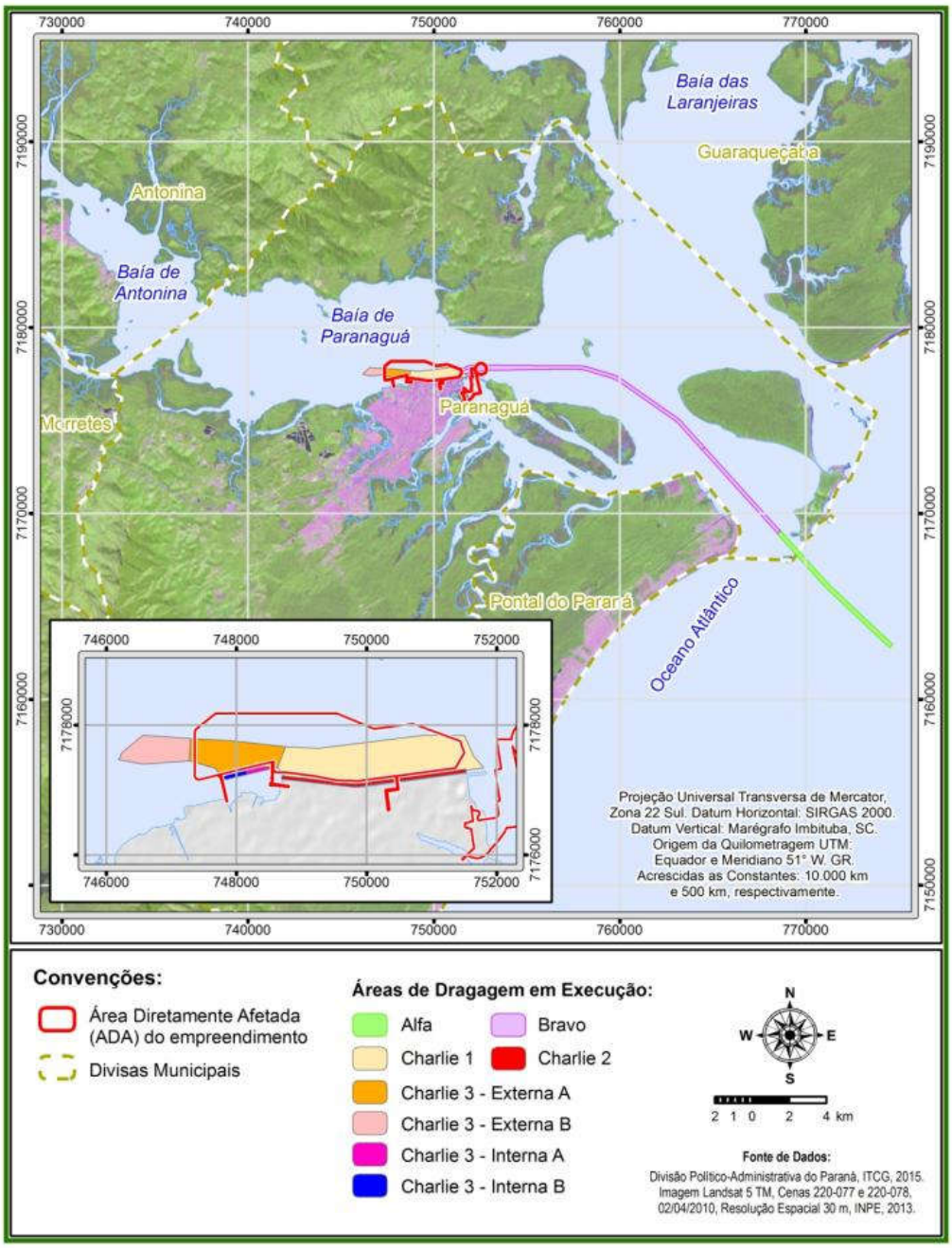
A dragagem objeto do presente Estudo de Impacto Ambiental é complementar a outro projeto de dragagem de aprofundamento do Porto, já em execução e licenciado. (LI nº 1.144/2016).

Essa dragagem de aprofundamento inicial (fora do escopo) prevê a retirada de 12.760.040,39 de m³ de sedimentos que permitirão o aprofundamento do canal de acesso aos Portos e da bacia de evolução.

A área objeto dos serviços de dragagem está localizada no interior do estuário de Paranaguá, onde se localiza o porto, sendo que o acesso dos navios é realizado a

partir da barra por canal dragado subdividido em trechos com larguras e profundidades variadas. Os trechos que caracterizam a região a ser dragada são:

- Área ALFA – Construído artificialmente sobre o Banco da Galheta com profundidades naturais da ordem de -4,00 m;
- Área BRAVO 1 – Setor mais interno do canal de acesso que conta com certo grau de abrigo;
- Área BRAVO 2 – Setor do canal de acesso totalmente abrigado;
- Áreas Charlie 1, 2 e 3 – Situada frontalmente ao porto de Paranaguá, com excelente grau de abrigo, onde são efetuadas as manobras de evolução e atracação dos navios.



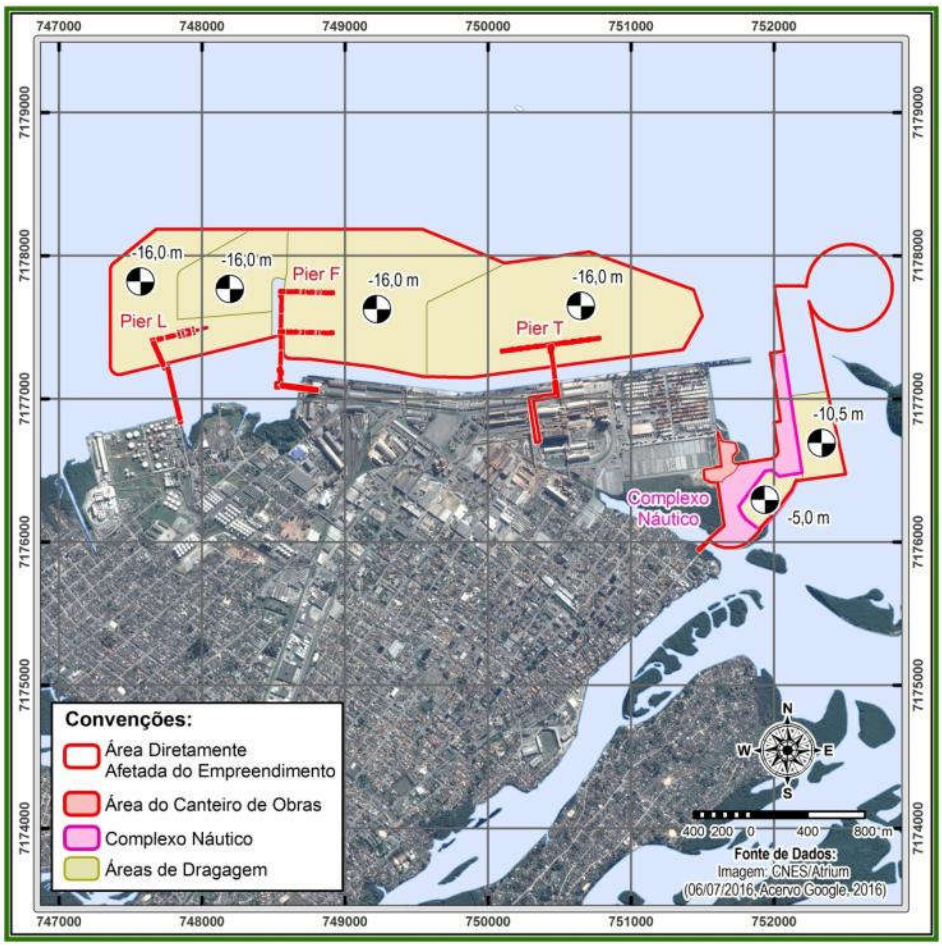
Fonte: Projeto Básico de Dragagem/SEP, 2016.

Figura 5.104 – Áreas da Dragagem de Aprofundamento em Execução

A área ALFA passará de -15m para -16m, BRAVO 1 de -14m para -15m, BRAVO 2, CHARLIE 1, CHARLIE 2 e CHARLIE 3 EXTERNA de -13m para -14m e CHARLIE 3 INTERNA de -10m para -11m.

Dessa forma, a dragagem a que se refere este estudo é apenas relacionada aos complementos nas áreas próximas aos píeres que serão instalados e serão realizadas a partir da dragagem de aprofundamento inicial.

A figura a seguir apresenta a área prevista de dragagem, considerando a implantação do empreendimento.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 5.105 – Layout Geral da Área de Dragagem

Equipamento de Dragagem

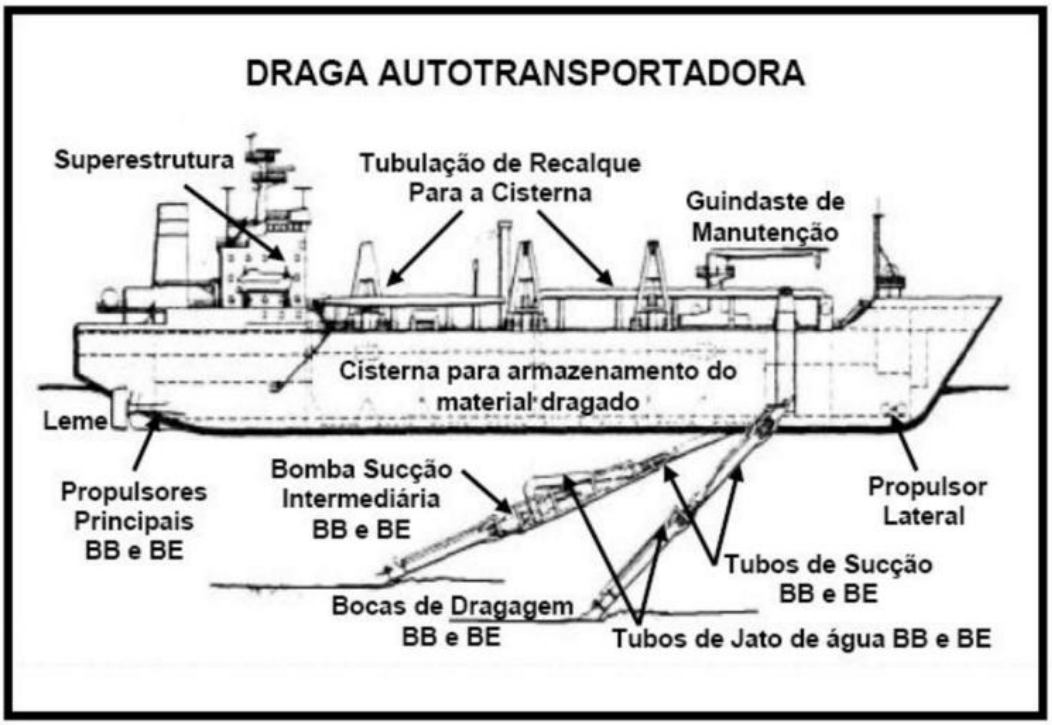
Para os serviços de dragagem, está sendo sugerida a utilização de dragas de sucção auto transportadoras, tipo *hopper* (Figura 5.106). Esta consiste em uma embarcação auto propelida com sistema próprio de armazenamento de material dragado. Para dragagem dos berços dos Píeres T, F e L, onde não há restrições relevantes à navegação e prevê-se maiores profundidades, seja empregada draga tipo *hopper* com capacidade de cisterna em torno de 10.000 m³. Este tipo de embarcação tem em média 130 m de comprimento, 28 m de largura e 9 m de calado.
Para dragagem dos berços do Complexo Náutico é indicada a utilização de draga tipo *hopper* de pequeno porte, com capacidade em torno de 2.500 m³, por se tratar de região com área e profundidade restritas. Este tipo de embarcação tem em média 90 m de comprimento, 15 m de largura e 5 m de calado.

O material a ser dragado será conduzido à cisterna da embarcação por tubulação própria. Uma vez totalmente carregada, a embarcação navegará cerca de 3 horas até o local de despejo (bota-fora), nas coordenadas 25°40'S, 48°08'W, para esvaziamento, distante cerca de 50 km do Porto. Após chegar ao exato local de despejo, a parte inferior da cisterna é aberta e então todo o material dragado é despejado em pouco tempo. É prevista que esta operação da draga ocorra 24 horas por dia. Importante ressaltar que todo material dragado será destinado ao bota fora, ou seja, não é prevista a utilização do material dragado em aterros.

Ao final do processo de despejo, a draga retorna vazia à área de dragagem, para iniciar um novo ciclo produtivo.

Fonte: APPA, 2016

Figura 5.106 – Exemplo de Draga Auto Transportadora



Fonte: https://portogente.com.br/

Figura 5.107 - Desenho esquemático (Draga Auto Transportadora)

Volume de Dragagem

Conforme dados da APPA, para determinação do volume de dragagem, foi realizada através de *software* próprio, comparando-se as cotas previstas no projeto e a batimetria com as profundidades naturais da região. Basicamente, a área de corte para cada seção gerada pelo programa foi multiplicada pela distância entre essas seções. A estimativa do volume de dragagem encontra-se na tabela a seguir:

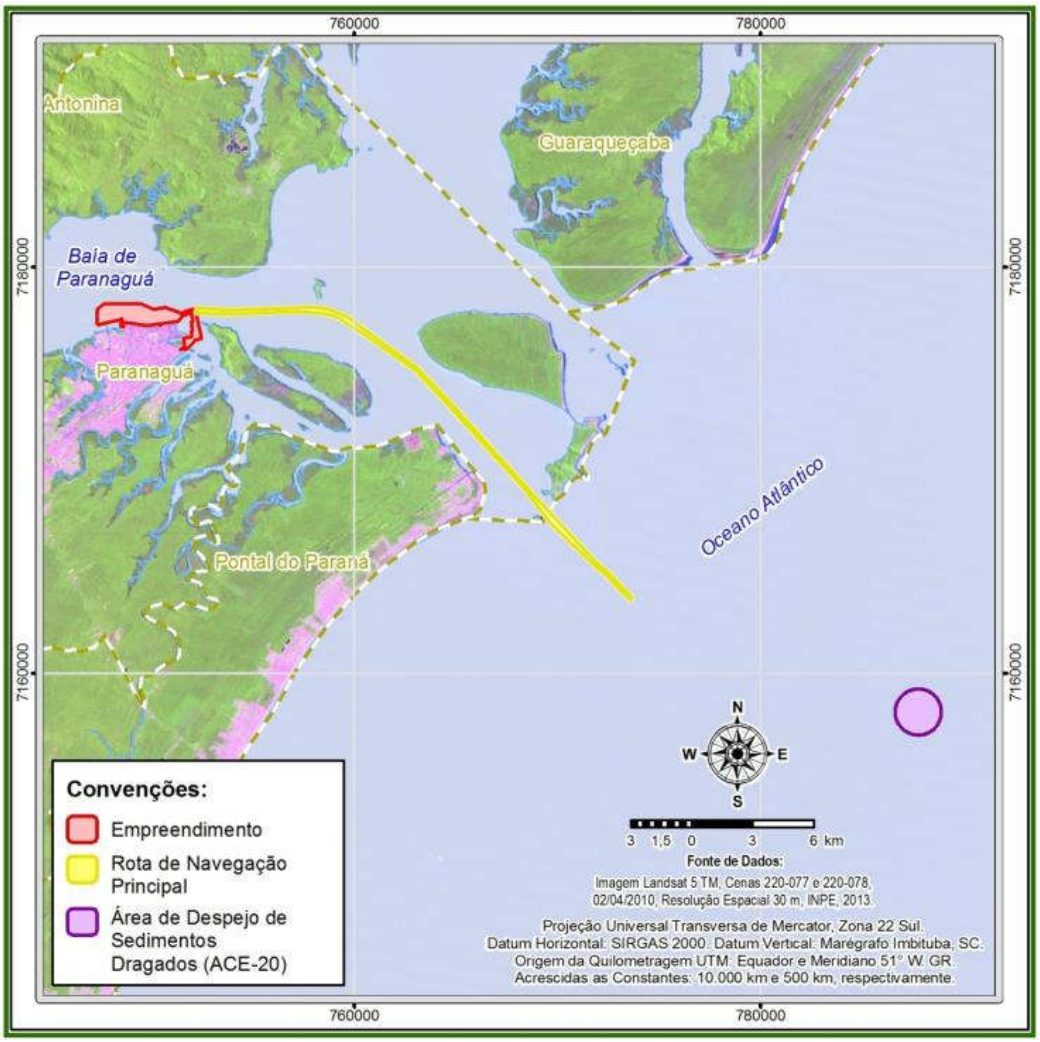
Tabela 5.14 –Estimativa do Volume de Dragagem

Descrição da área	Cota de Dragagem (DHN)	Volume de Dragagem (m^3)
Píer L	-16,0 metros	2.700.000
Píer F	-16,0 metros	5.263.689
Píer T	-16,0 metros	6.100.546
Terminal de Passageiros	-10,5 metros	1.745.384
Marina	-5,0 metros	453.968
Total		**16.263.587**

Fonte: APPA

O material excedente oriundo das obras de dragagem será direcionado à área de despejo conhecida como Área Circular Externa - 20 (ACE-20) (Figura 5.108), que se constitui em uma circunferência com uma milha náutica de raio (1.852m) situada a 8 milhas náuticas (aproximadamente 14.850m) a leste-sudeste (ESE) da bóia 1 do Canal da Galheta (Entrada da Barra), tendo seu centro posicionado nas coordenadas UTM 787.759 E e 7.158.110 N. Esta circunferência cobre uma área de 10,8km^2.

Em obras anteriores, esta área para descarte de sedimentos dragados ACE-20, já teve manifesto favorável da Autoridade Marítima, através da Capitania dos Portos do Paraná, para despejo de sedimentos (Ofício n° 1153/CPPR-MB).



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 5.108 – Localização da Área de Despejo – EIA

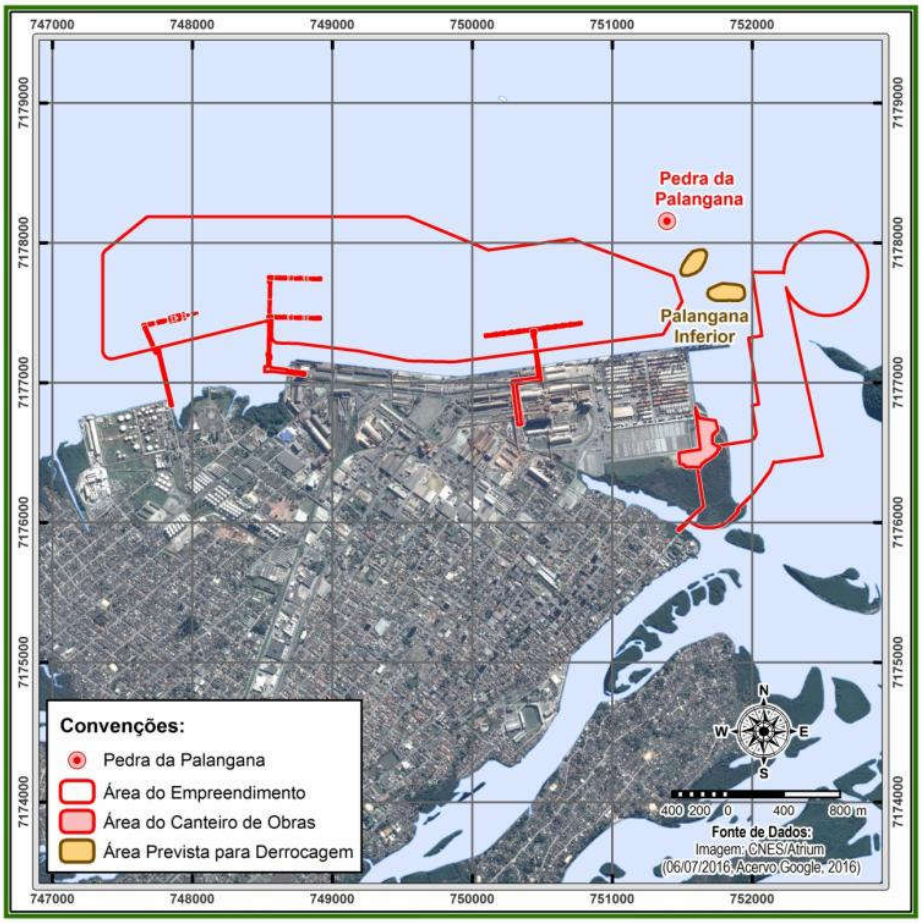
5.4.8.2 Derrocagem

Com o objetivo de acompanhar o nível de competitividade global, e levando em conta os parâmetros de segurança da navegação, foram realizados estudos de manobrabilidade de embarcações para a área da bacia de evolução do Porto de Paranaguá, os quais sugerem a remoção das formações rochosas associadas à Pedra da Palangana, no início do canal do Surdinho. De acordo com as orientações da norma técnica PIANC, a cota necessária para a operação na região da bacia de evolução localizado na região junto aos berços de atracação, com segurança, de

embarcações com as características do navio New Panamax, é de –16,30 metros (DHN).

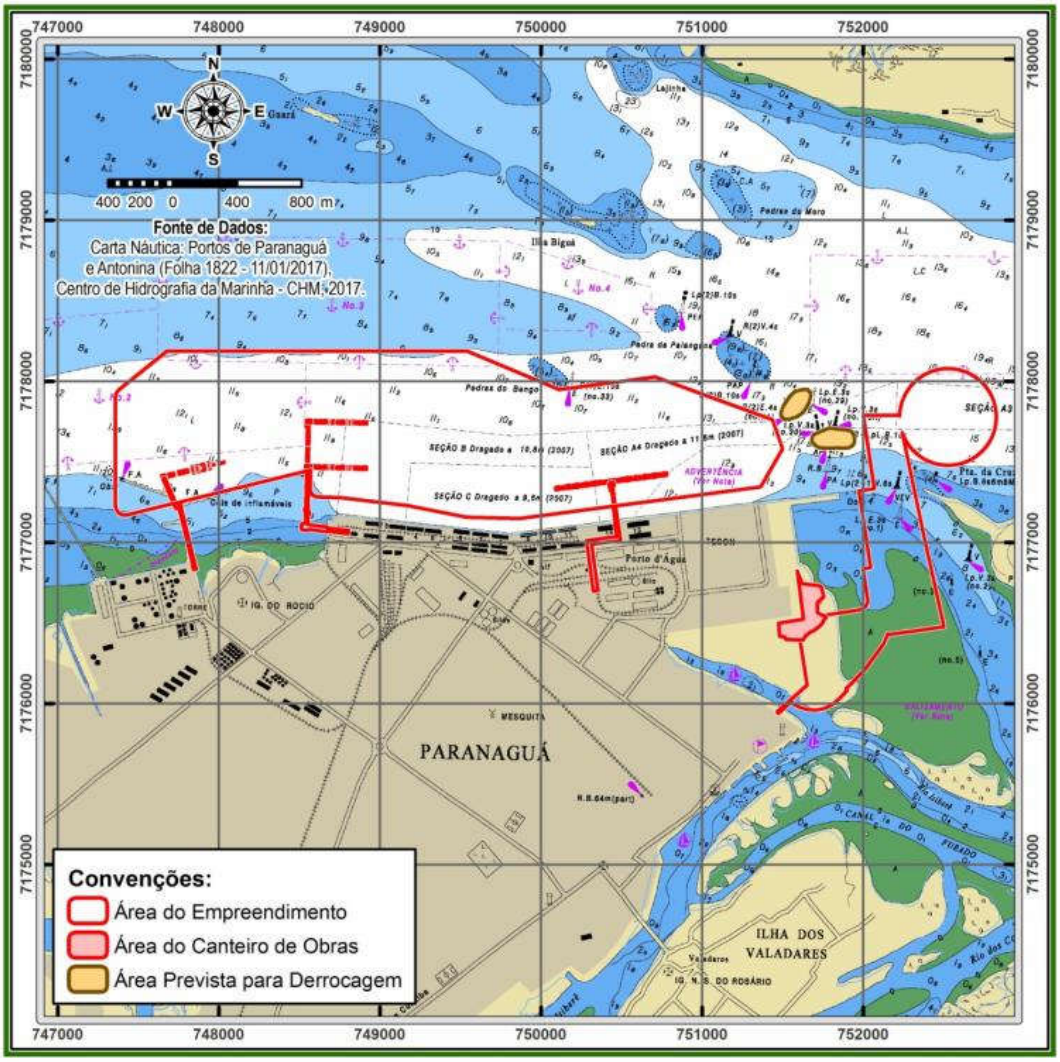
O projeto de derrocagem faz parte de outro processo de licenciamento ambiental para o qual foi emitido pelo IBAMA, o Termo de Referência Para Elaboração de Estudo Ambiental Derrocamento de Maciços Rochosos – Porto De Paranaguá (Processo Nº 02001.004296/2013-86), portanto não foi considerado neste estudo.

O maciço rochoso da Pedra da Palangana está localizado na baía de Paranaguá, no Município de Paranaguá, Estado do Paraná, na bacia de evolução e canal de acesso ao Porto Organizado de Paranaguá, conforme ilustrado na Figura 5.109 e Figura 5.110.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 5.109 – Localização da Pedra da Palangana



Fonte: Termo de Referência do Derrocamento da Pedra da Palangana, 2016

Figura 5.110 – Localização da Pedra da Palangana (carta naútica)

5.4.8.3 Terraplanagem

Para as instalações do empreendimento, especificamente a área prevista para construção do Complexo Náutico, receberá aterro de acordo com um projeto de terraplenagem específico. A cota final de terraplenagem deverá garantir, que a mesma não seja alagada, levando-se em consideração as maiores chuvas registradas na região nos últimos 30 (trinta) anos. Para o projeto de terraplenagem, o volume de material terroso que irá compor o do aterro será de 650.000 m³ em uma área de aproximadamente 251.857 m².

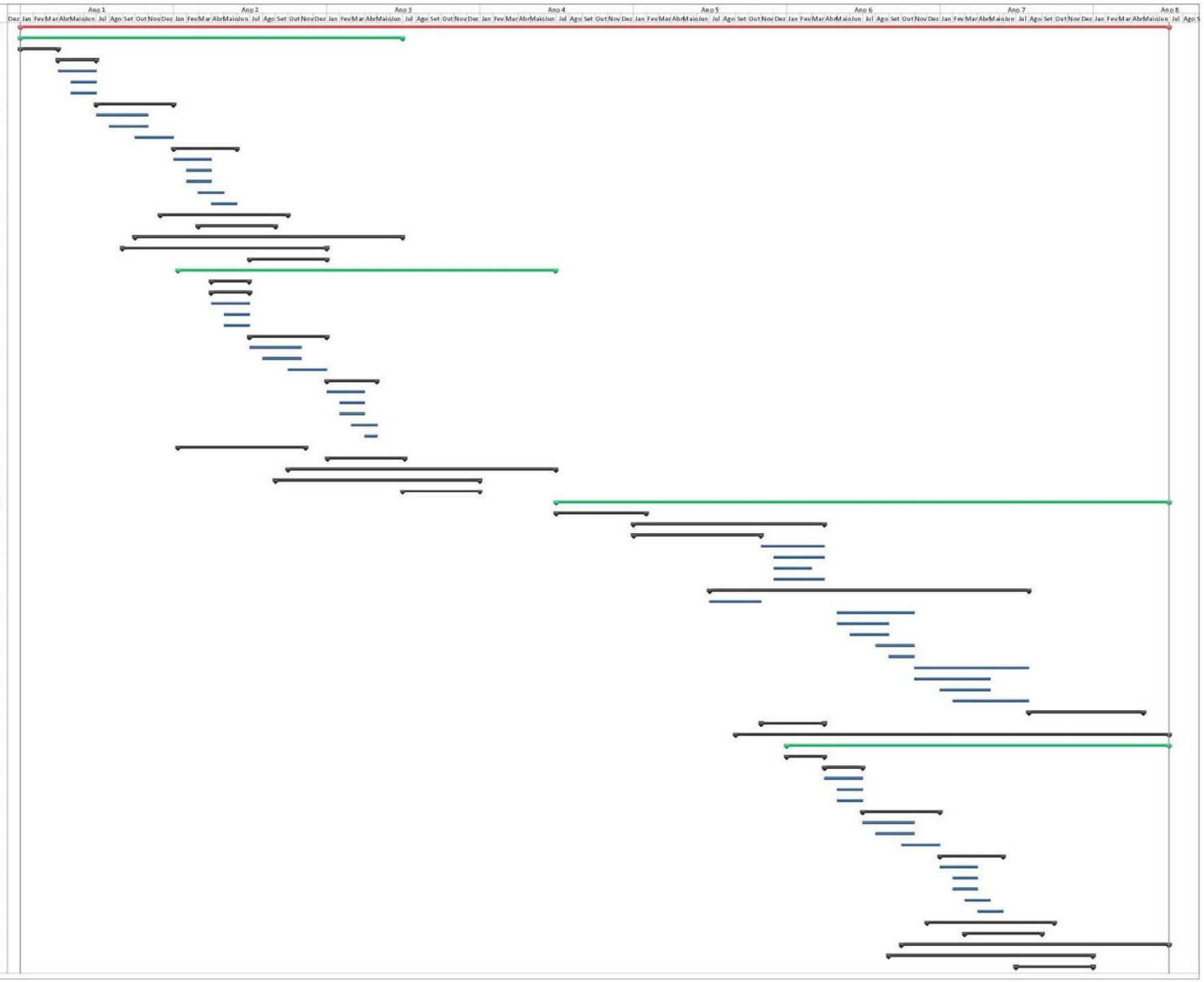
A gestão dos materiais de empréstimos para formação do aterro será de responsabilidade da empreiteira contratada. Os materiais deverão ser originários de jazidas registradas, licenciadas e em funcionamento na região, conforme descrito no item 5.4.2.5 – Jazidas. É de responsabilidade da construtora o prévio conhecimento da qualidade ambiental da jazida, de maneira que não seja utilizado solo contaminado e/ou contendo resíduos e materiais inadequados para a terraplanagem.

5.4.9 Cronograma

A estimava para a implantação dos empreendimentos é de:

Píer T – 30 meses;
Píer F – 30 meses;
Complexo Náutico – 48 meses;
Píer L – 30 meses.

Id	Nome da tarefa	Duração
1	**AMPLIAÇÃO DO PORTO DE PARANAGUÁ**	**2737 dias**
2	**Implantação do Pier T**	**911 dias**
3	**Atividades Preliminares**	**90 dias**
4	**Ponte de Acesso**	**91 dias**
5	Fundação	91 dias
6	Superestrutura	61 dias
7	Acesssórios	61 dias
8	**Berços de Atracação**	**184 dias**
9	Fundação	123 dias
10	Superestrutura	92 dias
11	Acesssórios	92 dias
12	**Correias Transportadoras**	**151 dias**
13	Fundação	90 dias
14	Superestrutura	59 dias
15	Galerias	59 dias
16	Equipamentos	61 dias
17	Acesssórios	61 dias
18	**Carregadores de Navio**	304 dias
19	**Sinalização Náutica**	184 dias
20	**Dragagem**	638 dias
21	**Drenagem Pluvial**	487 dias
22	**Edificações**	184 dias
23	**Implantação do Pier F**	**900 dias**
24	**Atividades Preliminares**	**90 dias**
25	**Ponte de Acesso**	**91 dias**
26	Fundação	91 dias
27	Superestrutura	61 dias
28	Acesssórios	61 dias
29	**Berços de Atracação**	**184 dias**
30	Fundação	123 dias
31	Superestrutura	92 dias
32	Acesssórios	92 dias
33	**Correias Transportadoras**	**120 dias**
34	Fundação	90 dias
35	Superestrutura	59 dias
36	Galerias	59 dias
37	Equipamentos	61 dias
38	Acesssórios	30 dias
39	**Carregadores de Navio**	304 dias
40	**Sinalização Náutica**	184 dias
41	**Dragagem**	638 dias
42	**Drenagem Pluvial**	487 dias
43	**Edificações**	184 dias
44	**Implantação do Complexo Náutico**	**1460 dias**
45	**Atividades Preliminares**	**214 dias**
46	**On Shore**	455 dias
47	Aterro Hidráulico	304 dias
48	Pavimentação	151 dias
49	Iluminação Pública	121 dias
50	Redes de Saneamento e ETE	90 dias
51	Ponte Estaiada	121 dias
52	**Off Shore**	**761 dias**
53	Dragagem	123 dias
54	Marina	184 dias
55	Fundação	123 dias
56	Superestrutura	92 dias
57	Acesssórios	92 dias
58	Quebra-Mar	61 dias
59	Terminal de Passageiros	273 dias
60	Fundação	181 dias
61	Superestrutura	120 dias
62	Acesssórios	181 dias
63	**Sinalização Náutica**	273 dias
64	**Drenagem Pluvial**	151 dias
65	**Edificações**	1033 dias
66	**Implantação do Pier L**	**911 dias**
67	**Atividades Preliminares**	**90 dias**
68	**Ponte de Acesso**	**91 dias**
69	Fundação	91 dias
70	Superestrutura	61 dias
71	Acesssórios	61 dias
72	**Berços de Atracação**	**184 dias**
73	Fundação	123 dias
74	Superestrutura	92 dias
75	Acesssórios	92 dias
76	**Tubovias e Pipe Rack**	**151 dias**
77	Fundação	90 dias
78	Superestrutura	59 dias
79	Tubos	59 dias
80	Equipamentos	61 dias
81	Acesssórios	61 dias
82	**Carregadores de Navio**	304 dias
83	**Sinalização Náutica**	184 dias
84	**Dragagem**	638 dias
85	**Drenagem Pluvial**	487 dias
86	**Edificações**	184 dias



5.5 Fase de Operação

5.5.1 Condições Operacionais

5.5.1.1 Condições operacionais atuais

O Porto de Paranaguá dispõe de um cais público acostável, contínuo e com 3.123 metros de extensão, distribuídos em 14 berços de atracação. Dispõe, também, de um ponto de atracação para operações *Roll-on/Roll-off* com 220 metros de extensão, sendo este composto por três *dolfins* de atracação e um de amarração. Ao todo são 3.343 metros acostáveis no cais público do Porto de Paranaguá. A Tabela 5.15 apresenta as principais características dos berços do cais público.

Tabela 5.15 – Características dos berços do cais comercial do Porto de Paranaguá.

Berço	Cabeças	Comprimento (m)	Profundidade (m)	Ano de Construção	Destinação Operacional	Preferências de Uso
201	05 a 12	174	11,0	1959	Granéis Sólidos	Grãos, Farelos, Açúcar Granel e Minérios
202/203	12 a 20	202	11,0	1959	Carga Geral	Carga Geral, Granel Vegetal, Sal
204	20 a 26	163	11,0	1950	Granéis Sólidos	Açúcar Granel, *Full Container*
205	26 a 31	154	11,0	1950	Carga Geral	Cargas Frigorificadas, Carga Geral
206/207	31 a 39	243	8,7	1945	Granéis Sólidos	Grãos, Farelos, Açúcar Granel
208	39 a 44	152	8,7	1945	Granéis Sólidos	Passageiros, Sacaria, Carga Geral
209/210	44 a 54	241	12,7	1955	Granéis Sólidos	*Roll-on/Roll-off*, *Full Container*, Granéis Sólidos (descarga)
211	54 a 61	176	12,7	1955	Granéis Sólidos	Granéis Sólidos (descarga)
212	61 a 71	251	12,7	1973	Granéis Sólidos	Grãos, Farelos, Açúcar Granel
213	71 a 81	253	12,7	1973	Granéis Sólidos	Grãos, Farelos
214	81 a 92	259	12,7	1992	Granéis Sólidos	Grãos, Farelos, Açúcar Granel

Berço	Cabeças	Comprimento (m)	Profundidade (m)	Ano de Construção	Destinação Operacional	Preferências de Uso
215	92 a 107	335	12,7	1992	Contêineres	*Full Container*
216	107 a 116	205	12,7	2002	Contêineres	*Full Container*
217	116 até o 1º dolfin	315	13	2013	Contêineres	*Full Container*
Dolfins	Dolfin	220	11	2013	Veículos	*Roll-on/Roll-off*

Fonte: Plano Mestre Preliminar – LabTrans/UFSC, 2016.

Além do cais comercial, o Porto de Paranaguá também conta com um píer público (Tabela 5.16).

Tabela 5.16 – Características dos píeres do Porto de Paranaguá.

Berço	Comprimento (m)	Profundidade (m)	Ano de Construção	Destinação Operacional	Preferências de Uso
Píer de Inflamáveis – Berço 141	190	11,6	1972	Granéis Líquidos	Uso Público
Píer de Inflamáveis – Berço 142	190	10,0	1972	Granéis Líquidos	Uso Público

Fonte: Plano Mestre Preliminar – LabTrans/UFSC, 2016.

A Figura 5.111 apresenta a localização e denominação de cada berço e píer do Porto de Paranaguá.

Fonte: Plano Mestre Preliminar – LabTrans/UFSC, 2016.

Figura 5.111 – Localização dos berços e píeres do Porto de Paranaguá

Armazenagem

As instalações de armazenagem no Porto de Paranaguá são constituídas de armazéns, pátios, silos e tanques. A seguir são apresentados detalhes a respeito dessas instalações.

Armazéns

Os armazéns existentes na poligonal do porto organizado de Paranaguá estão apresentados na Tabela 5.17.

Tabela 5.17 – Características dos armazéns do Porto de Paranaguá.

Tipo	Comprimento/Largura/Pé Direito (m)	Capacidade	Situação	Operação	Produto Operado
Armazém 6A	110/22/5,8	14.036 m³	Arrendado	Marcon	Açúcar Ensacado
Armazém 6B	110/22/5,8	14.036 m³	Arrendado	Marcon	Açúcar Ensacado
Armazém 6A/6B	110/18/5,8	11.484 m³	Arrendado	Marcon	Açúcar Ensacado
Armazém 8A	100/22/6,5	14.300 m³	Arrendado	Martini Meat	Carga Geral
Armazém 8B	100/22/5,8	12.760 m³	Arrendado	Martini Meat	Carga Geral
Armazém 8A/8B	100/18/5,8	10.440 m³	Arrendado	Martini Meat	Carga Geral
Armazém 9A	100/40/6	24.000 m³	Arrendado	Rocha Top	Carga Geral
Armazém TCP	-	40.000 m³	Arrendado	TCP	Carga Geral
Armazém Fospar	-	65.000 t	Arrendado	FOSPAR	Fertilizante
Armazém Público de Fertilizantes	-	32.000 t	Uso Público	APPA	Fertilizante

Fonte: Plano Mestre Preliminar – LabTrans/UFSC, 2016.

Além dos armazéns localizados dentro da poligonal do Porto de Paranaguá, há dezenas de outros armazéns distribuídos pela cidade que servem de apoio às operações portuárias, principalmente para o armazenamento de cargas gerais e granéis sólidos minerais. Destacam-se os quatros armazéns graneleiros alfandegados

do operador portuário Rocha Top, que possuem capacidade estática de armazenagem total de 253.000 toneladas, a saber:

- Armazém 4: Capacidade de 60.000 t
- Armazém 10: Capacidade de 60.000 t
- Armazém Praça: Capacidade de 82.000 t
- Armazém Margarida: Capacidade de 51.000 t.

Esses quatro armazéns, atualmente, operam com fertilizantes e são ligados, por transportadores de correia, diretamente aos berços 209 a 211 do porto.

Pátios

Com relação aos pátios existentes na área do porto organizado, são praticamente todos destinados à armazenagem de carga geral e veículos, conforme apresentado na Tabela 5.18.

Tabela 5.18 – Características dos pátios do Porto de Paranaguá.

Tipo	Área (m²)	Situação	Operação	Capacidade Estática	Produto
Pátio Oeste	8.000	Uso público	APPA	-	Carga Geral
Pátio Ro-Ro	6.500	Uso público	APPA	-	Carga Geral
Pátio Armazéns 4/5	8.000	Uso público	APPA	-	Carga Geral
Pátio Armazéns 9A, 10A e11A	9.750	Uso público	APPA	-	Carga Geral
Pátio Armazéns 7, 8, 9, 10 e 11	20.000	Uso público	APPA	-	Carga Geral
Pátio 14	14.000	Uso público	APPA	-	Carga Geral
Pátio público de veículos	27.000	Uso público	APPA	2 mil veículos	Veículos
Pátio de veículos	120.000	Arrendado	Volkswagen	6,5 mil veículos	Veículos
Pátio TCP	302.800	Arrendado	TCP	38.000 TEUs	Contêineres, veículos, carga *Ro-Ro*, carga geral e carga de projeto
Pátio de automóveis (Renault)	33.000	Uso público	APPA	3,5 mil veículos	Veículos

Fonte: Plano Mestre Preliminar – LabTrans/UFSC, 2016.

A Figura 5.112 apresenta alguns dos pátios existentes no Porto de Paranaguá.

Fonte: Plano Mestre Preliminar – LabTrans/UFSC, 2016.

Figura 5.112 - Pátios do Porto de Paranaguá

Silos

Os silos existentes no porto são todos destinados ao armazenamento de granéis sólidos. Na Tabela 5.19 são indicados todos os silos que possuem ligação direta por esteiras com os berços do Porto de Paranaguá, tanto aqueles localizados dentro da área do porto organizado (arrendados ou de uso público) quanto àqueles localizados fora (privativos).

Tabela 5.19 – Caracterização dos Silos do Porto de Paranaguá.

Tipo	Quantidade	Capacidade Estática Total	Situação	Operação	Produto
Silos Horizontais	4	60.000 t	Uso público	APPA	Milho, soja e farelo
Silo Vertical	1	100.000 t	Uso público	APPA	Milhoe soja
Silo Horizontal	1	54.000 t	Arrendado	PASA	Milho e soja
Silo Horizontal	1	120.000 t	Privativo	PASA	Açúcar VHP
Silo Horizontal	1	65.000 t	Privativo	PASA	Açúcar VHP
Silo Horizontal	1	60.000 t	Arrendado	Louis Dreyfus	Milho, soja e farelo
Silo Vertical de Concreto	2	48.000 t	Arrendado	Louis Dreyfus	Milho, soja e farelo

Tipo	Quantidade	Capacidade Estática Total	Situação	Operação	Produto
Silo Vertical	1	10.000 t	Arrendado	Bunge	Não está operando
Silo Horizontal	1	40.000 t	Arrendado	Bunge	Milho, soja, farelo e açúcar
Silo Horizontal	1	105.000 t	Privativo	Bunge	Milho, soja, farelo e açúcar
Silo Horizontal	1	55.000 t	Privativo	Bunge	Milho, soja, farelo e açúcar
Silo Horizontal	1	48.000 t	Privativo	Bunge	Milho, soja, farelo e açúcar
Silo Horizontal	1	15.500 t	Privativo	Bunge	Milho, soja, farelo e açúcar
Silos Horizontais	4	115.000 t	Arrendado	Cargill	Milho, soja e farelo
Silos Horizontais	4	100.000 t	Arrendado/Privativo	Cotriguaçu	Milho, soja e farelo
Silo Horizontal	1	50.000 t	Arrendado/Privativo	Cotriguaçu	Milho, soja e farelo
Silo Horizontal	1	60.000 t	Arrendado/Privativo	Cotriguaçu	Milho, soja e farelo
Silos Horizontais	2	43.000 t	Arrendado	Coamo	Soja, milho, farelo, trigo, óleo de soja e casca de soja
Silo Horizontal	1	55.000 t	Arrendado	Coamo	Soja, milho, farelo, trigo, óleo de soja e casca de soja
Silo Horizontal	1	66.000 t	Privativo	Coamo	Soja, milho, farelo, trigo, óleo de soja e casca de soja
Silo Horizontal	1	70.000 t	Arrendado	Centro Sul	-
Silo Horizontal	1	50.000 t	Arrendado	Interalli	Milho, soja e farelo
Silos Verticais	4	20.000 t	Arrendado	Interalli	Milho, soja e farelo
Silo Vertical de Concreto	1	20.000 t	Arrendado	Interalli	Milho, soja e farelo
Silo Vertical de Concreto	1	15.000 t	Arrendado	Interalli	Milho, soja e farelo
Silos Horizontais	2	90.000 t	Privativo	AGTL	-
Silos Verticais de Concreto	3	66.000 t	Privativo	AGTL/ANNP	-
Silos Verticais	5	30.000 t	Privativo	SIPAL	Cereais

Fonte: Plano Mestre Preliminar – LabTrans/UFSC, 2016.

A Figura 5.113 apresenta alguns dos silos existentes na retroárea do Porto de Paranaguá.

Fonte: Plano Mestre Preliminar – LabTrans/UFSC, 2016.

Figura 5.113 - Silos do Porto de Paranaguá

Tanques

Os tanques existentes no Porto de Paranaguá estão descritos e caracterizados na Tabela 5.20.

Tabela 5.20 – Caracterização dos tanques do Porto de Paranaguá

Tipo	Quantidade	Capacidade estática total	Situação	Empresa que opera	Produtos armazenados
Tanque	32	170.000 m^3	Arrendado	Transpetro	Óleo combustível, diesel marítimo, nafta, gasolina
Esfera	3	7.291 m^3	Arrendado	Transpetro	GLP
Tanque	24	56.524 m^3	Arrendado + privativo	União Vopak	Óleo de soja, soda cáustica e ácidos
Tanque	116	516.000 m^3	Privativo	Cattalini	Óleo de soja, metanosl, derivados de petróleo, diesel, soda cáustica, glicerina, metionina e etanol
Tanque	8	53.200 m^3	Arrendado	CPA	Etanol
Tanque	7	1737.625 m^3	Uso público	Álcool do Paraná, Terminal Portuário S.A.	Etanol

Tipo	Quantidade	Capacidade estática total	Situação	Empresa que opera	Produtos armazenados
Tanque	4	16.000 m^3	Arrendado	Coamo	Óleo de soja
Tanque	1	1.000 m^3	Privativo	Coamo	Óleo de soja

Fonte: Plano Mestre Preliminar – LabTrans/UFSC, 2016.

Cabe destacar que os tanques da Coamo não possuem ligação direta com os píeres que movimentam granéis líquidos no porto, servindo apenas como locais de armazenagem do óleo de soja produzido na fábrica da empresa.

Outras estruturas de armazenagem

Além das estruturas apresentadas anteriormente, tais como armazéns, pátios, silos e tanques, o Porto de Paranaguá conta com áreas mistas denominadas “Vilas”, conforme pode ser observado na Tabela 5.21.

Tabela 5.21 – Características de outras instalações de armazenagem.

Tipo	Capacidade	Carga	Operação
VILA C	9.504 m³	Madeira	Público
VILA D	9.504 m³	Vistoria contêineres	Público

Fonte: Plano Mestre Preliminar – LabTrans/UFSC, 2016.

Essas instalações de armazenagens estão situadas próximas ao terminal público de álcool e, atualmente, estão sendo utilizadas como pátios de triagem para caminhões.

Equipamentos portuários

Para melhor organização das informações, os equipamentos portuários existentes no Porto de Paranaguá foram divididos em equipamentos de cais e equipamentos de retroárea.

Equipamentos de Cais

Os equipamentos existentes no cais do Porto de Paranaguá e suas principais características estão apresentadas na Tabela 5.22.

Tabela 5.22 – Equipamentos de cais disponíveis no Porto de Paranaguá

Tipo	Quantidade	Berço	Instalação (ano)	Capacidade	Operador
Carregador de granel	1	212	2015	2.000 t/h	APPA
Carregador de granel	1	212	1985	1.500 t/h	APPA
Carregador de granel	2	213	2015	2.000 t/h	APPA
Carregador de granel	1	214	2015	2.000 t/h	APPA
Carregador de granel	1	214	1999	1.500 t/h	APPA
Carregador de granel	1	201	1983	1.100 t/h	BUNGE
Carregador de granel	1	201	2006	1.500 t/h	BUNGE
Carregador de granel	1	206/207	1974	800 t/h	BUNGE
Carregador de granel	1	203/204	2001	1.500 t/h	PASA
Guindaste sobre pneus (MHC)	1	209/210/211	203	750 t/h	Rocha Top
Guindaste sobre pneus (MHC)	1	209/210/211	204	750 t/h	Rocha Top
Guindaste sobre pneus (MHC)	2	215/216/217	2009/2010	50 t	TCP
Guindaste sobre pneus LHM – 250	2	209/210/211	2005	64 t	FORTESOLO
Guindaste sobre pneus LHM – 320	1	209/210/211	2008	104 t	HARBOR
Guindaste sobre pórtico (PHC)	2	Píer de fertilizantes	2012 e 2014	34 t	FOSPAR
Portêiner	2	215/216/217	2012	45 t	TCP
Portêiner	1	215/216/217	2003	45 t	TCP
Portêiner	2	215/216/217	2007	45 t	TCP
Portêiner	4	215/216/217	2014	65 t	TCP
Shiploader para carga geral	1	205	2010	180 t/h	TEAPAR
Sugador e duto	1	142/142	2007	400 m3/h	Tepagua
Sugador e duto	1	142/142	2007	200 m3/h	

Fonte: Plano Mestre Preliminar – LabTrans/UFSC, 2016.

Equipamentos de Retroárea

Os equipamentos existentes na retroárea do Porto de Paranaguá e suas principais características estão apresentados na Tabela 5.23.

Tabela 5.23 – Equipamentos de retroárea disponíveis no Porto de Paranaguá

Tipo	Quantidade	Instalação (ano)	Capacidade	Operador
Balança de fluxo	5	-	750, 1.000 e 1.500 t/h	BUNGE
Balança ferroviária	13	-	120 e 160 t/h	BUNGE
Esteiras transportadoras, elevadores e redlers (conjunto de linha de embarque)	4	-	500 a 1.500 t/h	BUNGE
Esteiras transportadoras, elevadores e redlers (conjunto de linha de recebimento)	6	-	250 a 1.000 t/h	BUNGE
Moega rodoferroviária	3	-	400, 500 e 1.500 t/h	BUNGE
Moega rodoviária	4	-	250 e 400 t/h	BUNGE
Recuperadora de granel (pórtico raspador)	2	-	750 t/h	BUNGE
Tombador de caminhão	2	-	-	BUNGE
Balança ferroviária	3	1998	120 t	Cargill
Balança rodoviária	3	1998 a 2000	80 e 100 t	Cargill
Carregador tipo redler	12	1972 a 2011	90 a 600 t/h	Cargill
Elevador de canecas	8	1972 a 2011	300 a 750 t/h	Cargill
Empilhadeira de garfo	1	2014	-	Cargill
Esteira transportadora	22	1981 a 2006	250 a 1.500 t/h	Cargill
Moega rodoferroviária	2	-	-	Cargill
Moega rodoviária	2	-	-	Cargill
Sugador	1	2014	-	Cargill
Tombador de caminhões	2	2000	80 t	Cargill
Balança ferroviária	4	-	120	Cotriguaçu
Balança de fluxo	2	2004	12 e 20 t	Cotriguaçu
Balança rodoviária	3	1998	90 t	Cotriguaçu
Esteira transportadora	7	1989 e 2001	1.500 t/h	Cotriguaçu
Moega rodoferroviária	3	2001	1.500 t/h	Cotriguaçu
Moega rodoviária	9	1977	1.500 t/h	Cotriguaçu

Tipo	Quantidade	Instalação (ano)	Capacidade	Operador
Pá carregadeira	5	2001, 2005, 2008, 2009 e 2014	N/A	Cotriguaçu
Tratores (Terminal Tractors)	2	2014	N/A	Cotriguaçu
Balança de fluxo	2	1995	-	Dreyfus
Balança ferroviária	1	2010	120 t	Dreyfus
Balança rodoviária	2	2004	100 t	Dreyfus
Esteira transportadora	36	1995 a 2009	500 a 1.500 t/h	Dreyfus
Moega ferroviária	1	1995	900 t/h	Dreyfus
Moega rodoviária	1	1995	500 t/h	Dreyfus
Tombador de caminhões	2	1995	80 t	Dreyfus
Balança ferroviária	1	-	100 t/h	Interalli
Balança rodoviária	2	-	100 t/h	Interalli
Moega rodoferroviária	1	-	300 t/h	Interalli
Balança rodoviária	5	2001 a 2014	100 t	Pasa
Balança ferroviária	10	2001 a 2014	160 t	Pasa
Balança de fluxo	4	2001 a 2014	750 t/h	Pasa
Esteira transportadora	44	2001, 2006, 2014	700, 1.200 e 1.500 t/h	Pasa
Moega rodoferroviária	3	2001, 2006, 2014	750 t/h	Pasa
Moega rodoviária	3	2001, 2006, 2014	750 t/h	Pasa
Balança	9	2012	80 t	Pasa
Balança	1	2014	100 t	TCP
Empilhadeira reach stacker	9	2012 e 2014	45 t	TCP
Sacanner	1	-	-	TCP
Empilhadeira top leader	2	2012	10 t	TCP
RTGs (Rubber Tyred Gantry)	30	-	50 t	TCP
Empilhadeira de garfo	20	1984 a 2012	2,5 a 7 t	TEAPAR
Empilhadeira reach stacker	2	2001 e 2012	45 t	TEAPAR
Empilhadeira top leader	2	-	37 t	TEAPAR
Balança ferroviária	2	2012	160 t	TEAPAR
Balança rodoviária	2	2005 2012	100 t	TEAPAR

Fonte: Plano Mestre Preliminar – LabTrans/UFSC, 2016.

Utilidades

Na sequência são descritas as utilidades do Porto de Paranaguá, constituídas pelas instalações de fornecimento de água, de energia, de combustível e lubrificantes de tratamento de esgoto e telecomunicações disponíveis para os usuários da instalação portuária. São descritas as quantidades, as dimensões, as capacidades operacionais nominais e as condições de utilização dessas estruturas.

Energia

O fornecimento de energia elétrica no Porto de Paranaguá é feito pela Companhia Paranaense de Energia (COPEL) distribuído em 17 unidades consumidoras localizadas nos municípios de Paranaguá e Antonina. O Porto conta com algumas subestações em 13,8 KV, dentre elas de entrada de energia, medição, transformação e/ou distribuição de energia, bem como outras entradas de energia isoladas atendidas em baixa tensão 220 V. A potência instalada de transformação do Porto todo é da ordem de 30 MVA. A distribuição no cais é feita através de uma rede de 13,80 KV para a área primária em circuitos aéreos e subterrâneos radiais. A capacidade instalada da subestação que alimenta a Faixa Portuária é de 15 MVA, a qual opera atualmente com uma demanda real da ordem de 5 MW. A energia elétrica está disponível em redes de 127/220/380 V (60 ciclos), por meio de rede distribuída ao longo dos berços de atracação e pátios.

Os contêineres *reefers* são atendidos na área do terminal TCP, que possui entrada de energia independente à da APPA, em uma área destinada de aproximadamente 18 mil m² com 2.796 tomadas.

Água

O fornecimento de água para o Porto é feito pela Empresa Paranaguá Saneamento. A distribuição de água potável em todos os berços de atracação se dá através de hidrantes, e, adicionalmente, ocorre o suprimento de navios por meio de barcaças.

O consumo médio é de 4.500 m³/mês, sendo medidos através de 19 hidrômetros espalhados nas áreas do porto organizado e pátio de triagem.

Óleo combustível e lubrificante para navios

O abastecimento de embarcações com combustível pode ser realizado atracado (em qualquer berço que ele estiver, no cais comercial, TCP, inflamáveis, etc) ou ao largo, com o auxílio de barcaças.

Telecomunicações

O porto dispõe de sistemas de comunicação e informática tais como postos de correio e telefone, bem como telefones públicos instalados na área primária. A empresa fornecedora dos serviços de telefonia fixa e móvel é a OI S.A. e a internet é fornecida pela empresa Copel Telecomunicações, com velocidade de 200 Mbps. O porto possui sistema de rádio que é gerenciado pela Seção de Telecomunicações SECTEL-APPA.

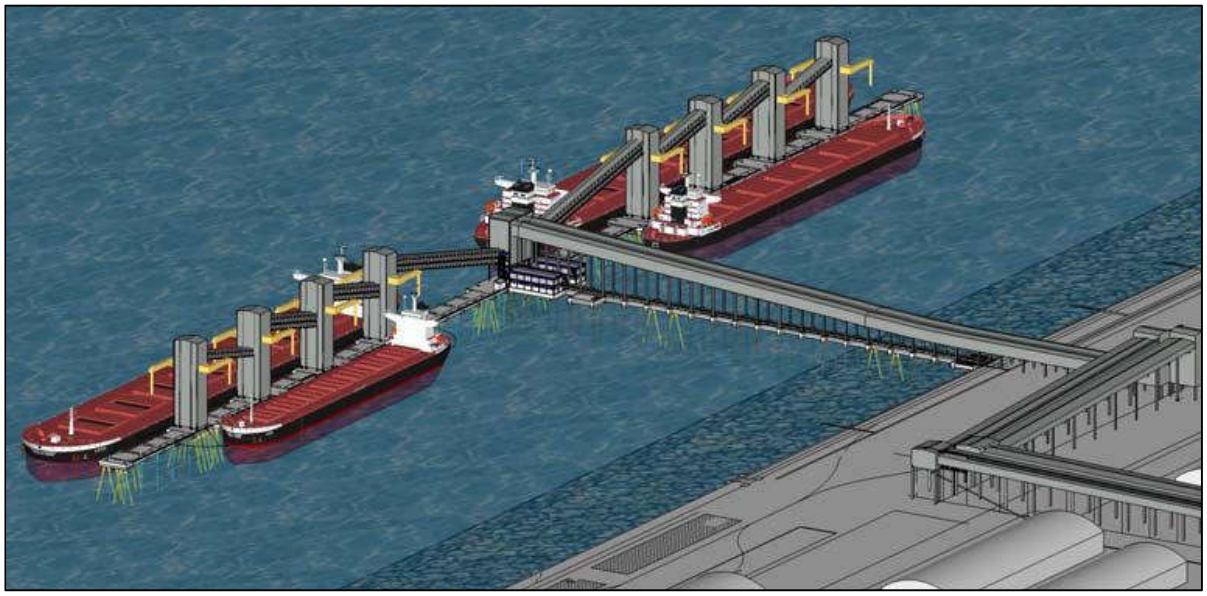
5.5.1.2 Condições operacionais

A logística de exportação e importação de produtos não sofrerá alteração significativa após a realização das obras de ampliação. As estruturas existentes serão ampliadas conforme as informações a seguir:

5.5.1.3 Características operacionais básicas do Píer T

Após as obras de ampliação, o terminal terá as seguintes condições operacionais:

- 8 torres pescantes geminadas, totalizando 16 torres com capacidade nominal de 2.000t/h;
- 8 conjuntos de transportadores de correias de 2.000 t/h (ponte + píer);
- 6 torres de transferência;
- Sistemas de captação de pó entre todas as transferências dos novos equipamentos.



Fonte: Projetos Conceituais para as Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, 2013

Figura 5-114 – Píer T – Perspectiva

Estima-se a movimentação de aproximadamente 4.000 toneladas/hora por berço de atracação, totalizando o incremento de 16.000 toneladas/hora de movimentação de farelo de soja, soja e milho na operação do Píer T.

A partir da implantação dos 4 novos berços, é esperado um aumento significativo na capacidade de embarque do Corredor de Exportação Leste. De acordo com as diretrizes técnicas do projeto, serão instalados 8 carregadores de navios, com capacidade para 2.000 t/h cada, adotando-se uma taxa de produção de 65%, bem como considerando uma taxa de 40% relativa às interferências/paralisações, tem-se um aumento de 11.232.000 toneladas/ano por berço.

Para possibilitar o acesso a navios de maior porte e consequentemente o aumento da capacidade produtiva do Porto, é prevista dragagem de aprofundamento, conforme descrito anteriormente. Os modais de transporte considerados para a operação estão descritos no item 5.5.2 Acessos e Rotas – Fase de Operação. Estão previstos para acessar o Porto, navios com as seguintes características:

Tabela 5.24 – Características dos navios de projeto – Píer T

Navio Graneleiro	Tipo	TPB (t)	LOA (m)	B (m)	Calado Máximo (m)
Maior	*Cape Size*	136.500	275	43	15,9
Intermediário	*Post Panamax*	70.000	280	41	13,8
Menor	*Handy Size*	34.700	183	28,3	10,5

Nota: LOA (comprimento), B (boca)

Fonte: Projetos Conceituais para as Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, 2013

5.5.1.4 Características operacionais básicas do Píer F

Após as obras de ampliação, o terminal terá as seguintes condições operacionais:

- 8 torres pescantes geminadas, totalizando 16 torres com capacidade nominal de 2.000t/h;
- 8 conjuntos de transportadores de correias de 2.000 t/h (ponte + píer);
- 7 torres de transferência;
- Sistemas de captação de pó entre todas as transferências dos novos equipamentos.

Fonte: Projetos Conceituais para as Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, 2013

Figura 5-115 – Píer F – Perspectiva

Assim como no Píer T, estima-se a movimentação de aproximadamente 4.000 toneladas/hora por berço de atracação, totalizando o incremento de 16.000 toneladas/hora de movimentação de farelo de soja, soja e milho na operação do Píer F.

A partir da implantação dos 4 novos berços, é esperado um aumento significativo na capacidade de embarque do Corredor de Exportação Oeste. De acordo com as diretrizes técnicas do projeto, serão instalados 8 carregadores de navios, com capacidade para 2.000 t/h cada, adotando-se uma taxa de produção de 65%, bem como considerando uma taxa de 40% relativa às interferências/paralisações, tem-se um amento de 11.232.000 toneladas/ano por berço.

Os modais de transporte considerados para a operação também estão descritos no item 5.5.2 Acessos e Rotas – Fase de Operação.

As embarcações previstas na operação do Píer F estão descritas a seguir:

Tabela 5.25 – Características dos navios de projeto – Píer F

Navio Graneleiro	Tipo	TPB (t)	LOA (m)	B (m)	Calado Máximo (m)
Maior	*Cape Size*	136.500	275	43	15,9
Intermediário	*Post Panamax*	70.000	280	41	13,8
Menor	*Handy Size*	34.700	183	28,3	10,5

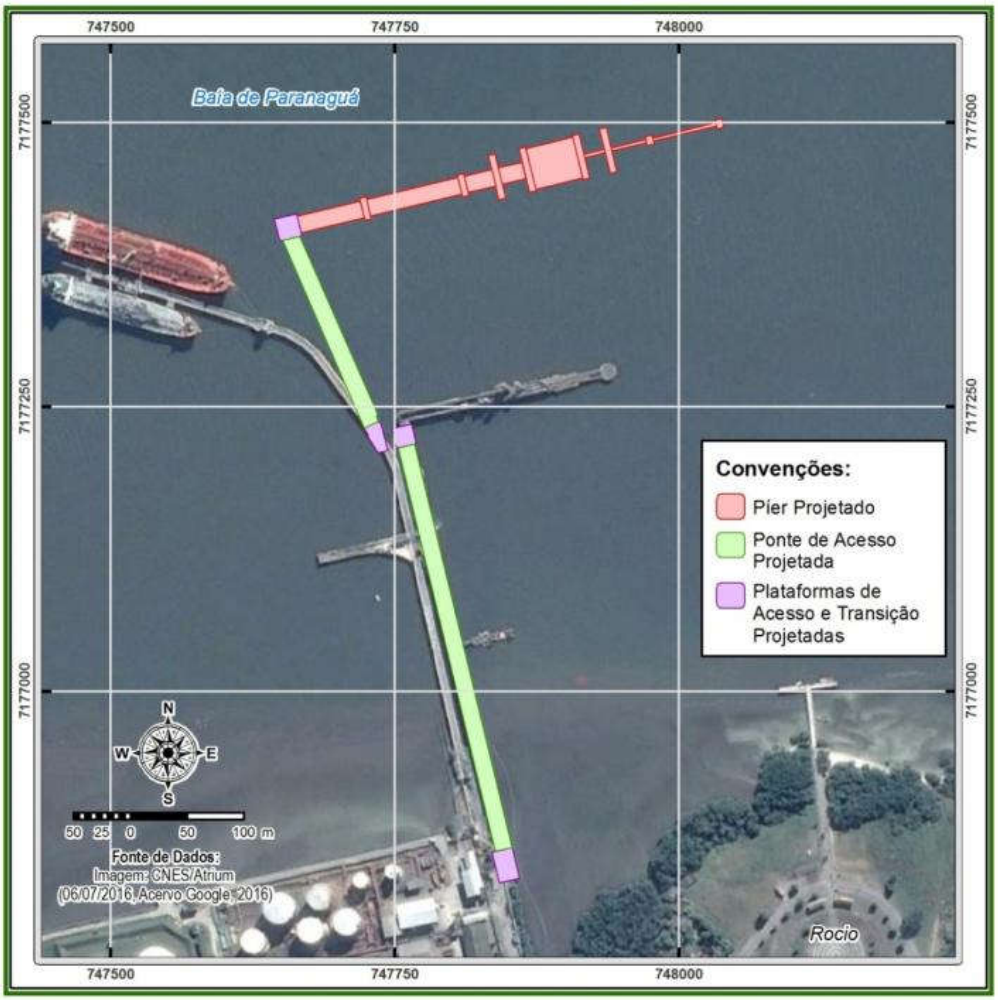
Nota: LOA (comprimento), B (boca)
Fonte: Projetos Conceituais para as Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, 2013

5.5.1.5 Características operacionais básicas do Píer L

O Terminal de Granéis Líquidos terá atuação no segmento de exportação e importação de etanol, metanol, óleo de soja, diesel, óleo combustível, gasolina, ácido sulfúrico, óleo vegetal, nafta petroquímica, querosene de aviação, misturas hidrolisadas escuras e éter metilterbutílico (MBTE).

Buscando suprir as deficiências das instalações de acostagem de granéis líquidos e atender efetivamente a demanda crescente, o projeto visa implementar o aumento da capacidade de movimentação de granéis líquidos do Porto de Paranaguá através do

prolongamento do píer de inflamáveis, com a construção de dois novos berços para operação com navios de maior porte.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 5-116 – Layout do Terminal de Graneis Líquidos – Píer L

Foi arbitrada para estimativa de capacidade de movimentação nos berços uma densidade de 0,81 t/m³ dos produtos para toda movimentação, dado que a maioria dos produtos movimentados possui esse valor de densidade, bem como o sentido exportação.

Admitiu-se também uma taxa de ocupação do Berço de 60%. Dessa forma, com as premissas adotadas, se chega a uma capacidade de movimentação anual de 8.398.080 toneladas:

Tabela 5.26 – Movimentação do berço

Movimentação Nominal	800m³/h
Densidade dos Produtos	0,81 t/m³
Quantidade de Bombas	4
Eficiência Operacional	75%
Nº de Horas Operacionais/ano (20h x 360)	7200
Taxa de Ocupação	60
Movimentação Efetiva	**8.398.080**

Os modais de transporte considerados para a operação também estão descritos no item 5.5.2 Acessos e Rotas – Fase de Operação.

As embarcações previstas na operação do Píer L estão descritas a seguir:

Tabela 5.27 – Características dos navios de projeto – Píer L

Navio de Granéis Líquidos	Tipo	TPB (t)	LOA (m)	B (m)	Calado Máximo (m)
Maior	*Cape Size*	100.000	280	41	15
Menor	*Handy Size*	34.700	183	28,3	10,5

Nota: LOA (comprimento), B (boca)
Fonte: Projetos Conceituais para as Obras de Ampliação do Porto de Paranaguá, 2013

5.5.1.6 Locais de Armazenamento

De acordo com o Plano Mestre Preliminar de 2016, os locais de armazenamento das cargas movimentadas pelos píeres implantados deverão ser definidos em consonância com o Programa de Arrendamentos Portuários do Governo Federal (Bloco 2).

O Programa de Arrendamentos Portuários está inserido no Programa de Investimentos em Logística – Portos (PIL-Portos) do Governo Federal e prevê, para o Porto de Paranaguá, o arrendamento de seis (6) áreas, incluindo terminais já existentes e novos terminais (projetos *greenfield*). Nesse contexto, os locais de armazenamento

serão de responsabilidade dos operadores de cada berço e serão consolidados após os arrendamentos das áreas.

Na Figura 18 são ilustradas as seis áreas do Porto de Paranaguá incluídas no Programa de Arrendamentos Portuários.

Fonte: Programa de Investimentos em Logística – Portos (PIL-PORTOS, 2016)

Figura 5.117 – Áreas do Porto de Paranaguá incluídas no Bloco 2 do Programa de Arrendamentos Portuários

5.5.1.7 Características do Complexo Náutico

As áreas reservadas para a operação serão devidamente preparadas de apoio náutico, atendimento ao segmento de turismo náutico (marina e terminal de passageiros, com receptivo), navios de passageiro, áreas de convivência, administrativa e elementos de promoção do turismo regional.

O Complexo Náutico e área de Convivência irão contemplar diferentes atividades comerciais, sociais, culturais e recreativas necessárias para promover uma eficiente e agradável estrutura portuária operacional, administrativa, turismo e lazer.

O projeto irá contar com 4 edifícios similares contemplando uma área total de 40.000 (quarenta mil) metros quadrados, ou seja cada Edifício deverá contemplar uma área de 10.000 (dez mil) metros quadrados. Os Edifícios serão destinados para a implantação do Novo Centro Administrativo/Operacional da APPA, da hotelaria e dos Edifícios corporativos/comerciais.

Além dos edifícios, o Complexo Náutico irá operar um Terminal Marítimo de Passageiros, restaurante, área para serviços e atendimento ao turista, torre panorâmica, heliporto, marina, playground, estacionamentos, áreas de circulação, paisagismo, guaritas e outros.

5.5.2 Acessos e Rotas – Fase de Operação

Na presente seção serão apresentados os acessos e rotas que se pretende utilizar durante a fase de operação dos empreendimentos em licenciamento. Dada a existência do Porto de Paranaguá, tanto o modal rodoviário quanto o aquaviário já são utilizados e, dessa forma, a intensidade e condições atuais de uso também são discutidas.
Em relação ao modal rodoviário, foi realizado estudo específico detalhado para melhor contextualização sobre o assunto. O mesmo encontra-se apresentado no Anexo XII – Avaliação de Impactos do Tráfego.

5.5.2.1 Acesso Aquaviário

O acesso marítimo ao Porto já com os empreendimentos implantados, continuará sendo realizado pela barra de entrada a partir do Canal da Galheta, que possui largura variando de 150 a 200 metros, com 20 milhas de extensão e profundidade que varia de 13 a 16 metros. No entanto, está previsto no projeto de dragagem de aprofundamento, objeto de outro licenciamento, o alargamento do canal. No contexto do Porto ampliado, o Canal da Galheta terá duas vias para navios com aproximadamente 439 metros de largura, que é equivalente a 8,6 vezes a boca do maior navio a ser operado no Porto.

De acordo com o Plano Mestre de 2016, para o ano de 2015, a demanda sobre o acesso aquaviário ao Porto de Paranaguá foi de:

- 1.897 acessos ao Porto de Paranaguá;
- 226 acessos ao TUP Cattalini.

A frota de navios de granéis líquidos que escalam a baía de Paranaguá não deverá sofrer uma grande alteração, ao contrário do que se espera para os navios de granéis sólidos. Essa conclusão considera a vida útil dos navios de granéis líquidos no Brasil, que, em média, é 50% maior que a dos mesmos navios no restante do mundo, e o tamanho da frota em construção de bandeira brasileira. Além disso, com as dragagens executadas, será possível a utilização de navios de maior porte para a movimentação no píer L.

A movimentação de combustíveis é feita, principalmente, na cabotagem. O Programa de Renovação da Frota da Transpetro, em execução, prevê a construção de navios *Panamax* para petróleo cru e produtos escuros, e navios de 32.000 e de 48.000 TPB para produtos claros. Tais navios deverão substituir diversos dos afretados estrangeiros que, atualmente, operam na cabotagem.

Além disso, os navios *Panamax* ou superiores que transportam produtos crus deverão escalar a monoboia de São Francisco do Sul, que abastece a mesma refinaria que o terminal da Cattalini em Paranaguá. Portanto, não se esperam grandes mudanças na frota de navios que movimentarão derivados de petróleo no Porto de Paranaguá nos próximos anos.

Quanto aos navios transportadores de produtos químicos, o crescimento do porte médio depende em parte significativa da evolução das importações de metanol, que são de maior escala e se processam em lotes maiores, e que, por sua vez, estão ligadas à produção de biodiesel. Mesmo que o etanol se torne competitivo nesse processo e que as importações de metanol sejam reduzidas, espera-se um aumento da participação relativa dos navios de maior porte em detrimento dos de menor porte.

Para a movimentação de óleos vegetais, dada a forte predominância do óleo de soja, sugere-se um crescimento da participação dos navios de maior porte, conforme mostram os dados de construção da frota mundial do ISL (2015), uma vez que os lotes movimentados desse óleo são normalmente maiores que os dos demais.

Desta forma, considerando que na ampliação do Píer em L prevê-se a implantação de dois novos berços de atracação e as médias operacionais do Porto de Paranaguá para os berços do Píer Público de Inflamáveis, prevê-se para a movimentação de granéis líquidos, um aumento de aproximadamente 18 embarcações por mês, considerando *HandySize*. Este número poderá ser menor, caso o tamanho dos navios utilizados sejam maiores, Esta quantidade dependerá da frota que estará sendo utilizada.

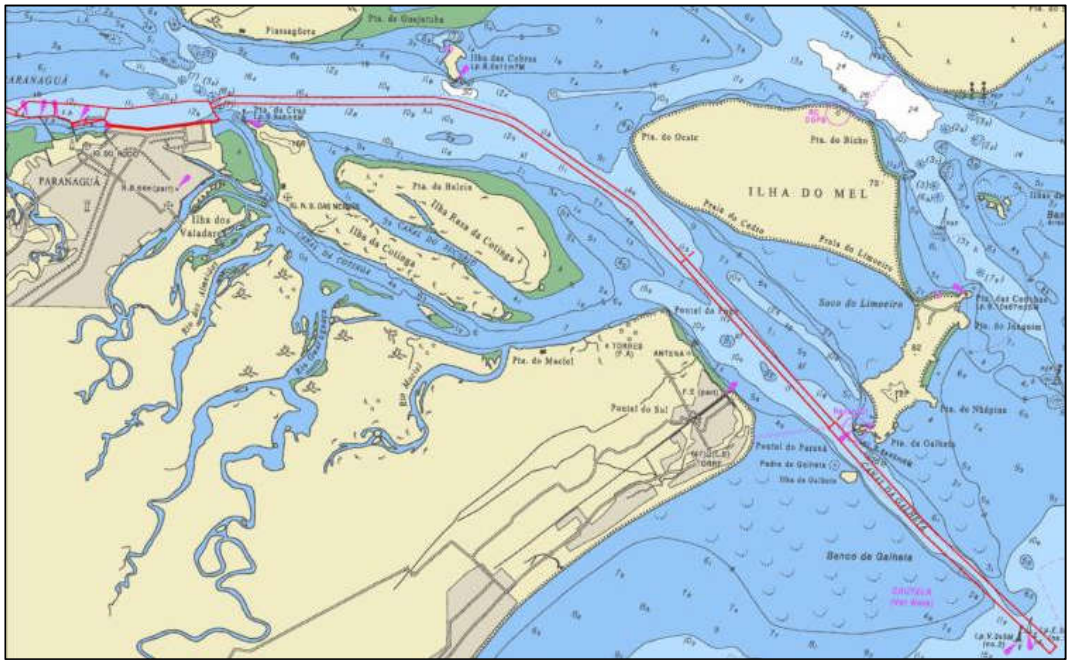
No caso dos graneleiros que embarcam soja, a presença maciça dos *Panamax*, que já se observou em 2014, sugere que haverá uma participação cada vez mais significativa de navios de maior porte, sendo mais frequente a presença dos *Minicapesize*, conforme a nova frota em construção no mundo (ISL, 2015).

No eventual aprofundamento do canal e dos berços, os navios de maior porte serão uma opção mais econômica para a exportação das cargas a granel, atraindo uma quantidade significativa de graneleiros da classe *Capesize*. Apesar da certeza do aumento do porte médio dos navios ao longo do horizonte de análise, ainda haverá uma presença significativa dos navios *Panamax*, migrando ao longo dos anos para os navios de maior porte. Para o farelo de soja, a frota de navios deverá sofrer uma alteração do perfil da mesma forma que o restante da frota mundial.

Para o transporte de granéis sólidos, considerando a média do setor operacional do Porto de Paranaguá para estes tipos de produtos, prevê-se que cada berço novo irá receber 7 navios/mês. Portanto, como ao final do projeto de ampliação estão previstos a construção de 8 berços, o aumento previsto do número de embarcações será de 56 navios/mês. Assim como no caso dos granéis líquidos, este número poderá ser menor, caso o tamanho dos graneleiros utilizados também sejam maiores. Tanto para os graneleiros como para aqueles que transportam granéis líquidos, a navegação até o Porto de Paranaguá ocorre exclusivamente pelo canal da Galheta, conforme Figura 5.118.

Para este projeto também prevê-se a instalação de um Complexo Náutico, o qual poderá atrair cerca de 5 navios de turismo por temporada. Em função das marinas existentes, durante todo o ano poderão ocorrer pequenas embarcações, para fim de turismo e lazer, com rotas dentro da própria baia de Paranaguá ou até as ilhas da região, conforme apresentado no Anexo I – Mapa 40 - Sistema de Fluxo Terrestre e Aquaviário.

Nesse contexto, conclui-se, que a ampliação do Canal da Galheta previsto no projeto de dragagem de aprofundamento atenderá a demanda de movimentação do projeto de ampliação e outras demandas futuras.



Fonte: APPA, 2016

Figura 5.118 – Acesso Marítimo – Canal da Galheta

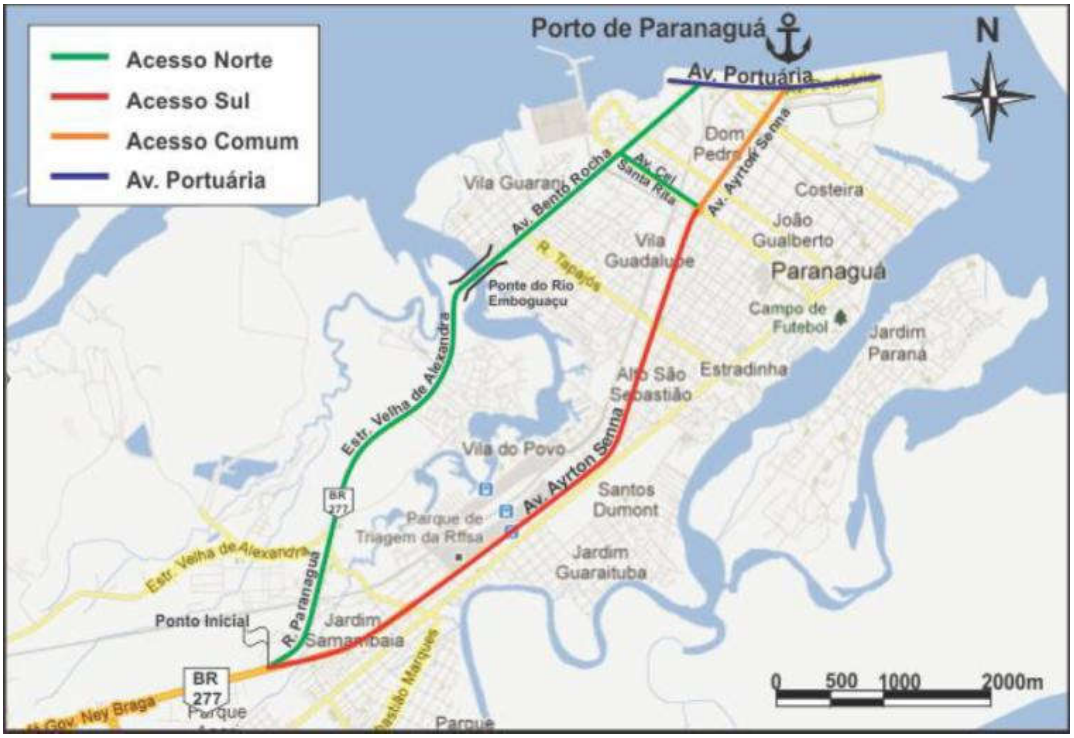
5.5.2.2 Acesso Rodoviário

Como já comentado nesse EIA, o principal acesso rodoviário ao Porto de Paranaguá é realizado pela rodovia federal BR-277, que liga o município de Paranaguá à capital do

Estado, Curitiba. As rodovias apresentadas encontram-se em bom estado de conservação e, na sua maioria, possuem pista dupla.

Para os municípios de Pontal do Paraná, Matinhos e Guaratuba, o deslocamento pode ser feito através de duas rodovias estaduais, a PR-407 e a PR-508.

Conforme procedimentos da APPA há rotas viárias específicas estabelecidas para granéis sólidos, granéis líquidos, carga geral, contêineres e veículos, com o intuito de organizar o tráfego e minimizar possíveis impactos com a cidade.



Fonte: Plano Mestre – Paranaguá, 2014

Figura 5.119 – Acesso à Paranaguá – Plano Mestre

Fonte: APPA, 2016

Figura 5.120 – Rotas para caminhões com destino ao Porto de Paranaguá

No tocante ao segmento de granéis sólidos, sentido exportação, em face desses caminhões terem passagem obrigatória pelo Pátio de Triagem visando à classificação do produto, foi estabelecida uma rota específica, para benefício logístico do Porto e evitar a aglomeração de veículos nas vias urbanas da cidade. Desta maneira, os caminhões destinados ao Corredor de Exportações do Porto de Paranaguá, terão a rota de entrada pela Av. Bento Munhoz da Rocha Neto (prolongamento da BR-277 e único acesso ao Pátio de Triagem sentido Curitiba-Paranaguá), passando pela Av. Portuária e finalmente descarregando nas moegas do Terminal.

Para estudar as condições atuais das principais vias já citadas que poderão ser utilizadas no período de operação (e também de implantação) foram desenvolvidos estudos específicos das capacidades atuais das vias, projeções com e sem a implantação e operação do empreendimento. Esse estudo é apresentado no Anexo XII

– Avaliação de Impactos do Tráfego. Alguns dados são apresentados aqui. Demais detalhes podem ser visualizados no anexo. Os dados de fluxos atuais e projeções futuras (sem píeres) foram utilizados do Plano Mestre do Complexo Portuário de Paranaguá e Antonina (APPA, 2016). Tais dados consideram dados das concessionárias das rodovias da região, do Departmaento de Estradas e Rodagem - DER e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT.

Calculou-se as estimativas de incremento de veículos nas principais vias de acesso após a implantação dos píeres e Complexo Náutico, seguindo o cronograma:

- Píer T: Início de operação no ANO 3
- Píer F: Início de operação no ANO 4
- Píer L: Início de operação no ANO 8
- Complexo. Náutico: Início de operação no ANO 8

Assim sendo, após o diagnóstico da situação atual das principais vias de acesso e cálculo estimativo do incremento do número de veículos nas mesmas, com a implantação do empreendimento, definiu-se o seguinte cenário:

- Av. Senador Fontana – Bento Rocha
  - Ano 0 ➔ 706 UCP/hora (Nível de serviço “D”)
  - Ano 1 ➔ 723 UCP/hora (Nível de serviço “D”)
  - Ano 2 ➔ 740 UCP/hora (Nível de serviço “D”)
  - Ano 3 ➔ 929 UCP/hora (Nível de serviço “D”)
  - Ano 4 ➔ 1.101 UCP/hora (Nível de serviço “E”)
  - Ano 5 ➔ 1.119 UCP/hora (Nível de serviço “E”)
  - Ano 6 ➔ 1.139 UCP/hora (Nível de serviço “E”)
  - Ano 7 ➔ 1.159 UCP/hora (Nível de serviço “E”)
  - Ano 8 ➔ 1.302 UCP/hora (Nível de serviço “F”)

- Av. Ayrton Senna da Silva
  - Ano 0 ➔ 1.681 UCP/hora (Nível de serviço “D”)
  - Ano 1 ➔ 1.719 UCP /hora (Nível de serviço “D”)
  - Ano 2 ➔ 1.758 UCP /hora (Nível de serviço “D”)

Ano 3 ➔ 1.970 UCP /hora (Nível de serviço “D”)
Ano 4 ➔ 2.165 UCP /hora (Nível de serviço “E”)
Ano 5 ➔ 2.208 UCP /hora (Nível de serviço “E”)
Ano 6 ➔ 2.252 UCP /hora (Nível de serviço “E”)
Ano 7 ➔ 2.298 UCP /hora (Nível de serviço “E”)
Ano 8 ➔ 2.468 UCP /hora (Nível de serviço “E”)

Conclui-se assim, que os Níveis de Serviço dos Principais Acessos ao porto, Av. Senador Atílio Fontana (Bento Rocha) e Av. Ayrton Senna, chegam às classificações “E” e “F” entre os anos 03 e 04 devido ao início das operações dos píeres (algumas interseções já se encontram atualmente). Isto indica que a partir destes anos a capacidade destas vias ultrapassa o limite tolerável definido pelo DNIT.

Para minimizar tal situação, recentemente, em outubro de 2017, a APPA estabeleceu um convênio com o Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná, disponibilizando recursos para construção de um viaduto no acesso ao município de Paranaguá no trecho da BR-277 que dá acesso as avenidas Bento Rocha e Ayrton Senna, principais vias para o Porto de Paranaguá. Quando da instalação de tal obra, vislumbra-se uma melhoria nesse entroncamento.

A capacidade dos trechos das vias do entorno foi verificada no Plano Mestre de Paranaguá por meio do cálculo do nível de serviço demostrado acima, conforme o método de fluxo ininterrupto do HCM, obtendo-se os volumes máximos horários tolerados para os *Level of Service* (LOS) D, com o respectivo ano em que ocorre a saturação.

Vale salientar que os níveis de serviço englobam um intervalo de Volumes de Hora Pico (VHP) e, portanto, nesta análise considera-se o VHP correspondente ao limite superior de cada LOS e o ano para o qual esse volume foi projetado. Ademais, as taxas de crescimento utilizadas para estimar o volume e o respectivo ano em que o nível de serviço D será alcançado encontram-se descrito na Tabela 5.28.

Tabela 5.28 – Capacidade por trecho das vias do entorno portuário

Rodovia-segmento	Trecho SNV	Sentido	Extensão (m)	VHP (LOS D)	Ano
BR-277 - Av. Senador Atílio Fontana	277BPR0010	Norte-Sul	4,7	778	2023
BR-277 - Av. Senador Atílio Fontana	277BPR0010	Sul-Norte	4,7	818	2021
BR-277 - Av. Ayrton Senna da Silva-1	-	Oeste-Leste	1,3	1.996	2032
BR-277 - Av. Ayrton Senna da Silva-1	-	Leste-Oeste	1,3	2.487	2030
Av. Ayrton Senna da Silva-2	-	Oeste-Leste	1,9	2.575	2024
Av. Ayrton Senna da Silva-2	-	Leste-Oeste	1,9	2.302	2038

Fonte: LabTrans/UFSC (2016)

A situação da BR-277 apresentou melhoras em relação a filas de caminhões, que eram formadas nessa rodovia. Isso adveio da implantação do pátio de triagem do Porto de Paranaguá, o qual colabora na diminuição de caminhões trafegando nas vias de acesso ao porto. Atualmente, não há rotas alternativas com mesmas características para substituir a BR-277, que apesar das melhorias já realizadas, possui trechos classificados como “E” e “F” no Plano Mestre, correnspondendo a demanda de tráfego que pode ocasionar a formação de filas. Essa rodovia tem gestão realizada pela concessionária Ecovia por meio do Contrato de Concessão nº 076/97 com o governo do estado do Paraná, o qual possui como uma série de obrigações em relação a obras de melhoramentos destinatadas a aumentar a segurança e comodidades dos usuários da referida via.

Ainda dentro dess contexto, uma proposta de implantação de um novo pátio de caminhões na região da vila da Madeira já aprovado pela Ibama, o qual deve colaborar na diminuição da presença de caminhões estacionados em locais inapropriados nos

acessos ao Município de Paranaguá e evitar formação de filas no retorno dos veículos pesados pela BR-277.

Em relação à PR-407, via e menor utilização para cargas, o aumento do volume de tráfego poderá passar a dificultar a entrada de veículos no sentido Paranaguá, demandando, a médio e longo prazo, uma possível extensão na faixa de transição.

Para a operação do Porto de Paranaguá ampliado serão utilizadas as vias supracitadas (Figura 5.119). Este cenário pode levar a outros problemas, como o comprometimento do pavimento, necessitando que o mesmo sempre passe por manutenções periódicas quando necessárias.

5.5.2.3 Projetos de melhoria para os acessos rodoviários

Há obras de melhoria dos acessos rodoviários já previstas, fora do escopo desse licenciamento ambiental, no entanto, são importantes para a futura ampliação do porto, de acordo com o Plano Mestre do Porto de Paranaguá:

BR-277/PR – Adequação do acesso ao Porto de Paranaguá

A adequação da BR-277 no acesso ao Porto de Paranaguá compreende 6,6 km da Av. Ayrton Senna da Silva, que corresponde ao trecho que se estende da entrada do Porto de Paranaguá até o início da concessão à Ecovia (do Km 1,50 ao Km 8,10). A avenida receberá nova pavimentação, sendo 5,2 km de pavimentação do tipo flexível e 1,4 Km de tipo rígido (concreto).

Fonte: LabTrans/UFSC (2016)

Figura 5.121 – Desenho Esquemático do trecho da BR-277 a ser pavimentado

De acordo com o proposto no Plano Mestre, a obra, orçada em R$ 493.953,35, é de responsabilidade do DNIT e ainda se encontra em ação preparatória.

Construção de viadutos na Avenida Ayrton Sena

Ainda na Av. Ayrton Senna da Silva, a APPA estuda a construção de cinco novos viadutos que, após implantados, contribuirão com a melhoria do fluxo de veículos na cidade e também no Porto de Paranaguá. Os viadutos serão situados nos seguintes pontos:

- km 0 (ou km 5 da BR-277), na interseção com a BR-277;
- km 1,5, no cruzamento com a Av. Senador Atílio Fontana;
- km 3,4, no trevo de acesso da Fertipar;
- km 4,3, no trevo de acesso ao Aeroparque;
- km 6,7, no entroncamento com a Av. Cel. Santa Rita.

Fonte: LabTrans/UFSC (2016)

Figura 5.122 – Desenho Esquemático com a localização dos novos viadutos da Av. Ayrton Senna da Silva

O viaduto do km 0 da Av. Ayrton Senna da Silva deve melhorar o tráfego intenso causado pelo afunilamento da via que se junta à Av. Senador Atílio Fontana, de modo a contribuir para a diminuição de acidentes no local. No km 1,5 o viaduto irá substituir a rótula existente, amenizando o tráfego que se mostra intenso no local. No km 3,4 a rótula também será substituída por um viaduto, facilitando o tráfego local aonde encontram-se diversas empresas instaladas. Logo em seguida, no km 4,3, no cruzamento que dá acesso ao Aeroparque, também será implantado um novo viaduto.

Outro ponto onde se faz necessária a construção de um viaduto é no km 6,7, na rótula onde a Av. Ayrton Senna da Silva cruza com a Av. Cel. Santa Rita, que é uma das principais vias da cidade de Paranaguá. As obras dos viadutos têm um investimento previsto de 40 milhões, que serão provindos de recursos da APPA. No entanto, o investimento depende da autorização do DNIT e da ANTAQ para passar para a etapa seguinte de licenciamento ambiental.

Revitalização da Avenida Bento Rocha

A obra compreende os 2,8 quilômetros da Av. Bento Rocha e prevê, além da recuperação da pavimentação em concreto, obras de drenagem e construção de uma ciclovia.

Fonte: LabTrans/UFSC (2016)

Figura 5.123 – Desenho Esquemático com a localização dos novos viadutos da Av. Ayrton Senna da Silva

A obra é de responsabilidade do DER/PR, contudo, será realizada com recursos da APPA, estimados em R$ 15 milhões.

Ampliação do Pátio de Triagem

O Pátio de Triagem tem capacidade estática para abrigar até mil caminhões estacionados simultaneamente, mas diariamente passam pelo local cerca de 2,5 mil caminhões com o objetivo de descarregar grãos no período de safra.

Buscando aumentar a capacidade estática do Pátio de Triagem para recebimento de mais 1.300 caminhões foi adquirida uma nova área, sendo esta uma atividade referente ao Programa de Recuperação e Ampliação da Capacidade do Pátio de Triagem do Porto de Paranaguá.

5.5.2.4 Acesso Ferroviário

O acesso ferroviário aos empreendimentos será realizado pela RUMO-ALL, através da Serra do Mar, permitindo a interligação com outras regiões do país e com países do MERCOSUL.

A malha ferroviária por onde são realizados os acessos ao Porto de Paranaguá possuem condições técnicas distintas. O trecho que atravessa a Serra do Mar e o trecho, que interliga Araucária (sul de Curitiba) à Paranaguá são os que apresentam a maior limitação com restrições de carga por eixo.

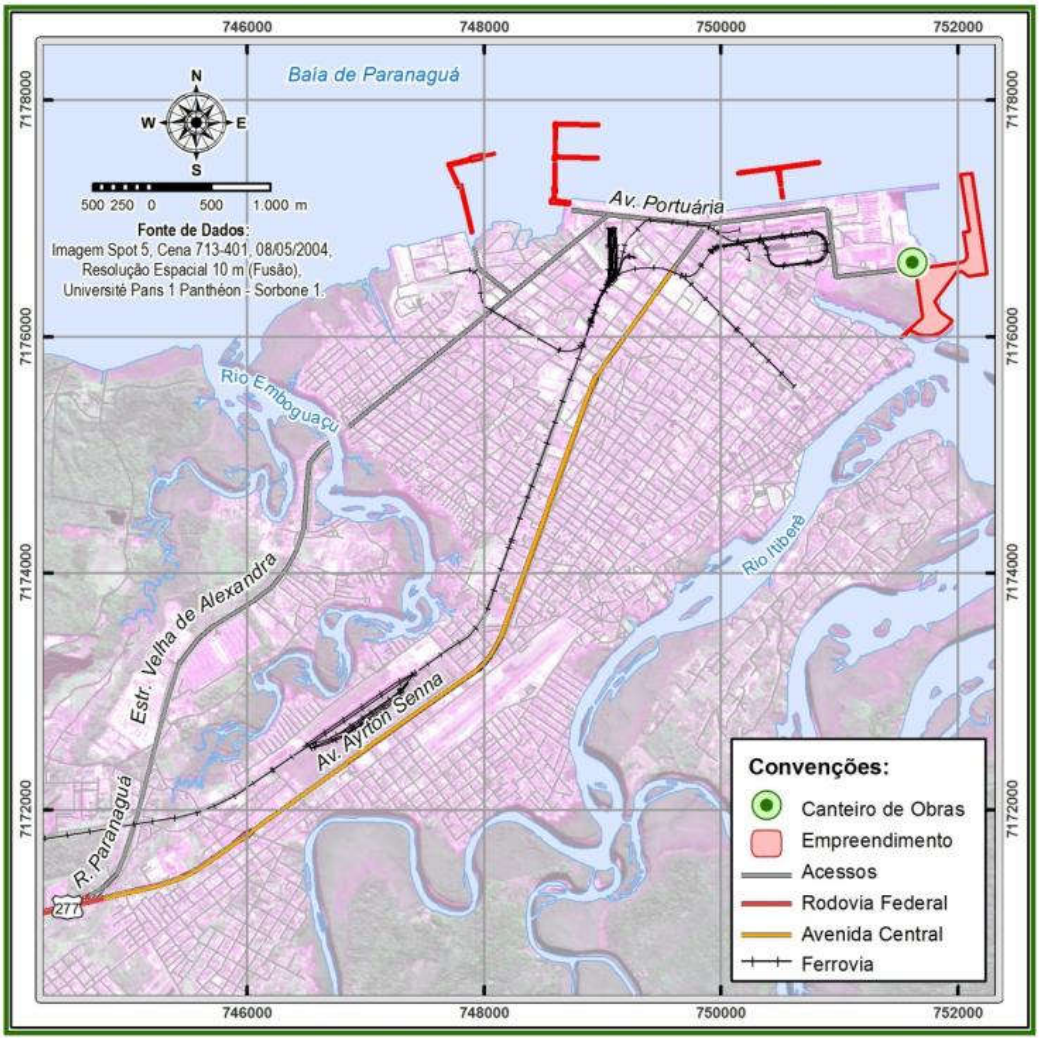
Projetos de melhoria dos acessos ferroviários

Algumas obras de melhoria dos acessos ferroviários já estão previstas, mas estão fora do escopo desse licenciamento ambiental, no entanto, são importantes para a futura ampliação do porto ampliado

De acordo com dados apresentados no Plano Mestre de 2016, até 2020 a RUMO-ALL pretende investir cerca de R$ 1,9 bilhão nas ferrovias do estado do Paraná. É estimada a aplicação do valor na via permanente, compra de locomotivas e vagões. Os trechos que deverão receber investimentos serão os 650 km de Londrina e Maringá até Paranaguá.

Com este investimento, espera-se aumentar em 60 % o volume transportado no Paraná, podendo chegar a até 25 milhões de toneladas em 2020. Destaca-se que tais obras dependem da negociação com o Governo Federal, no que se refere a renovação do contrato de concessão.

A expectativa é que o Porto de Paranaguá aumente a capacidade de recebimentos de produtos, através da ferrovia, em 400 mil toneladas por mês.



Fonte: Prefeitura de Paranaguá (adaptado)

Figura 5.124 – Malha ferroviária em Paranaguá

Há ainda uma proposta do Governo do Estado para a construção de um novo ramal ferroviário, de cerca de 1.000 quilômetros, para facilitar o escoamento da produção agrícola, que vai ligar a região de Dourados, no Mato Grosso do Sul, ao Porto de Paranaguá.

De acordo com informações da FERROESTE[1] a nova ferrovia terá dois trechos ferrroviários:

> *O **Trecho 1** da nova ferrovia de concessão estadual ligando Guarapuava ao porto terá 400 km de extensão, descendo a serra em paralelo à BR-277. A concessão desse trecho será estadual. O **Trecho 2** prevê a extensão de um ramal de Cascavel a Maracaju (MS) com a construção de 350 km de ferrovias. O projeto prevê ainda a revitalização do trecho de 250 km já existente e operado pela Ferroeste entre Guarapuava e Cascavel.*

O Governo do Paraná inicialmente estará licitando estudos técnico-operacionais, econômico-financeiros e ambientais para reestruturação do projeto.

5.5.3 Infraestrutura de Apoio, Insumos e Utilidades

Por se tratar de obra de ampliação, as novas instalações utilizarão os sistemas de utilidades já em funcionamento, sendo necessárias as devidas adequações/complementações ao sistema existente. Para o Complexo Náutico também deverão ser consideradas a infraestrutura e insumos descritos a seguir. Neste sentido, tem-se:

5.5.3.1 Energia elétrica

Será fornecida pela concessionária Companhia Paranaense de Energia - COPEL, fornecida na tensão de 13,8 KV. Deverá ser projetada subestação dimensionada para a necessidade das obras de ampliação, conforme padrão da concessionária local. Atualmente a potência instalada para transformação é de 24.300KVA, e a capacidade instalada é de 20 MW.

---

[1] Informação disponível em: < http://www.ferroeste.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=132 > acessado em 27/03/2018.

5.5.3.2 Água

O suprimento é feito pela Empresa Paranaguá Saneamento, com hidrômetros instalados nos reservatórios (recebimento). A água potável está disponível em todos os berços de atracação através de hidrantes e, adicionalmente, suprimento através de barcaças. Na operação do Complexo Náutico, cada estrutura terá um hidrômetro individualizado. Estima-se o consumo de água de:

- 600 m³/mês para o Píer T;
- 600 m³/mês para o Píer F;
- 300 m³/mês para o Píer L;
- 4.300 m³/mês para o Complexo Náutico.

5.5.3.3 Telecomunicações

Estão sendo previstos nas futuras instalações modernos sistemas de comunicação e informática, incluindo redes de comunicação, distribuição dos pontos de controle das remotas, sistema de CFTV.

5.5.3.4 Automação

Sala de comando e operação com sistema de controle e automação, composto de hardware e software, cabeamento estruturado, remotas e conexão a todos os equipamentos e instrumentação de campo.

5.5.4 Efluentes Líquidos

Na fase de operação, as empresas privadas terão seus terminais instalados em áreas arrendadas, desenvolvendo diversas atividades relacionadas à movimentação e armazenagem de cargas nos píeres T, F e L. Já para os efluentes advindos do Complexo Náutico foi considerado as características de marinas, terminais hidroviários de passageiros, e embarcações de turismo e lazer, além do hotel, edifício administrativo da APPA e edifício comercial

A geração de efluentes, comum aos empreendimentos desse porte, está relacionada principalmente ao esgoto sanitário oriundo da permanência de trabalhadores nas instalações, águas de lavação de equipamentos, veículos de transporte e da drenagem pluvial.

Para o cálculo do volume das principais fontes de geração de efluentes foram adotadas as seguintes premissas:

5.5.4.1 Esgoto sanitário gerado por empreendimento

Volume de esgoto produzido por dia, por funcionário: 80 litros/pessoa. Este valor é baseado nas boas práticas profissionais adotadas para estimativa preliminar na geração de esgoto sanitário.

N° funcionários previstos no Píer L ----------→100 colaboradores;
N° funcionários previstos no Píer F ----------→200 colaboradores;
N° funcionários previstos no Píer T ----------→200 colaboradores;
N° funcionários previstos no Complexo Náutico ---→420 colaboradores.

Cálculo do Volume em m³/mês:
(Nº de funcionários) * (Esgoto per capito por dia) * (30 dias) = (Esgoto por mês)
Volume de esgoto gerado no Píer L: 100*0,08*30 = 240 m³/mês;
Volume de esgoto gerado no Píer F: 200*0,08*30 = 480 m³/mês;
Volume de esgoto gerado no Píer T: 200*0,08*30 = 480 m³/mês;
Volume de esgoto gerado no Complexo Náutico: 420*0,08*30 = 1008 m³/mês;

Os esgotos sanitários tanto dos píeres quanto do Complexo Náutico deverão ser encaminhados à rede coletora da Paranaguá Saneamento para, posterior, tratamento.

5.5.4.2 Volume de efluente pluvial gerado por empreendimento

Intensidade de precipitação: 2128 mm/ano (0,18 m/mês)
Coeficiente *runoff*: 50%

Cálculo do Volume mensal previsto:
(Precipitação média) * (Área de implantação) * (runoff) = (Volume previsto)

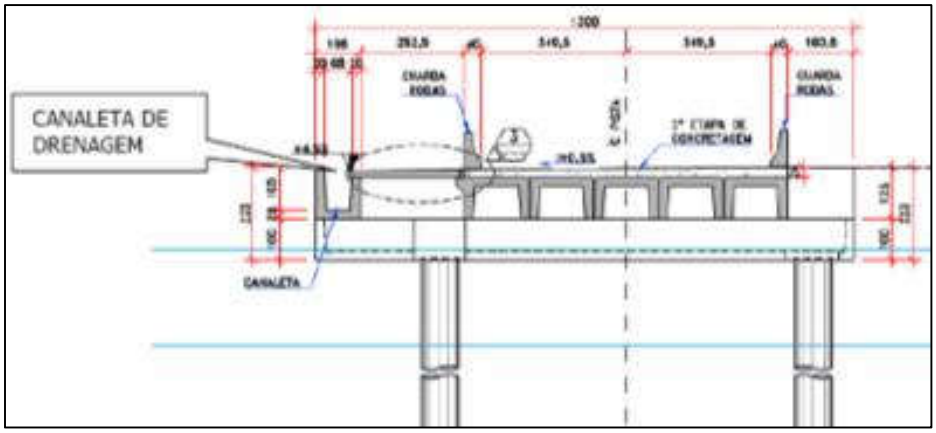
Área de implantação do Píer T: 36.645 m²;
Volume previsto: 0,18*36.645*0,5 = 3.298,05 m³/mês.

Área de implantação do Píer F: 18.758 m²;
Volume previsto: 0,18*22.000*0,5 = 1.980 m³/mês.

Área de implantação do Complexo Náutico: 251.857 m²;
Volume previsto: 0,18*251.857*0,5 = 22.667,13 m³/mês

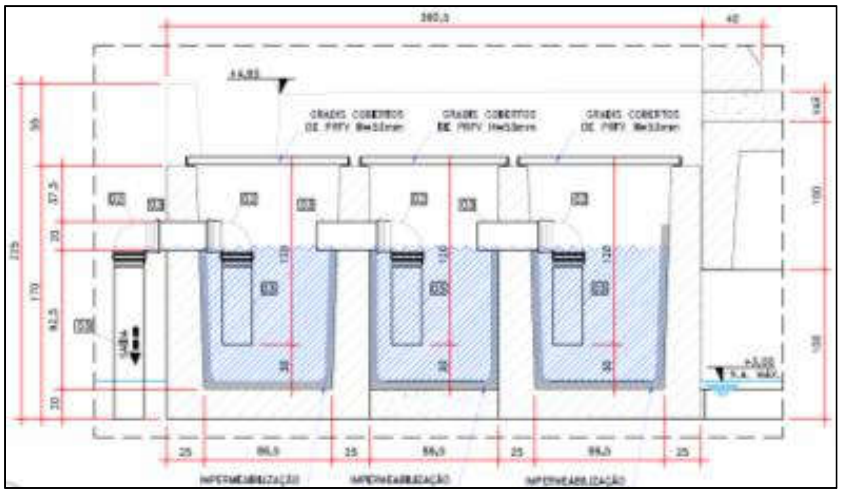
Área de implantação do Píer L: 15.518 m²;
Volume previsto: 0,18*15.518*0,5 = 1.396,62 m³/mês.

O sistema de drenagem pluvial das águas incidentes sobre as futuras pontes de acesso e píeres será constituído por canaletas de concreto inseridas à estrutura protegidas por grades e bacia de decantação. A água incidente, através de caimento dado ao pavimento, é encaminhada às canaletas nas extremidades da estrutura. A partir desta, o efluente é direcionado às caixas de decantação constituídas por câmaras que viabilizam o processo de decantação simples. Para a remoção de eventual material sólido, a empresa responsável deverá seguir o Programa de Gerenciamento de Resíduos da APPA.



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.125 – Dispositivo Padrão do Sistema de Drenagem - Canaleta



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.126 – Dispositivo Padrão do Sistema de Drenagem - Caixa de Sedimentação

5.5.4.3 Volume de efluentes oleosos gerados por empreendimento

O Píer L devido ao transporte de material líquido combustível em suas áreas de operação, e no Complexo Náutico devido, principalmente, a presença do Heliponto e da Marina foram identificados como locais que apresentam a possibilidade de geração de efluente oleoso, tornado necessário a captação e separação da água contaminada antes do seu descarte.

Estima-se que cada uma das duas áreas terá uma caixa separadora de água e óleo (CSAO).

Píer L

Área estimada de captação para o Píer L: 15.518 m²;

Volume previsto: 0,18*15.518*0,5 = 1.396,62 m³/mês.

Para o Píer L é estimado o uso de uma CSAO em concreto armado nas dimensões (0,90m X 1,00m X 3,00m). Essas dimensões foram estimadas tendo como base a boa prática de projeto de sistema oleoso e a natureza da atividade da área de implantação,

cujas medidas serão confirmadas mediante a um estudo hidrológico e hidráulico do sistema para área de projeto.

A seguir é demostrado a dimensão aproximada de uma CSAO para uso na área do Pier L.

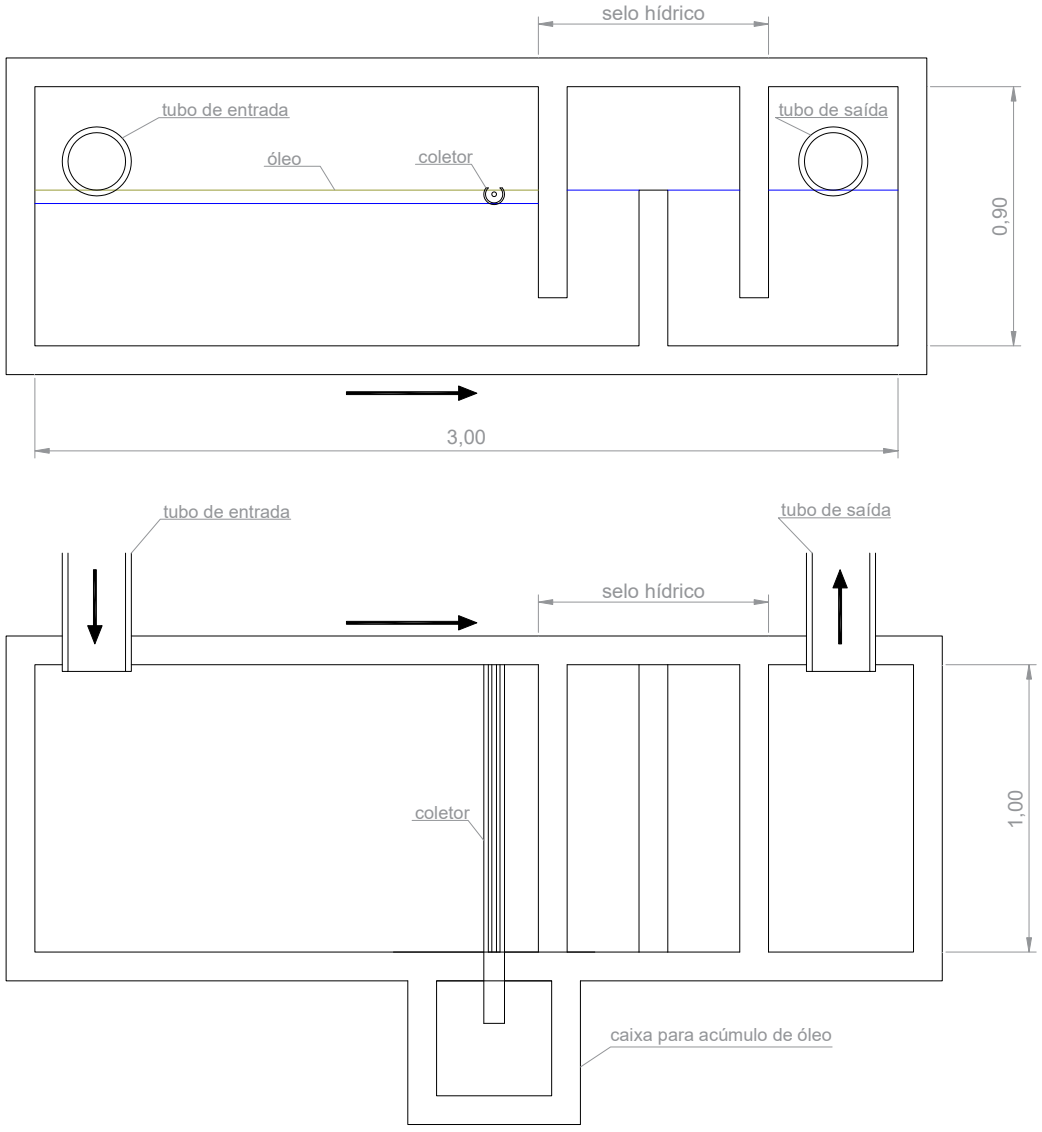


Figura 5.127 – Exemplo demonstrativo de dimensões aproximadas de uma CSAO

O cálculo para o dimensionamento baseia-se na redução da velocidade da vazão afluente, por uma extensão que permita a flotação de gotículas de óleo, até a superfície, enquanto que a água sem esse óleo escoa pelo fundo.

Pelas boas práticas adotadas para projetos similares, a velocidade deve ser inferior 0,30m/s, tempo de recorrência de 1 a 5 anos. Como as partículas de óleo são muito pequenas, seu comportamento é descrito pela lei de *Stokes*, que irá definir sua velocidade de flotação.

As dimensões e localizações da CSAO serão confirmadas a partir do estudo hidrológico seguido do dimensionamento da rede coletora do empreendimento.

Complexo Náutico

Área estimada de captação para o Complexo Náutico: 1.500m²
Volume previsto: 0,18*1.500*0,5 = 135 m³/mês.

Para o Complexo Náutico é estimado o uso de uma CSAO devido a sua pequena vazão afluente. As dimensões previstas (0,64m X 0,80m X 1,60m) foram estimadas baseadas na boa prática de projeto de sistema oleoso e na natureza da atividade da área de implantação, cujas medidas serão confirmadas mediante um estudo hidrológico e hidráulico do sistema para área de projeto.

A seguir observa-se um exemplo demonstrativo de uma CSAO que poderá ser utilizada no Complexo Náutico.

Fonte: http://alfamec.com.br

Figura 5.128 – Exemplo demonstrativo de dimensões aproximadas de uma CSAO

As dimensões e localizações exatas da CSAO do Complexo Náutico serão confirmadas a partir do estudo hidrológico seguido do dimensionamento da rede coletora do empreendimento.

Os efluentes coletados nas CSAO devem ser direcionados, por meio de tubulação para a destinação do sistema oleoso dos terminais e do Complexo Náutico, para tratamento local e, posterior, tratamento em instalações externas.

5.5.5 Resíduos Sólidos

A questão do gerenciamento dos resíduos sólidos na fase de operação dos novos empreendimentos, estes serão incorporados no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, já aprovado pelo Ibama na fase da regularização ambiental do Porto de Paranaguá (Licença de Operação 1173/2013). Cabe destacar que o PGRS é um documento dinâmico e está constantemente em processo de atualização para atender as demandas da área/atividade portuária.

Além desta ação, os novos empreendimentos serão contemplados no Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, este que está no escopo da Licença de

Operação acima citada, sendo executado deste 2013 por empresa terceirizada contratada por esta APPA.

Para dar atendimento ao PGRS, a APPA contrata empresa especializada em locação de caçambas, coleta, transporte e destinação final, está que atende a área do Porto Organizado de Paranaguá e Antonina bem com o pátio de triagem.

Para administrar as atividades portuárias, a APPA implementou o Regulamento do Sistema de Gestão Integrado (Meio Ambiente, Saúde e Segurança do Trabalho) que tem a finalidade de apresentar diretrizes e regras para a gestão, controle e fiscalização das atividades/serviços com o objetivo da preservação do meio ambienta, da saúde e da segurança dos trabalhadores. No referido regulamento está estabelecido os critérios para remoção dos resíduos das embarcações bem como da faixa primária de responsabilidade do terminal/operador portuário.

5.5.5.1 Fontes de geração

As fontes de geração de resíduos na fase operacional após a expansão do Porto serão as mesmas das observadas hoje no Porto de Paranaguá (Administração, Avenida Portuária, Pátio de Triagem, Manutenção, Corredor de Exportação, Faixa e Embarcações), acrescidas de fontes de geração nos novos píeres e das estruturas do Complexo Náutico.

Tabela 5.29 – Situação atual do gerenciamento de resíduos gerados pela APPA.

Resíduo Grupo		Sub Grupo		Descrição	Classificação			Incidência de Rtesíduos (fontes de geração)						
					ABNT NBR 10004	ANVISA RDC 56	IN IBAMA 13/2012	Adm	Avenida Portuária	Pátio de triagem	Manutenção	Corr. exportação	Faixa	Embarcações
1	Papéis	1.1	Papel misto	Cartaz, jornal, revistas, papel branco e colorido.	II-B	D	15 01 01	X	X	X	X	X	X	X
		1.2	Papel contaminado	Papel contaminado com produtos perigosos e tinta.	I	B	15 01 10 (*)		X	X	X	X	X	
2	Plásticos	2.1	Plásticos	Tubos PVC, emb. de produtos de limpeza, lonas, plásticos strech, sacos de ráfia, copos.	II-B	D	15 01 02	X	X	X	X	X	X	X
		2.2	Plásticos contaminados	Embalagens plásticas com produtos químicos.	I	B	15 01 10 (*)		X	X	X	X	X	
3	Metais	3.1	Metais ferrosos	Sucata metálica	II-B	D	15 01 04	X	X	X	X	X	X	
		3.2	Metais não ferrosos	Latas bebidas, sucata, alumínio, cobre e bronze.	II-B	D	15 01 04	X	X	X	X	X	X	
		3.3	Latas de tinta	Latas de tinta, latas prod. Químicos.	I	D	15 01 10 (*)		X	X	X	X	X	
4	Matéria Orgânica	4.1	Óleo vegetal	Óleo de fritura servido	II-A	D	19 08 09			X		X	X	X
		4.2	Restos	Poda do jardim,	II-A	D	19 05 02	X	X	X	X	X	X	

Resíduo Grupo		Sub Grupo		Descrição	Classificação			Incidência de Rtesíduos (fontes de geração)						
					ABNT NBR 10004	ANVISA RDC 56	IN IBAMA 13/2012	Adm	Avenida Portuária	Pátio de triagem	Manutenção	Corr. exportação	Faixa	Embarcações
			vegetais	folhas, grãos, galhos triturados.										
		4.3	Restos animais	Animais mortos (ratos, pombos, etc.).	I	A	02 01 02	X	X	X	X	X	X	X
		4.4	Restos de alimentos	Restos alimentos, pó de café.	II-A	D	20 01 08	X	X	X	X	X	X	X
5	Rejeitos	5.1	Rejeitos em geral	Isopor, papel toalha, etiqueta, barbante, papel higiênico, lâmpada incandescente, luva descartável, vassoura, pano de limpeza, feltro, guardanapo, pincel, rótulos adesivos, resíduos de varrição de ruas.	II-A	D	20 01 99	X	X	X	X	X	X	X
		5.2	Bitucas de cigarros	Bitucas de cigarros em geral.	II-A	D		X	X	X	X	X	X	X
6	Vidros	6.1	Vidros diversos	Embalagens de alimentos, vidros de laboratórios.	II-8	D	15 01 07	X	X	X	X	X	X	X
7	Lâmpadas	7.1	Lâmpadas fluorescentes	Lâmpadas contendo metais pesados	I	B	20 01 21 (*)	X	X	X	X	X	X	
8	Pilhas e	8.1	Pilhas diversas	Pilhas comuns	I	B	16 06 05	X	X	X	X	X	X	X

Resíduo Grupo		Sub Grupo		Descrição	Classificação			Incidência de Rtesíduos (fontes de geração)						
					ABNT NBR 10004	ANVISA RDC 56	IN IBAMA 13/2012	Adm	Avenida Portuária	Pátio de triagem	Manutenção	Corr. exportação	Faixa	Embarcações
	Baterias	8.2	Baterias	Baterias de chumbo ácido, baterias de celular.	I	B	16 06 05	X		X	X	X	X	X
9	Madeira	9.1	Madeira em geral	Embalagens, caixas, refugos do processo, palletes.	II-B	D	17 02 01		X	X	X	X	X	
10	Lodos e borras	10.1	Lodo de ETE	Lodo da estação de tratamento de efluentes.	I / II-A	D	06 05 02							
11	Borrachas	11.1	Borrachas em geral	Correias e esteiras.	II-A	D	19 12 11		X	X	X	X	X	
		11.2	Pneus	Pneus dos veículos em geral	I	B	16 01 24		X	X	X			
12	Entulhos	12.1	Entulhos de obras	Classe A – Conama 307	II-B	D	17 01 07	X	X	X	X	X	X	
13	Oleosos	13.1	Contaminados com óleo	Serragem, maravalha, mangueiras, coifas, areia e outros contaminados com óleo.	I	B	15 02 02 (*)				X	X	X	
		13.2	Trapos de malha contaminados com óleo	Trapos de malhas e estopas contaminados.	I	B	15 02 02 (*)		X	X	X	X	X	
		13.3	Óleo mineral veicular	Óleo de lubrificação, transmissão, hidráulico.	I	B	12 02 01 (*)			X	X			

Resíduo Grupo		Sub Grupo		Descrição	Classificação			Incidência de Rtesíduos (fontes de geração)						
					ABNT NBR 10004	ANVISA RDC 56	IN IBAMA 13/2012	Adm	Avenida Portuária	Pátio de triagem	Manutenção	Corr. exportação	Faixa	Embarcações
		13.4	Óleo dos Navios	Óleo combustível e lubrificantes misturado com água.	I	B	13 04 03 (*)							X
14	Resíduos especiais	14.1	Borra de tinta	Borra de tinta e solvente.	I	B	08 01 11 (*)				X		X	
		14.2	Vernizes e solventes	Borra de verniz, solvente sujo.	I	B	07 01 03 (*)				X		X	
		14.3	Produtos Químicos	Restos de produtos químicos perigosos (laboratoriais)	I	B	16 05 06 (*)				X		X	
15	Resíduos Mistos	15.1	Sucata eletroeletrônica	Capacitores, componentes eletrônicos, fusível e monitores.	I	B	16 02 15 (*)	X	X	X	X	X	X	
		15.2	Embalagens Cartonadas	Embalagens de alimento (longa vida).	II-A	D	15 01 05	X	X	X	X	X	X	X
		15.3	Fiação elétrica	Fiação de cobre encapada, cabos de vela.	II-A	D	17 04 01				X	X	X	
16	Resíduos de saúde	16.1	Classe A - Biológicos	Restos de curativos, gases contaminados.	I	A	18 01 11 (*)						X	X
		16.2	Classe E- perfurantes	Lâminas de corte.	I	E	18 04 01 (*)						X	X
17	Varredura	17.1	Cereais	Resíduos de soja, milho, farelos, etc.	II-A	D	20 02 01		X			X	X	
		17.2	Açúcar	Resíduos de açúcar	II-A	D	20 02 01		X			X	X	

Resíduo Grupo		Sub Grupo		Descrição	Classificação			Incidência de Rtesíduos (fontes de geração)						
					ABNT NBR 10004	ANVISA RDC 56	IN IBAMA 13/2012	Adm	Avenida Portuária	Pátio de triagem	Manutenção	Corr. exportação	Faixa	Embarcações
		17.3	Fertilizantes	Resíduos de fertilizantes em geral.	II-A	D	06 10 02		X			X	X	
18	Resíduos de bordo de navios	18.1	Recicláveis de bordo	Papel, plásticos, metal, vidro, embalagens cartonadas, etc.	II-A	D	15 01 01 15 01 02							
		18.2	Rejeitos de bordo	Resíduos dos sanitários I	I	A	19 08 05							X
		18.3	Orgânicos de bordo	Restos de alimentos	I	A	20 01 08							X
		18.4	Outros perigosos de bordo	Pilhas, baterias, eletrônicos, etc.	I	B	16 06 05							X

Fonte: PGRS, 2016

5.5.5.2 Quantitativos de resíduos

A quantidade gerada de resíduos pode ter significativa variação devido à diferença sazonal de movimentação de granéis no porto de Paranaguá. Dessa forma, é apresentada a média mensal de resíduos estimados por empreendimento em operação. Cabe destacar que o maior volume de resíduos gerados é proveniente do Complexo Náutico.

Tabela 5.30 – Valores estimados de geração de resíduos na operação

Empreendimento	Resíduo	Quantidade Estimada (t/mês)
Píer T	Classe I (Perigosos D)	0,3
	Classe II (Não Inertes)	1,5
	Classe III (Inertes)	0,4
Píer F	Classe I (Perigosos D)	0,3
	Classe II (Não Inertes)	2,1
	Classe III (Inertes)	0,4
Complexo Náutico	Classe I (Perigosos D)	0,5
	Classe II (Não Inertes)	4,5
	Classe III (Inertes)	1
Píer L	Classe I (Perigosos D)	0,3
	Classe II (Não Inertes)	0,1
	Classe III (Inertes)	0,4

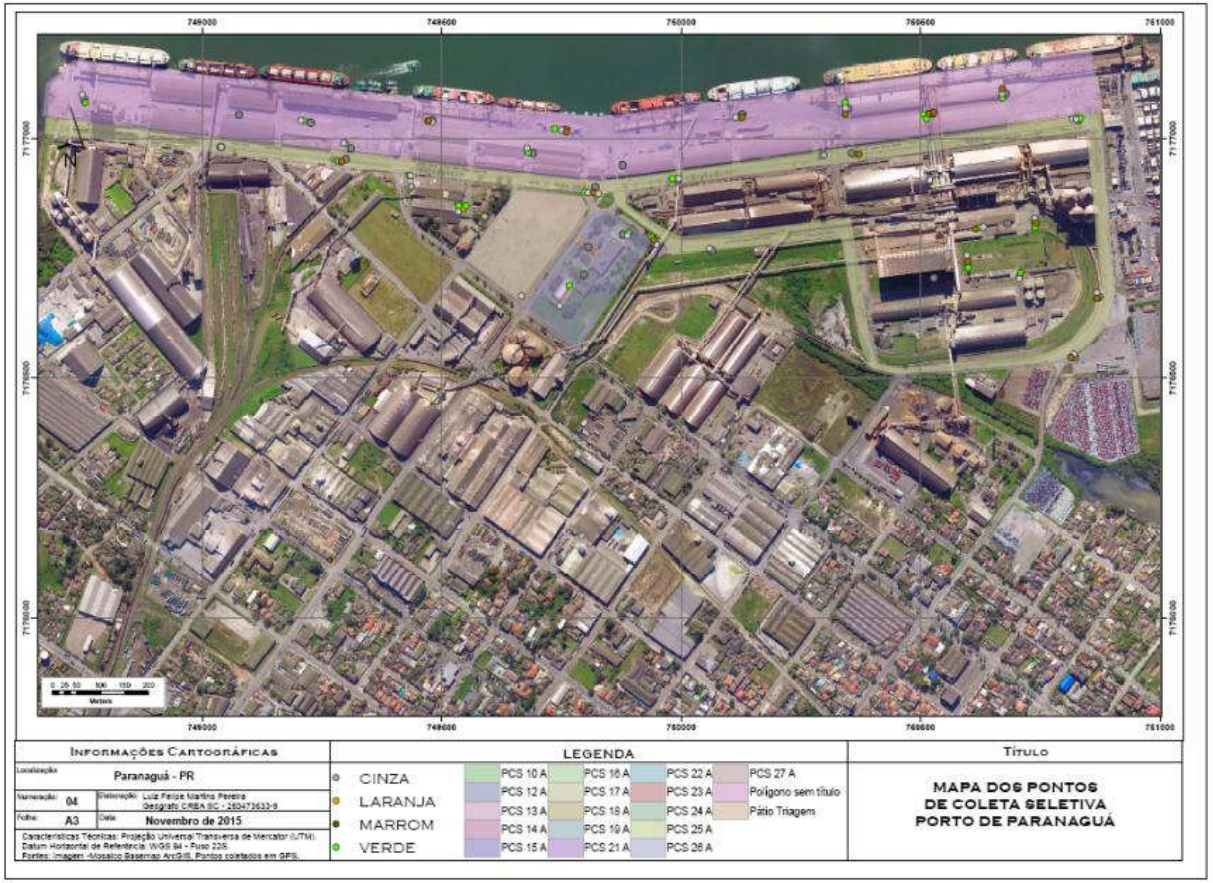
5.5.5.3 Armazenamento temporário

A estrutura de armazenamento temporário dos resíduos sólidos irá compreender a instalação de caçambas metálicas estacionárias com e sem tampa e coletores triplos, que serão categorizados conforme a legislação ambiental, exemplo: recicláveis (recipientes na cor verde), não recicláveis/rejeitos (cor cinza), orgânicos (cor marrom) e contaminados/perigosos (cor laranja).

Essas diretrizes já são aplicadas no PGRS da APPA e serão expandidas para atender a nova demanda com a ampliação do Porto.

Os equipamentos de acondicionamento e, na maioria dos casos, de armazenamento, são distribuídos em Pontos de Coleta Seletiva – PCS, conforme o PGRS, que abrangem um ou mais tipos de equipamentos em uma determinada área de abrangência física (instalações, edifícios, áreas de estacionamento, etc.).

Cabe ressaltar que a configuração atual dos PCS vem passando por frequentes avaliações sempre com o intuito de identificar necessidade de adequações de pontos sob ou subdimensionados em relação ao número e tipo de recipientes para acondicionamento e armazenamento temporário de resíduos. A configuração deverá sofrer novas alterações de posicionamento quando a operação dos novos píeres e do Complexo Náutico for iniciada. A configuração atual é apresentada na Figura 5.129.



Fonte: PGRS, 2016

Figura 5.129 Mapa dos PCS do Porto de Paranaguá

5.5.5.4 Transporte de resíduos

Em conformidade com o PGRS, os resíduos gerados nas atividades nos diferentes setores do Porto de Paranaguá, depois de armazenados temporariamente nas caçambas dos PCS, são recolhidos através de caminhões tipo poliguindaste por empresa especializada contratada pela APPA.

Atualmente, no total estão distribuídas por toda área do Porto Organizado de Paranaguá 104 caçambas estacionárias de 5 m³. Um dos métodos de gerenciamento dos resíduos sólidos adotado é através de auditoria, no qual quando constatado que as caçambas estão com volume de 2/3 de sua capacidade volumétrica unitária, a coleta é realizada sendo transportado até o local de destinação final. O procedimento de coleta pode ser visualizado na Figura 5.130.

Fonte: PGRS, 2016

Figura 5.130 – Coleta externa dos resíduos da APPA

Para os novos píeres e Complexo Náutico, será mantido o controle documental para a realização do serviço de coleta, transporte e da destinação final dos resíduos gerados por terceiros (embarcações e faixa primária) no Porto de Paranaguá, conforme determinada o Regulamento do Sistema de Gestão Integrado (Meio Ambiente, Saúde e Segurança do Trabalho).

De acordo com o Regulamento somente empresas habilitadas pela APPA podem realizar os serviços de remoção dos resíduos da faixa primária e das embarcações. As empresas habilitadas devem estar devidamente licenciadas pelos órgãos reguladores e competentes.

A cada remoção de resíduos a empresa habilitada deve apresentar Plano de Trabalho para aprovação da Diretoria de Meio Ambiente – DIRAMB este que necessita de aprovação de outros órgãos, como da Receita Federal.

5.5.5.5 Destinação final

A destinação final dos resíduos sólidos depositados nas caçambas de responsabilidade da APPA é enviada para aterro sanitário, sendo de responsabilidade da empresa contratada apresentar a APPA o Manifesto de Transporte dos Resíduos (MTR) e a Certificado de Destinação Final (CDF).

No caso da destinação dos resíduos de terceiros (embarcações e faixa primária) fica a cargo da empresa habilitada pela APPA apresentar relatório mensal bem como os devidos Certificados de Destinação Final (CDF), em atendimento ao Regulamento do Sistema de Gestão Integrado (Meio Ambiente, Saúde e Segurança do Trabalho).

5.5.6 Emissões Atmosféricas, Ruído, Vibração e Iluminação

O sistema de controle de emissões de particulados será instalado em todas as transferências entre os transportadores de correia. É composto por filtros de manga para captação e retenção de particulados em suspensão originados da movimentação de granel vegetal. Incluem elementos filtrantes de alta eficiência (conjunto de filtros compactos) e exaustores, de modo a possibilitar a redução de particulados na movimentação do produto, resultando em um controle ambiental que permita qualidade satisfatória para o ar da instalação e das áreas vizinhas.

Os sólidos recuperados pelos sistemas coletores de particulados representam o próprio produto movimentado, porém em condição granulométrica menor. Portanto, o produto

movimentado na forma de pó deverá ser retornado ao processo, de preferência à jusante do ponto de captação pelo sistema de aspiração.

Os filtros de manga serão equipados com sistemas automáticos de jato de ar pulsante e terão mangas sintéticas de poliéster ou polipropileno revestidas com película de teflon. Para a retirada do pó retido pelo filtro, deverão ser usadas válvulas rotativas. O fornecedor deverá apresentar a garantia de que os sistemas de aspersão e filtragem atingirão a eficiência prevista em Norma, em termos dos limites de emissões atmosféricas (mg/Nm³).

O fornecedor deverá apresentar a certificação compulsória de conformidade emitida por Organismo de Certificação de Produto - OCP, conforme estabelecido na Portaria 179, de 18/05/2010, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, informando sua aplicação em área classificada e a classe de temperatura. No corpo de todos os equipamentos deverá constar a respectiva plaqueta com o Selo de Identificação de Conformidade, com todas as informações exigidas pela citada Portaria.

As características do ar resultante deverão estar conforme com os limites de emissões de particulados estabelecidos pelos “Padrões nacionais de qualidade do ar” (Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/90). Salvo indicado em contrário, a totalidade de emissões de partículas de pó em suspensão deverá ser limitada a:

- 240 microgramas/m³ em 24 horas ou;
- Média geométrica anual MGA = 80 microgramas/m³.

Para melhor identificação das fontes emissoras de ruídos, vibração, iluminação e particulados, esses terminais foram separados de acordo com a tipologia das cargas.

5.5.6.1 Granéis sólidos

Para a operação de granéis sólidos, as principais fontes geradoras de emissões são os *shiploaders* que operam esse tipo de carga, bem como o próprio conjunto de silos verticais e horizontais. Aliado a isso, tem-se o constante tráfego de carretas ao longo do Porto que gera naturalmente emissão de particulados na atmosfera e ruídos.

Tabela 5.31 - Principais fontes geradoras de emissões nos terminais de granéis sólidos

	Equip. de Carga e Descarga do Navio	Silagem (horiz. e vertical)	Moegas (rodov. e ferroviárias)	Carretas (rodotrem, bitrem)
Emissão de particulados	Baixa (controlada)	-	Baixa (controlada)	Média
Ruídos	Baixo (controlado)	-	-	Média (é a mais significativa)
Vibração	Baixo (controlado e localizado)	Média (em função da batelada do produto)	Baixo (localizado)	Baixo (localizado)
Iluminação	Alta (dos equipamentos e dos navios)	Baixa	Baixa	Baixa

5.5.6.2 Granéis líquidos

Para a operação do terminal de granéis líquidos, foram consideradas as emissões dos produtos movimentados, cabe destacar que a existirá a implantação de dutovias, que minimizam os impactos ambientais.

Tabela 5.32 - Principais fontes geradoras de emissões nos terminais de granéis líquidos

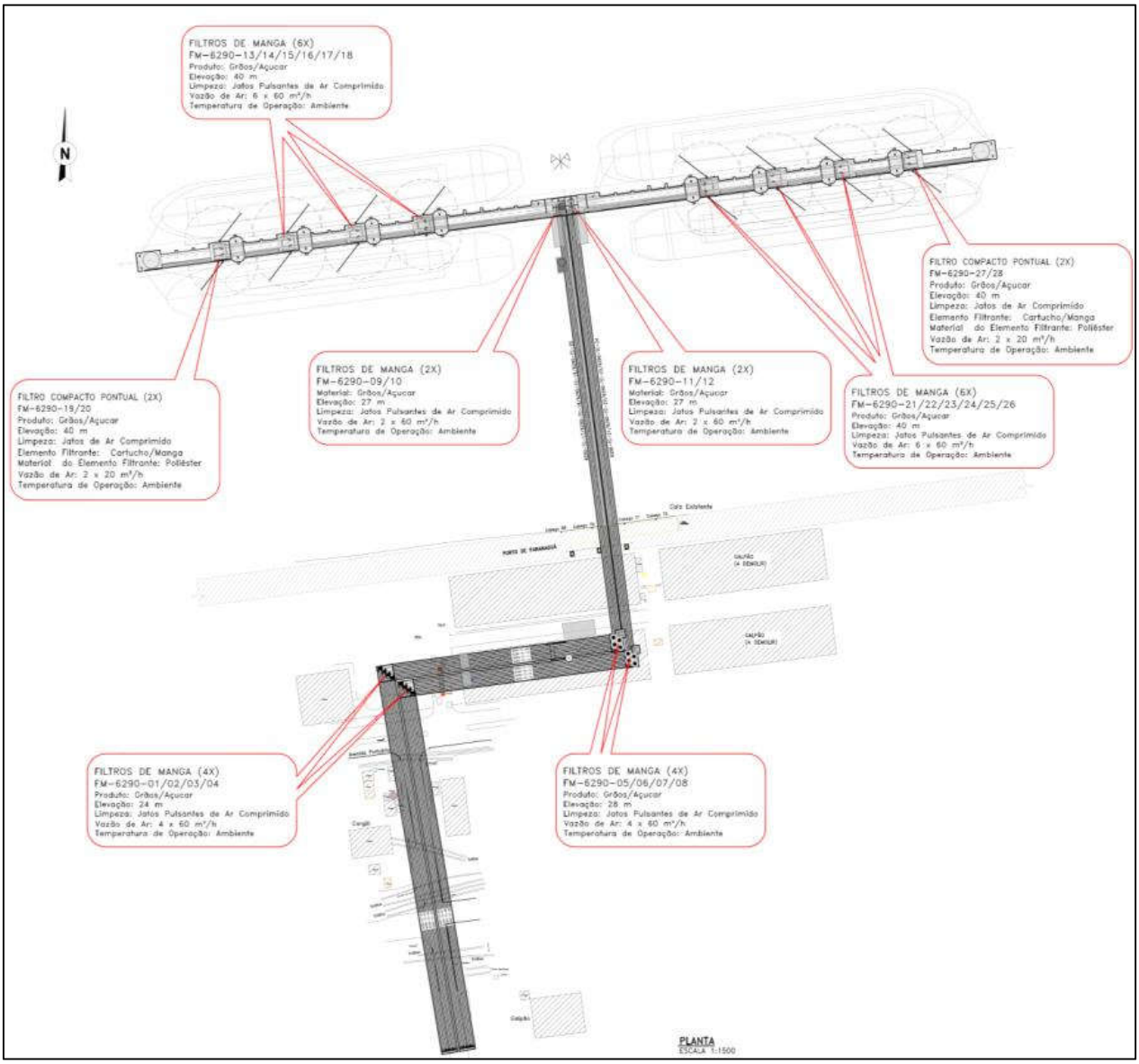
	Equip. de Carga e Descarga do Navio	Estocagem (tancagem)	Bombas e equip. de força	Carretas
Emissão de particulados	-	-	Baixa (controlada)	Baixa
Ruídos	-	-	-	Baixa (é a mais significativa)
Vibração	Baixo (controlado e localizado)	-	Baixo (localizado)	Baixo (localizado)
Iluminação	Média (dos equipamentos e dos navios)	Baixa	Baixa	Baixa

5.5.6.3 Complexo Náutico

Para as emissões do Complexo Náutico foram consideradas as estruturas em operação e as embarcações que atenderam ao Terminal de Passageiros e Marina.

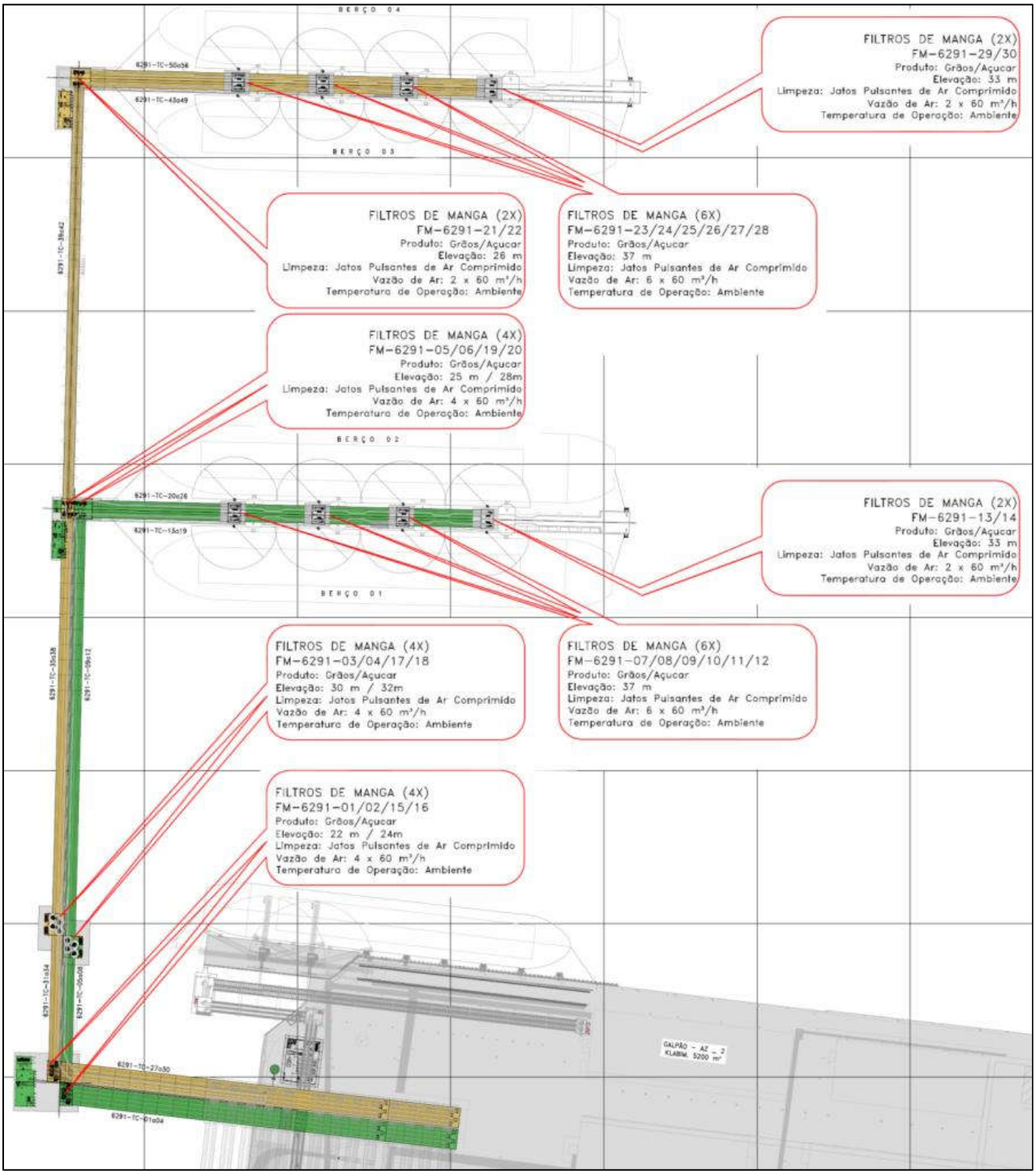
Tabela 5.33 - Principais fontes geradoras de emissões no Complexo Náutico

	Equipamentos	Embarcações
Emissão de particulados	Média (controlada)-	Alta
Ruídos	Médio (controlado)	Médio
Vibração	Médio (controlado e localizado)	Baixo (localizado)
Iluminação	Baixa	Alta



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer T), 2014.

Figura 5.131 – Píer T – Localização do Sistema de Controle de Particulados – APPA



Fonte: Memorial Descritivo das Estruturas (Ponte de Acesso e Berços de Atracação do Píer F), 2015.

Figura 5.132 – Píer F – Localização do Sistema de Controle de Particulados – APPA

A seguir são apresentados os filtros compactos que serão utilizados no controle de emissão de particulados:

Fonte: APPA, 2016

Figura 5.133 – Exemplo de filtros compactos

Quanto ao Terminal de Granéis Líquidos, as atividades que contemplam o manuseio de substâncias inflamáveis e/ou ácidas requerem que o operador implemente medidas preventivas que evitem a perda por evaporação nos locais de atividade de carga e descarga, monitoramento de tanque e dutos quanto à emissões fugitivas, bem como monitoramento das condições de segurança dos funcionários, elencando-se principalmente os riscos de inalação em ambiente confinado.

Na mesma linha, deverá ser implementado pelo operador um programa de gerenciamento da emissão de ruídos, constando de um plano de monitoramento de ruídos atmosféricos, onde deverão ser identificadas as principais fontes geradoras pontuais e difusas, de forma a serem analisadas as possíveis medidas de prevenção e mitigação, quando o resultado ultrapassar os limites da legislação vigente.

Já analisando a implantação do Complexo Náutico, as atividades desempenhadas não apresentam valores significativos quanto à emissões, ruídos e vibrações.

5.5.7 Mão de Obra

De acordo com a APPA, para atendimento à demanda operacional exigida nesta ampliação haverá necessidade de novas contratações, isto é, toda a operação será absorvida pelo efetivo de mão de obra do OGMO (Órgão Gestor de Mão de Obra), que atualmente desempenham suas atividades no Porto.

A tabela a seguir indica a previsão de mão de obra necessária à operação das fases de expansão do terminal:

Tabela 5.34 – Mão de Obra Direta

Empreendimento	Quantidade estimada
Píer T	200 trabalhadores
Píer F	200 trabalhadores
Complexo Náutico	420 trabalhadores
Píer L	100 trabalhadores

O estudo de pesquisadores do BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (Najberg e Pereira, 2004) estima que para cada 219 empregos diretos gerados nas atividades de transporte, são proporcionados 96 indiretos e 237 decorrentes do efeito renda, ou seja, a cada emprego direto correspondem 1,52 empregos indiretos e de efeito renda. Assim, em sua fase de operação, os píeres além dos 500 empregos diretos gerados nas atividades criarão outros 760 empregos indiretos e oriundos do efeito renda do segmento.

No Complexo Náutico, conforme estudo desenvolvido por Takasago et al. (2010), nos serviços de turismo e excursões, a cada 37 empregos diretos são gerados outros 6 empregos associados aos postos de trabalho indiretos e 46 decorrentes do efeito renda, ou seja, a cada emprego direto correspondem a 1,41 empregos indiretos e de efeito renda. Assim, além dos 420 empregos diretos gerados na fase de operação do empreendimento serão criados outros 592 empregos indiretos e oriundos do efeito renda.

Toda a gestão de contratação de colaboradores será de responsabilidade dos operadores dos empreendimentos, dessa forma, o cronograma de contratação e qualificação dos profissionais serão definidos pelas demandas operacionais de cada projeto especificamente.

PLANAVE S.A.
Estudos e Projetos de Engenharia

appa
ADMINISTRAÇÃO DOS PORTOS DE PARANAGUÁ E ANTONINA

CLIENTE: **Administração do Porto de Paranaguá e Antonina - APPA**			
EMPREENDIMENTO: **Ampliação do Porto de Paranaguá**			
OPERAÇÃO: 1.15.066	OS/OSA 01/01	Nº PLANAVE RL-B00-H01-1001	REV. PLANAVE 0
CONTRATO: 077/2015		Nº CLIENTE -	REV. CLIENTE -

TÍTULO:

VALOR DO INVESTIMENTO

REV.	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES	DATA	EXE.	REV.	APR.
0	EMISSÂO INICIAL	20/10/2017			

SUMÁRIO

6. Valor do Investimento 341

6. VALOR DO INVESTIMENTO

O valor total dos investimentos necessários à implantação da Ampliação do Porto de Paranaguá é estimado em aproximadamente **R$ 3.940.965.622,03 (três bilhões novecentos e quarenta milhões novecentos e sessenta e cinco mil seiscentos e vinte e dois reais e três centavos)**, divididos conforme descrito a seguir:

1. Píer T – R$ 1.254.630.737,68
2. Píer F – R$ 1.356.428.690,20
3. Píer L – R$ 400.000.000,00
4. Complexo Náutico – R$929.906.194,15

PLANAVE S.A.
Estudos e Projetos de Engenharia

appa
ADMINISTRAÇÃO DOS PORTOS DE PARANAGUÁ E ANTONINA

CLIENTE: **Administração do Porto de Paranaguá e Antonina - APPA**			
EMPREENDIMENTO: **Ampliação do Porto de Paranaguá**			
OPERAÇÃO: 1.15.066	OS/OSA 01/01	Nº PLANAVE RL-B00-H01-1001	REV. PLANAVE 0
CONTRATO: 077/2015		Nº CLIENTE -	REV. CLIENTE -

TÍTULO:

ÁREA DE ESTUDO

REV.	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES	DATA	EXE.	REV.	APR.
0	EMISSÂO INICIAL	09/03/2017			

SUMÁRIO

7. Áreas de Estudo 342

7.1 Proposta de Delimitação da Área de Estudo para Determinação da Área Diretamente Afetada - ADA 342

7.2 Proposta de Delimitação da Área de Estudo para Determinação da Área de Influência Direta - AEID 343

7.2.1 Área de Estudo – Meio Físico 343

7.2.2 Área de Estudo – Meio Biótico 345

7.2.3 Área de Estudo – Meio Socioeconômico 346

7.3 Proposta de Delimitação da Área de Estudo para Determinação da Área de Influência Indireta - AII 347

7.3.1 Área de Estudo – Meio Físico 347

7.3.2 Área de Estudo – Meio Biótico 348

7.3.3 Área de Estudo – Meio Socioeconômico 349

7. ÁREAS DE ESTUDO

A proposição das áreas de estudo foi realizada considerando a perspectiva atual das potenciais interferências do empreendimento na região e sua repercussão nos diversos elementos ambientais. Em função disto, a tarefa de delimitação dessas áreas demanda o conhecimento preliminar do tipo e da natureza do empreendimento projetado, de modo a permitir a identificação das ações que podem afetar os componentes ambientais durante planejamento, implantação e operação do mesmo.

Dessa forma, a identificação das áreas de estudo, orienta em primeiro lugar, a fase do diagnóstico ambiental, servindo, portanto, para delimitar o universo de trabalho de todas as disciplinas envolvidas no Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Em segundo lugar, as áreas estudadas permitem a averiguação da abrangência espacial dos efeitos adversos ou benéficos associados ao empreendimento.

Após a conclusão do prognóstico, com avaliação dos impactos ambientais, as áreas de estudo serão revisadas, visando adequá-las, se necessário, à abrangência dos impactos, dos monitoramentos e dos programas ambientais propostos para mitigar os impactos identificados. Só então essas áreas passam a ser denominadas Áreas de Influência.

Nesse sentido, a delimitação preliminar das áreas de estudo pode ser ratificada ou reajustada quando da verificação da abrangência espacial dos impactos ambientais do empreendimento, em conformidade com os resultados alcançados no diagnóstico e no prognóstico ambientais.

Em decorrência desses resultados, tem-se a configuração final dos limites das áreas de influência a serem direta e indiretamente afetadas pelos potenciais impactos a serem provocados pela Ampliação do Porto de Paranaguá projetada.

7.1 Proposta de Delimitação da Área de Estudo para Determinação da Área Diretamente Afetada - ADA

A Área Diretamente Afetada (ADA) é a área onde irão ocorrer as intervenções do empreendimento e da ampliação. Englobam as áreas destinadas à instalação da infraestrutura necessária à ampliação (píeres L, F, T, e complexo náutico) e operação destas novas estruturas (Anexo I – Mapa 03 - Área de Estudo para Determinação da Área

Diretamente Afetada (ADA) do Empreendimento), que são objeto de análise por parte do estudo ambiental, como a área de dragagem, o canal de acesso para o complexo náutico, a bacia de evolução, os locais de descarte de material dragado, pontos de localização de obras civis decorrentes ou associadas ao empreendimento como canteiro de obras, vias de acesso e áreas de deposição de material excedente.

7.2 Proposta de Delimitação da Área de Estudo para Determinação da Área de Influência Direta - AEID

A Área de Influência Direta é a área na qual os potenciais impactos decorrentes das atividades de planejamento, instalação, ampliação e operação do empreendimento, incidam ou venham a incidir de forma direta sobre os recursos naturais e serviços ambientais, modificando a sua qualidade ou diminuindo seu potencial de conservação ou aproveitamento, e as redes de relações sociais, econômicas e culturais. As áreas de estudo para determinação das áreas de influência direta (AEID) estão representadas em mapas para cada meio (biótico, físico e socioeconômico) separadamente, conforme descrições apresentadas a seguir.

7.2.1 Área de Estudo – Meio Físico

Para os estudos do meio físico, foram consideradas as bacias hidrográficas onde estão inseridas as localizações de interesse para a ampliação do empreendimento, o lençol freático, a bacia aérea, o relevo, as formações geológicas/geomorfológicas continentais e marinhas, a pedologia, a oceanografia, a composição e distribuição dos sedimentos marinhos e costeiros, para delimitar uma área preliminar de abrangência dos potenciais impactos ao meio físico (Anexo I – Mapa 04 - Área de Estudo para Determinação da Área de Influência Direta (AEID) do Meio Físico).

A área de estudo do meio físico para determinação da Área de Influência Direta (AEID) possui 548 km², sendo 380 km² situados em ambiente continental e insular. Esta área é drenada por diversos rios e córregos que nascem na Serra do Mar e deságuam na Baía de Paranaguá. Assim, a porção continental considera integralmente as bacias hidrográficas dos rios Embocuí, Emboguaçu, Itiberê, dos Corrêas, dos Almeidas e Guaraguaçu.

A porção estuarina da área de estudo para determinação da área de influência direta do meio físico corresponde aproximadamente à área da chamada Zona de Máxima Turbidez do Complexo Estuarino de Paranaguá, uma zona com elevadas concentrações de material em

suspensão (CUNHA, *et al.* 2015), cuja localização é compreendida aproximadamente entre a região das ilhas Gererês (oeste) e o estreitamento do Terminal Portuário de Paranaguá (leste). É nessa região em que ocorre uma condição de fluxo regido pela advecção horizontal, e há também forte capacidade de deposição e ressuspensão de sedimentos (NOERNBERG, 2001).

A porção estuarina ainda abrange os principais canais de navegação que adentram à baía de Paranaguá a partir da ilha do Mel, entre Pontal do Paraná (sul) e o limite com a baia de Laranjeiras (norte).

A primeira e mais extensa sub-bacia da AEID é a sub-bacia do Rio Guaraguaçu que nasce nos limites ao sul da AEID e percorre a planície litorânea dividindo Matinhos, Pontal do Paraná e Paranaguá. A maioria dos afluentes do Rio Guaraguaçu, localiza-se em seu leito esquerdo, sendo os principais: Rio do Meio, Rio Cambará e Rio do Salto. O curso superior do rio localizado na área serrana apresenta fortes declives, vales encaixados e padrão retilíneo de drenagem. O curso inferior, já na planície, possui amplo vale de fundo plano e padrão de drenagem. É caracteristicamente um rio de formas meândricas e de baixa energia, que serpenteia as margens e passagens entre os cordões, conferido pelas características dos sedimentos presentes da região.

Ao todo, esta sub-bacia compreende uma área de 266 km², correspondendo a 69% da porção continental da AEID. No entanto, como grande parte dos cursos de água desta sub-bacia deságuam no Rio do Salto e posteriormente no terço médio do Rio Guaraguaçu, considera-se que esta área exerce menor influência no empreendimento se comparada com as demais.

Já a sub-bacia do Rio Emboguaçu encontra-se inteiramente inserida na AEID do empreendimento. Esta sub-bacia possui extensão aproximada de 21 km² e desagua na baía de Paranaguá. Em seu curso médio e inferior apresenta formas meândricas, revelando baixa energia no transporte de sedimentos, favorecendo a formação de cordões arenosos. Suas nascentes situam-se na porção extremo sudoeste da bacia hidrográfica, em altitudes próximas a 125 m.

As sub-bacias do Rio Itiberê e do Rio dos Correias são semelhantes e abrigam grandes porções de áreas urbanizadas de Paranaguá. Ambas as sub-bacias estão integralmente inseridas na AEID e têm suas cabeceiras próximas à localidade de Maria Luíza a montante da Rodovia Engenheiro Argus Thá Hein (PR-407). A sub-bacia do Rio Itiberê é densamente

ocupada, principalmente na margem esquerda do leito principal, que também é amplamente utilizado para navegação de embarcações de pequeno porte. Do mesmo modo, a sub-bacia do Rio dos Correias também possui ocupação concentrada na margem esquerda do baixo curso do rio principal, onde localiza-se a Ilha de Valadares.

Por fim, a sub-bacia do Rio dos Almeidas também está integralmente inserida na AEID do empreendimento. Assim como os Rios Itiberê e dos Correias, o Rio dos Almeidas nasce próximo da Rodovia PR-407 e segue com baixa energia sobre a planície litorânea, adquirindo formas meândricas até desembocar no Canal da Cotinga, próximo a Baía de Paranaguá.

Conforme exposto, além das sub-bacias supracitadas a AEID do empreendimento possui outras sub-bacias incrementais que drenam diretamente para o Canal da Cotinga ou para a Baia de Paranaguá. Essas sub-bacias compreendem uma área de aproximadamente 24 km² o que corresponde a 6% da área continental da AEID.

7.2.2 Área de Estudo – Meio Biótico

A área de estudo adotada para execução dos estudos referentes ao meio biótico frente ao planejamento, à instalação e à operação do empreendimento proposto subdivide-se em razão da natureza dos fenômenos e/ou possíveis impactos diretos de atividades de instalação (ampliação) e operação, considerando-se assim as biotas aquática e terrestre (Anexo I – Mapa 05 - Área de Estudo para Determinação da Área de Influência Direta (AEID) do Meio Biótico (Biotas Aquática e Terrestre)).

Nesse sentido, para a área de estudo para determinação da área de influência direta à biota aquática é considerada a área da baía de Paranaguá correspondente ao setor polihalino do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) segundo gradientes ambientais e energia descritos em Lana (1986) e Netto & Lana (1997), bem como todo o canal de acesso principal, através do canal da Galheta, além do canal Norte para acesso aos componentes do empreendimento.

Por sua vez, para a área de estudo para determinação da área de influência direta à biota terrestre devem ser consideradas a flora e fauna terrestres em ambientes próximos ao empreendimento e suas rotas de acesso principais, compondo-se assim por áreas com manguezais e ilhas. Para esta biota terrestre foram incluídas as ilhas da Cotinga e Rasa da

Cotinga, as quais fazem parte do estudo de componente indígena específico, ainda em aprovação, não havendo, portanto, dados primários para estas ilhas.

7.2.3 Área de Estudo – Meio Socioeconômico

Para delimitar a área de estudos para determinação da área de influência direta do meio socioeconômico foram considerados, além da ADA, as localidades que potencialmente poderão ser impactadas diretamente pelo projeto de ampliação do empreendimento, destacando-se as aglomerações, sedes urbanas e espaços necessários à manutenção das atividades humanas relacionadas a estes grupos.

Considerando que os potenciais impactos da ampliação do Porto de Paranaguá, tanto na sua implantação como na operação futura, podem recair sobre todo o território municipal, estendendo-se de maneira específica sobre as populações urbanas das áreas próximas às estruturas portuárias ou das que lhe são complementares em outras partes do município, delimitou-se a área de estudos para determinação da área de influência direta do meio socioeconômico para determinação da AEID como sendo todo o território municipal de Paranaguá (Anexo I – Mapa 06 - Área de Estudo para Determinação da Área de Influência Direta (AEID) do Meio Socioeconômico).

Da mesma forma, a ampliação deste empreendimento pode intensificar impactos sobre diversas comunidades que têm relação direta com a baía de Paranaguá e com os cursos d'água que a ela afluem. As influências diretas sobre estas populações se caracterizam pelas expectativas sociais em relação ao aumento dos postos de trabalho durante a implantação, instalação e operação, dos serviços diretos relacionados a atividades diversas como transporte, comércio de serviços e bens como alimentação e hospedagem, entre outros. Ainda, destaque-se a influência econômica e financeira direta sobre as receitas públicas municipais com efeito sobre a arrecadação local de tributos e taxas, assim como dos repasses financeiros dos estados e da União. Dessas alterações econômicas decorrem expectativas gerais sobre a gestão pública, questões de saneamento e segurança pública.

Além disso, foram também analisadas as informações demográficas disponíveis, assim como os dados sobre as condições de vida social, produção, finanças públicas e infraestrutura. Ainda, com esses dados, a experiência dos consultores na região foi utilizada para interpretar a possível relação entre os problemas enfrentados pelas comunidades do entorno e o empreendimento projetado.

A Zona de Interesse Portuário (ZIP) foi objeto de atenção especial no presente estudo o que determinou a sua delimitação como subespacialidade da AEID, ou Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta Restringida (AEIDR). Conforme o Plano Diretor Municipal, esta área é contígua à área a ser diretamente afetada pelos empreendimentos que compreendem a ampliação do Porto de Paranaguá. Em seu interior se encontram vias de acesso rodoviário e ferroviário às áreas de embarque e desembarque de navios, estruturas para a armazenagem de granéis sólidos e líquidos. Além destas estruturas localizadas numa espacialidade que se convencionou chamar de “retroárea”, encontram-se na ZIP, ainda, o bairro urbano de Paranaguá denominado Rocio, que abriga o complexo religioso objeto de conservação histórica e outros bairros residenciais. O crescimento do Porto de Paranaguá tem determinado, de forma sistemática e gradativa ao longo dos anos, a implantação de estruturas de suporte à operação portuária com a necessidade de transferência de domicílios desta região para outros bairros da cidade de Paranaguá. Estima-se que a implantação e operação dos empreendimentos previstos para a ampliação do Porto de Paranaguá intensifiquem o processo de transferências de domicílios e famílias atualmente residentes na ZIP. Para esta AEIDR foram realizados alguns levantamentos específicos, como entrevistas qualificadas ou um detalhamento maior devido a disponibilidade de dados.

7.3 Proposta de Delimitação da Área de Estudo para Determinação da Área de Influência Indireta - AII

A proposta de Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (AII) corresponde ao território onde a implantação e operação do projeto pode impactar de forma indireta os meios físico, biótico e socioeconômico. Nesta região, os potenciais impactos se fazem sentir de maneira secundária ou indireta e, de modo geral, com menor intensidade, em relação à Área de Influência Direta. A proposição da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (AEII) circunscreve a AEID e os critérios adotados para a definição de seu limite são apresentados, variando em função do meio em análise, como exposto a seguir.

7.3.1 Área de Estudo – Meio Físico

A área de estudos para determinação da Área de Influência Indireta (AEII) do meio físico apresenta 2.914,60 km² e compreende ambientes continentais e estuarinos. A porção continental considera integralmente as bacias hidrográficas que drenam para as baías de Paranaguá e Antonina. Já a porção estuarina corresponde a toda a área do Complexo

Estuarino de Paranaguá (CEP) (Anexo I – Mapa 07 - Área de Estudo para Determinação da Área de Influência Indireta (AEII) do Meio Físico).

A bacia litorânea paranaense é composta por duas grandes sub-bacias hidrográficas; a baía de Paranaguá com aproximadamente 3.882 km² de extensão que corresponde a cerca de 70% da área da bacia hidrográfica, e a da baía de Guaratuba, com área aproximada de 1.393 km². Outras duas bacias presentes são a do mar do Ararapira e a do rio Saí-Guaçu. Também integram a bacia litorânea os rios Emboguaçu, Itiberê, dos Correias e dos Almeidas. Esses quatro rios formam a Área Incremental de Paranaguá e somam área de 116 km² e drenam para o canal da Cotinga. Essa área incremental apresenta a totalidade de sua extensão situada na planície litorânea, evidenciando, portanto, baixa energia (SEMA, 2010).

7.3.2 Área de Estudo – Meio Biótico

A área de estudos para determinação da Área de Influência Indireta (AEII) do meio biótico subdivide-se em razão da natureza dos fenômenos e/ou possíveis impactos indiretos de atividades de instalação (ampliação) e operação, considerando-se assim as biotas aquática e terrestre.

Para a biota aquática é considerado o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), com 612 km² de área, compreendendo as baías de Paranaguá e Antonina em sua porção sul e as baías de Laranjeiras e Pinheiros em sua porção norte (Anexo I – Mapa 08 - Área de Estudo para Determinação da Área de Influência Indireta (AEII) do Meio Biótico (Biotas Aquática e Terrestre)). Um gradiente de salinidade e energia apresenta-se ao longo dos eixos leste-oeste e norte-sul, dividindo o CEP em um setor de alta energia e eurihalino, um setor mediano com características polihalinas, e regiões mais internas, oligihalinas e de baixa energia (LANA *et al*, 2001).

Para a biota terrestre são consideradas integralmente as bacias hidrográficas que drenam para as baías de Paranaguá e Antonina enquanto áreas de relevância ecossistêmica e manutenção de sua biodiversidade, as quais indiretamente podem ser alvo de impactos provenientes de atividades de implantação e operação do empreendimento (Anexo - Mapa 08 - Área de Estudo para Determinação da Área de Influência Indireta (AEII) do Meio Biótico (Biotas Aquáticas e Terrestre)).

7.3.3 Área de Estudo – Meio Socioeconômico

A área de estudos para determinação da área de influência indireta (AEII) do meio socioeconômico compreende a microrregião Paranaguá que circunscreve o território deste município e os municípios de Antonina, Morretes, Guaraqueçaba, Pontal do Paraná, Matinhos e Guaratuba (Anexo I – Mapa 09 - Área de Estudo para Determinação da Área de Influência Indireta (AEII) do Meio Socioeconômico). Estes municípios conformam uma rede urbana regional que tem a cidade de Paranaguá como elemento central e, por essa razão, é denominada microrregião Paranaguá. Esta rede urbana se insere na mesorregião Metropolitana de Curitiba.

Dos pontos de vista social, econômico e cultural, o projeto de ampliação do Porto de Paranaguá pode influenciar de forma indireta as populações que se utilizam das águas da baía de Paranaguá, assim como de seus outros recursos, para o transporte, subsistência, lazer, desporto e turismo. Além disso, as operações atuais do porto, assim como as operações futuras, exercem também influência indireta sobre os municípios litorâneos em razão de diversos fatores inter-relacionados, como a pressão sobre o tráfego, de veículos de carga e passageiros, e sobre toda a infraestrutura da rede urbana do litoral paranaense.

PLANAVE S.A.
Estudos e Projetos de Engenharia

CLIENTE: **Administração do Porto de Paranaguá e Antonina - APPA**			
EMPREENDIMENTO: **Ampliação do Porto de Paranaguá**			
OPERAÇÃO: 1.15.066	OS/OSA 01/01	Nº PLANAVE RL-B00-H01-1001	REV. PLANAVE 0
CONTRATO: 077/2015		Nº CLIENTE -	REV. CLIENTE -

TÍTULO:

CAPÍTULO 8 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL – 8.1 - DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

REV.	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES	DATA	EXE.	REV.	APR.
0	EMISSÂO INICIAL	09/03/2017			

SUMÁRIO

8. Diagnóstico Ambiental 350
8.1 Meio Físico 350
8.1.1 Climatologia e Meteorologia 350
8.1.1.1 Metodologia aplicada 350
8.1.1.2 Dinâmica atmosférica e clima regional 353
8.1.1.3 Pluviosidade 357
8.1.1.4 Umidade relativa do ar 364
8.1.1.5 Temperatura do ar 369
8.1.1.6 Ventos 372
8.1.1.7 Insolação e nebulosidade 374
8.1.2 Qualidade do Ar 376
8.1.2.1 Legislação aplicável 378
8.1.2.2 Metodologia aplicável 379
8.1.2.3 Dados utilizados 380
8.1.2.4 Resultados da qualidade do ar 385
8.1.2.4.1 Parâmetros gasosos - SO2, NO2, CO, O3 e Fumaça 385
8.1.2.4.2 Partículas totais em suspensão (PTS) e partículas inaláveis (PI) 394
8.1.2.5 Classificação da qualidade do ar na área de estudo 402
8.1.3 Ruídos e Vibrações 404
8.1.3.1 Legislação e normas brasileiras e municipais 404
8.1.3.1.1 Lei Municipal Ordinária nº 2.312, de 02/12/2002; 405
8.1.3.1.2 Lei Complementar nº 68, de 27/08/2007; 406
8.1.3.1.3 Lei Complementar nº 95, 18/12/2008 406
8.1.3.1.4 Lei Complementar nº 62, de 27/08/2007; 406
8.1.3.2 Metodologia aplicada 406
8.1.3.3 Levantamento de dados secundários de níveis sonoros 408
8.1.3.4 Levantamento de dados primários de níveis sonoros 418
8.1.3.4.1 Equipamentos utilizados 420
8.1.3.4.2 Método de determinação da pressão sonora 421

8.1.3.4.3 Pontos de monitoramento e resultados 422
8.1.3.5 Levantamento de dados primários de vibrações 428
8.1.4 Geologia 434
8.1.4.1 Metodologia aplicada 434
8.1.4.2 Geologia regional 435
8.1.4.3 Escudo Cristalino 435
8.1.4.3.1 Complexo Serra Negra (APIsn) 435
8.1.4.3.2 Complexo Metamórfico Indiferenciado (APIrm) 436
8.1.4.3.3 Complexo Cachoeira (APIc) 436
8.1.4.3.4 Complexo Gnáissico-Migmatítico (APImg) 436
8.1.4.3.5 Complexo Granítico-Gnáissico (APIg) 437
8.1.4.3.6 Suíte Álcali-Granitos (P€) 437
8.1.4.3.7 Formação Guaratubinha (€g) 437
8.1.4.3.8 Intrusivas Mesozoicas (JKb) 438
8.1.4.4 Cobertura Sedimentar Cenozoica 438
8.1.4.4.1 Formação Alexandra (Mioceno Inferior) 439
8.1.4.4.2 Leques e Cones Aluviais (Plio-quaternário) 439
8.1.4.4.3 Tálus (Quaternário) 440
8.1.4.4.4 Colúvios (Quaternário) 441
8.1.4.4.5 Sedimentos Fluviais (Quaternário) 441
8.1.4.4.6 Planícies Costeiras com Cordões Litorâneos (Pleistoceno Superior e Holoceno) 442
8.1.4.4.7 Planícies Paleoestuarinas (Pleistoceno Superior e Holoceno) 442
8.1.4.4.8 Dunas (Holoceno) 443
8.1.4.4.9 Planícies de Maré Atuais 444
8.1.4.4.10 Fundos Rasos Atuais 444
8.1.4.4.11 Deltas de Maré Atuais 445
8.1.4.4.12 Depressões Intercordões Atuais 445
8.1.4.4.13 Praias Atuais 445
8.1.4.5 Geologia local 446
8.1.4.5.1 Levantamentos de campo 448
8.1.4.5.2 Geologia dos poços de monitoramento 452
8.1.4.6 Direitos minerários 459
8.1.5 Geomorfologia 467

8.1.5.1 Metodologia aplicada 467
8.1.5.2 Macrozoneamento geomorfológico da área de drenagem da Baía de Paranaguá 468
8.1.5.3 Análise de hipsometria 471
8.1.5.4 Análise de declividade 471
8.1.5.5 Geomorfologia de fundo do Estuário de Paranaguá 472
8.1.5.6 Análise geomorfológica da área diretamente afetada 474
8.1.5.7 Possíveis implicações para ampliação do empreendimento 477
8.1.6 Pedologia 478
8.1.6.1 Metodologia aplicada 478
8.1.6.2 Caracterização pedológica das áreas de estudo para determinação das áreas de influência do meio físico 480
8.1.6.2.1 Gleissolos Tiomórficos (GJ) 485
8.1.6.2.2 Antropossolos Sômicos 488
8.1.6.2.3 Caracterização química dos solos 492
8.1.6.2.4 Considerações finais (Geopedologia) 495
8.1.7 Risco Geotécnico 495
8.1.7.1 Introdução 495
8.1.7.1.1 Escala e atributos 496
8.1.7.1.2 Materiais e métodos 497
8.1.7.2 Suscetibilidade a inundações 497
8.1.7.2.1 Tipos e condicionantes 497
8.1.7.2.1 Atributos e mapas base 498
8.1.7.2.1 Resultado 499
8.1.7.3 Suscetibilidade a movimentos de massa 500
8.1.7.3.1 Tipos e condicionantes 500
8.1.7.3.1 Atributos e mapas base 501
8.1.7.3.1 Resultado 502
8.1.7.1 Suscetibilidade a processos erosivos 503
8.1.7.1.1 Tipos 503
8.1.7.1.1 Fatores condicionantes 504
8.1.7.1.1 Atributos e mapas base 505
8.1.7.1.1 Resultado 506
8.1.7.1 Erosão em manguezais 507

8.1.7.1.1 Manguezal Oceania 507
8.1.7.1.1 Manguezal Rocio 511
8.1.7.1.1 Discussões e recomendações 512
8.1.8 Recursos Hídricos 512
8.1.8.1 Metodologia aplicada 512
8.1.8.2 Hidrologia 514
8.1.8.2.1 Considerações sobre a AEII do empreendimento na Bacia Litorânea Paranaense 515
8.1.8.2.2 Uso da água na AEII 516
8.1.8.2.3 Considerações sobre a AEID do empreendimento. 524
8.1.8.2.4 Uso da água na AEID 525
8.1.8.3 Qualidade das águas superficiais 530
8.1.8.3.1 Resumo dos dados secundários de qualidade da água 533
8.1.8.3.2 Coleta de dados primários de qualidade da água 546
8.1.8.3.3 Resultados de dados primários de qualidade da água 553
8.1.8.3.4 Fontes Poluidoras 566
8.1.8.4 Hidrogeologia 567
8.1.8.4.1 Aquífero fraturado 570
8.1.8.4.2 Aquífero poroso 572
8.1.8.4.3 Caracterização hidroquímica do aquífero poroso 574
8.1.8.4.4 Caracterização hidrogeológica da área diretamente afetada 575
8.1.8.4.5 Caracterização do aquífero poroso 576
8.1.8.5 Qualidade das águas subterrâneas 582
8.1.9 Oceanografia e Hidrodinâmica Costeira 587
8.1.9.1 Ondas 587
8.1.9.2 Correntes 589
8.1.9.3 Turbidez 591
8.1.10 Caracterização dos Sedimentos 595
8.1.10.1 Características dos sedimentos de fundo recentes (Dados primários) 596
8.1.10.1.1 Malha amostral para os sedimentos 596
8.1.10.1.2 Método para análise granulométrica 600
8.1.10.1.3 Granulometria dos sedimentos recentes 601
8.1.10.1.4 Conclusões 606

8.1.10.2 Características dos sedimentos das testemunhagens rasas (Dados primário) 609

8.1.10.2.1 Conclusões 610

8.1.10.3 Características dos sedimentos das testemunhagens profundas (Dados primário) 610

8.1.10.3.1 Conclusões 613

8.1.10.4 Qualidade dos sedimentos 613

8.1.10.4.1 Níveis de Pesticidas Organoclorados e Bifenilas Policloradas (PCBs) 614

8.1.10.4.2 Níveis de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) 616

8.1.10.4.3 Caracterização dos sedimentos (dados primários)..... 616

8.1.11 Modelagens de Diagnóstico da Hidrodinâmica, do Transporte de Sedimentos, e de Ondas 636

8.1.11.1 Características oceanográficas gerais do Complexo Estuarino Paranaguá 637

8.1.11.2 O modelo SisBaHiA® 638

8.1.11.2.1 Modelo de circulação hidrodinâmica 639

8.1.11.2.2 Modelo de transporte de sedimentos e evolução morfológica do fundo 643

8.1.11.2.1 Modelo de geração de ondas..... 653

8.1.11.3 Implementação dos modelos 660

8.1.11.3.1 Definição dos cenários de modelagem 660

8.1.11.3.2 Dados utilizados 660

8.1.11.4 Resultados do modelo de hidrodinâmica 677

8.1.11.4.1 Resultados para o cenário verão 678

8.1.11.4.1 Resultados para o cenário inverno..... 689

8.1.11.5 Resultados do modelo de transporte de sedimentos 700

8.1.11.6 Resultados do modelo de geração de ondas..... 705

8.1.11.6.1 Resultados para o cenário verão 707

8.1.11.6.1 Resultados para o cenário inverno..... 712

8.1.11.1 Considerações finais 716

LISTA DE FIGURAS

Figura 8.1 - Dinâmica das Massas de Ar Atuantes no Brasil. 355

Figura 8.2 - Distribuição das Unidades e Tipologias Climáticas do Estado do Paraná. 357

Figura 8.3 - Distribuição Espacial da Precipitação Média Anual no Estado do Paraná (1980 a 2010). 359

Figura 8.4 - Distribuição Espacial da Precipitação Média Sazonal no Estado do Paraná (1980 a 2010). 360

Figura 8.5 - Distribuição Espacial da Umidade Relativa do Ar Média Anual no Estado do Paraná (1980 a 2010). 366

Figura 8.6 - Distribuição Espacial da Umidade Relativa do Ar Média Sazonal no Estado do Paraná (1980 a 2010). 367

Figura 8.7 – Localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar (poluentes gasosos e particulados) considerados no diagnóstico. 384

Figura 8.8 - Localização das estações amostrais do Programa de Gerenciamento de Ruídos da APPA. 411

Figura 8.9 – Levantamento dos pontos sensíveis ao impacto relacionado ao ruído na área de estudo, e pontos de monitoramento de ruído deste estudo. 419

Figura 8.10 – Sonômetro (a), Calibrador (b) e GPS de navegação (c). 420

Figura 8.11 – Calibração do medidor de nível de pressão sonora 421

Figura 8.12 – Pontos de monitoramento sonoro no entorno do empreendimento, onde foi realizado o levantamento de dados primários para este EIA. 424

Figura 8.13 – Sismógrafo com geofone e microfone. 428

Figura 8.14 - Geologia da região das estruturas projetadas e Áreas Diretamente Afetadas (Modificado de Carta Geológica de Curitiba – MINEROPAR, 2005) 447

Figura 8.15 - Imagem do Google Earth com indicação dos trajetos percorridos, pontos descritos (P00) e locais dos Poços de Monitoramento (PM-00). 449

Figura 8.16 - Perfil Individual do Poço de Monitoramento PM-01 453

Figura 8.17 - Solo arenoso no local de execução do Poço PM-01. 453

Figura 8.18 - Local da execução do Poço PM-01 - barra arenosa adjacente ao manguezal. 453

Figura 8.19 - Perfil Individual do Poço de Monitoramento PM-02 454

Figura 8.20 - Manguezal onde foi executado o Poço PM-02. 454
Figura 8.21 - Local de instalação do Poço PM-02 – solo superficial argiloso em manguezal. 454
Figura 8.22 - Perfil Individual do Poço de Monitoramento PM-03. 455
Figura 8.23 - Manguezal onde foi executado o Poço PM-03. 455
Figura 8.24 - Local de instalação do Poço PM-03 – solo superficial argiloso em manguezal. 455
Figura 8.25 - Perfil Individual do Poço de Monitoramento PM-04. 456
Figura 8.26 - Local onde foi executado o PM-04, à margem do canal estuarino, separado deste por porções de mangue. 456
Figura 8.27 - Local de instalação do PM-04 – solo arenoso cinza claro ao lado do Poço. 456
Figura 8.28 - Perfil Individual do Poço de Monitoramento PM-05. 457
Figura 8.29 - Local onde foi executado o PM-05. 457
Figura 8.30 - Local de instalação do PM-05 – zona relativamente elevada adjacente ao estuário. 457
Figura 8.31 - Perfil Individual do Poço de Monitoramento PM-06. 458
Figura 8.32 - Local onde foi executado o PM-06 - zona adjacente ao canal do estuário. 458
Figura 8.33 - Local de instalação do PM-06 – solo arenoso cinza ao lado do Poço. . 458
Figura 8.34 – Processos Minerários encontrados na AEII do empreendimento. 460
Figura 8.35 – Processos Minerários encontrados na AEID do empreendimento. 461
Figura 8.36 – Batimetria Atual da AEID. 474
Figura 8.37 – Unidades geomorfológicas presentes na porção continental da ADA do empreendimento. 476
Figura 8.38 – Batimetria da Área Diretamente Afetada. 477
Figura 8.39 - Localização dos Pontos de Coleta de Amostras. 482
Figura 8.40 - Caracterização Pedológica do entorno da Área Diretamente Afetada no setor dos píeres projetados do Rocio. 483
Figura 8.41 - Caracterização Pedológica do entorno da Área Diretamente Afetada no setor da área projetada para embarque de passageiros. 484
Figura 8.42 - Configuração da paisagem no local de coleta solos (Ponto 02). 486
Figura 8.43 - Configuração da paisagem no local de coleta solos (Ponto 05). 487
Figura 8.44 - Configuração da paisagem no local de coleta solos (Ponto 06). 488
Figura 8.45 - Configuração da paisagem no local de coleta solos (Ponto 01). 490
Figura 8.46 - Configuração da paisagem no local de coleta solos (Ponto 03). 491

Figura 8.47 - Configuração da paisagem no local de coleta solos (Ponto 04). 492

Figura 8.48 - Critérios adotadas para análise de suscetibilidade a inundações..... 498

Figura 8.49 - Critérios adotados para análise de suscetibilidade a inundações..... 501

Figura 8.50- Critérios adotados para análise de suscetibilidade a erosão. 505

Figura 8.51 – Barranco erosivo no Manguezal Oceania, à margem do canal estuarino, dentro do limite da Área Diretamente Afetada do terminal de passageiros. 508

Figura 8.52 – Vista da praia adjacente ao Manguezal Oceania ao longo do tempo, dentro dos limites da ADA do complexo náutico. A) Fonte: Registro Diagnóstico Ambiental (2011); B) Fonte: 4º Relatório Semestral de Monitoramento da APPA (2015); C) Atualmente – levantamento em junho de 2016. 509

Figura 8.53 – Área afetada por erosão à margem do Manguezal Oceania ao longo do tempo, dentro da ADA do complexo náutico. A) Fonte: Registro Diagnóstico Ambiental (2011); B) Fonte: 4º Relatório Semestral de Monitoramento da APPA (2015); C) Atualmente– levantamento junho/2016. 510

Figura 8.54 - Vista da margem do Manguezal Rocio a partir do trapiche que existe no local. 511

Figura 8.55 – Praia adjacente ao Manguezal Rocio com grande quantidade de lixo. Não há evidências de erosão..... 511

Figura 8.56 – Bacia Litorânea Paranaense. 516

Figura 8.57 - Localização das estações amostrais de qualidade da água selecionadas para avaliação dos dados secundários da APPA (pontos pretéritos). 534

Figura 8.58 – Localização dos pontos amostrais da coleta de dados primários da qualidade da água. Fonte: Elaboração própria..... 548

Figura 8.59 – Embarcação utilizada na coleta de água da 1ª campanha 549

Figura 8.60– Embarcação utilizada na coleta de água da 2ª campanha 549

Figura 8.61 – Coleta de amostras de água com o emprego de garrafa a mostradora do tipo *van Dorn*, na estação amostral #PSF03,durante a 1ª campanha. 550

Figura 8.62 – Coleta de amostras de água com o emprego de garrafa a mostradora do tipo van Dorn, na estação amostral #PSF01, durante a 2ª campanha 550

Figura 8.63 – Sonda utilizada na mensuração in situ dos parâmetros físico-químicos, na 1ª e 2ª campanhas..... 551

Figura 8.64 – Acondicionamento das amostras de água..... 553

Figura 8.65 – Domínios Hidrogeológicos do Paraná. 569

Figura 8.66 – Representação do Processo de Intrusão Salina..... 575

Figura 8.67 – Sequência de atividades desenvolvidas durante a instalação dos poços de monitoramento. Em (1) instalando coluna de revestimento do PM-01, pode-se perceber vegetação de mangue. Em (2) PM-01 já instalado. Em (3) perfuração com trado. Em (4) PM-05 sendo instalado..... 577

Figura 8.68 – Imagem do Google Earth com a localização dos Poços de monitoramento (PM) instalados. 578

Figura 8.69 – Coleta de amostra sendo realizada no PM-01 (1) e frascaria utilizada no acondicionamento das amostras de água coletadas nos poços de monitoramento (2). 580

Figura 8.70 – Fluxo preferencial das água subterrânea conforme o nível verificado nos poços de monitoramento. 581

Figura 8.71 – Visualização da camada de argila com matéria orgânica que foi identificada na perfuração para instalação do poço de monitoramento PM-02..... 587

Figura 8.72 – Mapeamento e espessura das camadas de lamas fluídas identificadas no canal de acesso aos terminais portuários de Antonina 593

Figura 8.73 – Variação da concentração de material particulado em suspensão para os períodos de maré de Sizígia e Quadratura em períodos de verão e inverno..... 594

Figura 8.74 – Variações durante a condição de Sizízia de verão (27/03/98/ de (A) a concentração de material particulado em suspensão (MPS) e (B) a velocidade longitudinal (UI) em cada estação (S1 e S5)..... 595

Figura 8.75 - Mapa de localização das amostras de sedimentos de fundo recentes, coletadas na ADA da expansão do cais do Porto de Paranaguá. 599

Figura 8.76 - Mapa da distribuição dos valores de diâmetro médio dos grãos na ADA do empreendimento, onde pode ser observada a disposição dos pontos amostrais. 604

Figura 8.77 - Mapa da distribuição dos valores de grau de selecionamento dos grãos na ADA do empreendimento, onde pode ser observada a disposição dos pontos amostrais. 605

Figura 8.78 - Mapa da distribuição dos valores de matéria orgânica contida nos sedimentos da ADA do empreendimento, onde pode ser observada a disposição dos pontos amostrais. 607

Figura 8.79 - Mapa da distribuição dos valores de carbonatos contidos nos sedimentos da ADA do empreendimento, onde pode ser observada a disposição dos pontos amostrais. 608

Figura 8.80 - Mapa de localização das testemunhagens profundas e rasas executadas na ADA da expansão do cais do Porto de Paranaguá. 612

Figura 8.81 - Diagrama de Shields tradicional (Rosman, 2016). 644

Figura 8.82- Diagrama de Shields modificado, no qual a tensão crítica □$_c$ = (u*/□□), pode ser obtida diretamente das características do sedimento e da água. 645

Figura 8.83 - Tensão crítica para mobilidade, □$_c$, calculada pelo diagrama de Shields modificado. No caso considerou-se água salgada com □□ = 1025 kg/m³, □ = 1.19E–6 m²/s e sedimentos com massa específica □$_s$ = 2650 kg/m³. Unidades □ =– ln(*d* [mm])/ln(2). 645

Figura 8.84 - Exemplo de valores de tensão crítica de mobilidade □$_{oc}$ para sedimentos com massa específica □$_s$ = 2650 kg/m³, água com □$_o$ = 998,1 kg/m³ e viscosidade

cinemática □=1,05E^{-06} m²/s. A tabela menor sugere valores típicos de □$_{oc}$ e mostra valores de □ cobrindo toda a granulometria da tabela maior, o que não é comum em casos reais. 647

Figura 8.85 - Diagrama de Hjülstrom (Miedema, 2010)..... 648

Figura 8.86 - Esquema de uma onda de altura *H* em águas de profundidade intermediária, mostrando trajetórias orbitais das partículas com amplitude *Abm* junto ao fundo. As velocidades orbitais *ubm* são indicadas pelos vetores e indica-se a espessura da camada limite oscilatória no fundo (Rosman, 2016)..... 658

Figura 8.87 - Batimetria da Baía de Paranaguá utilizada nas simulações realizadas nesse estudo. 662

Figura 8.88 - Detalhe da batimetria na região de maior interesse desse estudo. 663

Figura 8.89 - Localização da estação meteorológica Paranaguá (Simepar)..... 666

Figura 8.90 - Velocidades do vento – Verão. 667

Figura 8.91 - Velocidades do vento – Inverno. 667

Figura 8.92 - Direções do vento – Verão..... 668

Figura 8.93 - Direções do vento – Inverno. 668

Figura 8.94 - Distribuição da Granulometria do Sedimento de Fundo na Baía de Paranaguá. 670

Figura 8.95 - Levantamento dos sedimentos de fundo realizado para este estudo. .. 671

Figura 8.96 - Campanha de coleta de dados no verão de 1997 (dias 13, 15 e 16/02/1998). Fonte: Mantovanelli(1999)..... 672

Figura 8.97 - Campanha de coleta de dados no verão de 1998 (dias 12 e 13/02/1998). Fonte: Mantovanelli(1999). 673

Figura 8.98 - Comparação entre os valores de elevação (posição da superfície livre) obtidos pelo modelo (vermelho) e os valores medidos (azul) no Canal da Cotinga... 675

Figura 8.99 - Grade numérica do modelo para toda a área de estudo. Em vermelho: área de interesse desse estudo. 676

Figura 8.100 - Detalhe da grade numérica do modelo – região de interesse do estudo. 677

Figura 8.101 - Localização do ponto para o qual serão apresentadas as séries temporais. 678

Figura 8.102 - Série temporal de elevação – Verão. 679

Figura 8.103 - Série temporal de velocidade de corrente – Verão..... 679

Figura 8.104 - Probabilidades de ocorrência de velocidades de corrente menores do que 0,01 m/s – Verão..... 680

Figura 8.105 - Probabilidades de ocorrência de velocidades de corrente maiores do que 0,1 m/s – Verão..... 681

Figura 8.106 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de preamar – sizígia – Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 682

Figura 8.107 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de baixamar – sizígia –Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 683

Figura 8.108 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré vazante – sizígia – Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 684

Figura 8.109 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré enchente – sizígia – Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 685

Figura 8.110 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de preamar – quadratura – Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 686

Figura 8.111 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de baixamar – quadratura – Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 687

Figura 8.112 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré vazante – quadratura –Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 688

Figura 8.113 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré enchente – quadratura – Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 689

Figura 8.114 - Série temporal de elevação – Inverno. 690

Figura 8.115 - Série temporal de velocidade de corrente – Inverno. 691

Figura 8.116 - Probabilidades de ocorrência de velocidades de corrente menores do que 0,01 m/s no Complexo Estuarino Paranaguá –Inverno. 691

Figura 8.117 - Probabilidades de ocorrência de velocidades de corrente maiores do que 0,1 m/s no Complexo Estuarino Paranaguá –Inverno. 692

Figura 8.118 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de preamar – sizígia –Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 693

Figura 8.119 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de baixamar – sizígia –Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 694

Figura 8.120 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré vazante – sizígia –Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 695

Figura 8.121 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré enchente – sizígia –Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 696

Figura 8.122 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de preamar – quadratura – Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 697

Figura 8.123 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de baixamar – quadratura – Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 698

Figura 8.124 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré vazante – quadratura – Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 699

Figura 8.125 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré enchente – quadratura – Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse. 700

Figura 8.126 - Tensão no fundo (N/m^2) da baía no ponto de interesse no cenário Verão. 702

Figura 8.127 - Vazão sólida total (ton/d/m) no ponto de interesse no cenário Verão; os valores estão amplificados 100 vezes. 702

Figura 8.128 - Tensão no fundo (N/m^2) da baía no ponto de interesse no cenário Inverno 703

Figura 8.129 - Vazão sólida total (ton/d/m) no ponto de interesse no cenário Inverno; os valores estão amplificados 100 vezes. 703

Figura 8.130 - Variação da profundidade Δ*H* (m) no ponto de interesse no cenário Verão; os valores estão amplificados 100 vezes 704

Figura 8.131 - Variação da profundidade Δ*H* (m) no ponto de interesse no cenário Inverno; os valores estão amplificados 100 vezes. 704

Figura 8.132 - Isolinhas de variação de profundidade - Δ*H* (m) – Verão. 705

Figura 8.133 - Isolinhas de variação de profundidade - Δ*H* (m) – Inverno. 705

Figura 8.134 - Série temporal do campo de pressão 707

Figura 8.135 - Série temporal do período de onda – Verão 709

Figura 8.136 - Série temporal da altura significativa – Verão. 709

Figura 8.137 - Série temporal da pista gerada pelo vento – Verão 710

Figura 8.138 - Espaços disponíveis para a geração de pistas de ondas em situações de vento de nordeste e vento sul. 710

Figura 8.139 - Distribuição espacial da pista gerada pelas ondas durante uma ocorrência de frente fria - Verão. 711

Figura 8.140 - Distribuição espacial da altura significativa das ondas durante uma ocorrência de frente fria - Verão. 711

Figura 8.141 - Distribuição espacial do período das ondas durante uma ocorrência de frente fria - Verão. 712
Figura 8.142 - Série temporal do período de onda – Inverno. 713
Figura 8.143 - Série temporal da altura significativa – Inverno. 714
Figura 8.144 - Série temporal da pista gerada pelo vento – Inverno. 714
Figura 8.145 - Distribuição espacial da pista gerada pelas ondas durante uma ocorrência de frente fria - Inverno. 715
Figura 8.146 - Distribuição espacial da altura significativa das ondas durante uma ocorrência de frente fria - Inverno. 715
Figura 8.147 - Distribuição espacial do período das ondas durante uma ocorrência de frente fria - Inverno. 716

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 8.1.1 - Distribuição da Precipitação Média Anual, Sazonal e Mensal para a Estação Meteorológica de Paranaguá (1980 a 2010)..... 362

Gráfico 8.1.2 - Quantificação Média Sazonal de Dias com Precipitação para a Estação Meteorológica de Paranaguá (1980 a 2010)..... 362

Gráfico 8.1.3 - Quantificação Média Mensal de Dias com Precipitação para a Estação Meteorológica de Paranaguá (1980 a 2010)..... 363

Gráfico 8.1.4 - Variação Interanual da Pluviosidade para a Estação Meteorológica de Paranaguá (1980 a 2010). 364

Gráfico 8.1.5 - Distribuição da Umidade Relativa do Ar Média Anual, Sazonal e Mensal para a Estação Meteorológica de Paranaguá (1980 a 2010). 368

Gráfico 8.1.6 - Distribuição das Temperaturas Médias, Máximas e Mínimas Anual, Sazonal e Mensal para a Estação Meteorológica de Paranaguá (1980 a 2010)..... 370

Gráfico 8.1.7 - Direção e Velocidade Média dos Ventos Predominante em Paranaguá (1980 a 2010). 373

Gráfico 8.1.8 - Distribuição das Velocidades Médias e Máximas Mensais dos Ventos e Quantificação das Calmarias em Paranaguá (1980 a 2010). 374

Gráfico 8.1.9 - Distribuição da Insolação Média Anual e Sazonal em Paranaguá (1980 a 2010). 375

Gráfico 8.1.10 - Distribuição dos Índices de Nebulosidade Média Anual, Sazonal e Mensal em Paranaguá (1980 a 2010). 376

Gráfico 8.1.11 – Concentrações de parâmetros gasosos monitorados na área do TCP (cais leste do Porto de Paranaguá), e comparação com os padrões da Resolução CONAMA 03/90. 386

Gráfico 8.1.12 - Concentrações de SO_2 do monitoramento da qualidade do ar da APPA..... 388

Gráfico 8.1.13 - Concentrações de NO_2 do monitoramento da qualidade do ar da APPA..... 390

Gráfico 8.1.14 - Concentrações de CO do monitoramento da qualidade do ar da APPA..... 391

Gráfico 8.1.15 - Concentrações de Fumaça do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 393

Gráfico 8.1.16 - Concentrações de Ozônio do monitoramento da qualidade do ar da APPA.. 393

Gráfico 8.1.17 - Concentrações de PTS monitorados na área do TCP (cais leste do Porto de Paranaguá), e comparação com os padrões da Resolução CONAMA 03/90..... 395

Gráfico 8.1.18 - Concentração de PTS na Bunge (centro do Porto de Paranaguá)..... 396

Gráfico 8.1.19 - Concentrações de PTS do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 399

Gráfico 8.1.20 - Concentrações de PI do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 401

Gráfico 8.1.21 - Resultados do monitoramento de ruído no período diurno do Programa de Gerenciamento de Ruído do PCA da APPA. 414

Gráfico 8.1.22 - Resultados do monitoramento de ruído no período noturno do Programa de Gerenciamento de Ruído do PCA da APPA. 416

Gráfico 8.1.23 - Níveis Sonoros ($LA_{eq,\ T}$) referentes às medições realizadas no período diurno. 425

Gráfico 8.1.24 - Níveis Sonoros ($LA_{eq,\ T}$) referentes às medições realizadas no período noturno. 425

Gráfico 8.1.25 - Distribuição granulométrica no Ponto de Coleta 02. 486

Gráfico 8.1.26 - Distribuição granulométrica no Ponto de Coleta 05. 487

Gráfico 8.1.27 - Distribuição granulométrica no Ponto de Coleta 06. 488

Gráfico 8.1.28 - Distribuição granulométrica no Ponto de Coleta 01. 490

Gráfico 8.1.29 - Distribuição granulométrica no Ponto de Coleta 03. 491

Gráfico 8.1.30 - Distribuição granulométrica no Ponto de Coleta 04. 492

Gráfico 8.1.31 – Histórico do abastecimento de água em Paranaguá. 518

Gráfico 8.1.32 – Histórico de indicadores básicos de esgoto 519

Gráfico 8.1.33– Ausência de dados na estação ETA Matinhos 530

Gráfico 8.1.34 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Salinidade. 535

Gráfico 8.1.35 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Condutividade. 536

Gráfico 8.1.36 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro pH. 537

Gráfico 8.1.37 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD). 538

Gráfico 8.1.38 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Boro Total. 539

Gráfico 8.1.39 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Fósforo Total. 540

Gráfico 8.1.40 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Ferro Dissolvido. 541

Gráfico 8.1.41 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Turbidez. 542

Gráfico 8.1.42 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Carbono Orgânico Total. 543

Gráfico 8.1.43 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Demanda Química de Oxigênio. 543

Gráfico 8.1.44 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Chumbo. 544

Gráfico 8.1.45– Resumo dos dados secundários para o parâmetro Sólidos Suspensos Totais. 545

Gráfico 8.1.46 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais. 545

Gráfico 8.1.47 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Surfactantes Aniônicos. 546

Gráfico 8.1.48 – Resultados das campanhas de amostragem na ADA para o parâmetro salinidade. 554

Gráfico 8.1.49 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro condutividade elétrica. 556

Gráfico 8.1.50 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro pH. 557

Gráfico 8.1.51 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro OD – Oxigênio Dissolvido. 558

Gráfico 8.1.52 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Boro Total. 559

Gráfico 8.1.53 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Coliformes Termotolerantes. 560

Gráfico 8.1.54– Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Fósforo Total. 561

Gráfico 8.1.55 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Ferro Solúvel. 562

Gráfico 8.1.56– Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Nitritos. 563

Gráfico 8.1.57 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). 564

Gráfico 8.1.58 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro DQO (Demanda Química de Oxigênio). 564

Gráfico 8.1.59 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Turbidez. 565

Gráfico 8.1.60 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Sólidos Dissolvidos. 565

Gráfico 8.1.61 - Distribuição do teor de carbono orgânico Total (COT) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 619

Gráfico 8.1.62 - Distribuição da concentração de nitrogênio total (NT) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 620

Gráfico 8.1.63 - Distribuição da concentração de fósforo total (PT) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 621

Gráfico 8.1.64 - Distribuição da concentração de elementos metálicos e arsênio, nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 625

Gráfico 8.1.65 - Distribuição da concentração de DDDs totais nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 629

Gráfico 8.1.66 - Distribuição da concentração de Dieldrin nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 629

Gráfico 8.1.67 - Distribuição da concentração de DDTs nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 630

Gráfico 8.1.68 - Distribuição da concentração de HPAs totais nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 632

LISTA DE TABELAS

Tabela 8.1.1 - Relação das Estações Meteorológicas Consideradas para a Análise Climática do Estado do Paraná, para o Período entre 1980 e 2010. 351

Tabela 8.1.2 – Relação das Estações Selecionadas para a Caracterização Pluviométrica de Entorno do Empreendimento, para o Período entre 1980 e 2010. 352

Tabela 8.1.3 - Padrões de qualidade do ar segundo Resolução CONAMA 03/90 e Resolução SEMA PR 016/14. 378

Tabela 8.1.4 – Classificação de acordo com o Índice de Qualidade do Ar (IQA) segundo o IAP. 380

Tabela 8.1.5 – Resumo dos dados secundários de qualidade do ar empregados no diagnóstico. 382

Tabela 8.1.6 – Localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar utilizado no diagnóstico. 383

Tabela 8.1.7 – Concentrações de SO_2, NO_2, O_3 e CO medidos no TCP (cais leste). 385

Tabela 8.1.8 – Concentrações de SO_2 (µg/m³) do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 388

Tabela 8.1.9 – Concentrações de NO_2 (µg/m³) do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 390

Tabela 8.1.10 – Concentrações de CO (µg/m³) do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 391

Tabela 8.1.11 – Concentrações de Fumaça e O_3 (µg/m³) do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 392

Tabela 8.1.12 – Concentração de PTS no TCP (cais leste do Porto de Paranaguá). 394

Tabela 8.1.13 – Concentração de PTS na Bunge (centro do Porto de Paranaguá). 396

Tabela 8.1.14 – Concentrações de PTS (µg/m³) do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 398

Tabela 8.1.15 – Concentrações de PI do monitoramento da qualidade do ar da APPA. 401

Tabela 8.1.16 – Classificação da qualidade do ar segundo o IQA, para os pontos internos do Porto Organizado e Pátio de Caminhões. 402

Tabela 8.1.17 – Classificação da qualidade do ar segundo o IQA, para os pontos externos ao Porto Organizado, na comunidade do entorno. 403

Tabela 8.1.18 – Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A) segundo NBR 10.151:2000. 405

Tabela 8.1.19 – Resumo dos dados secundários de monitoramento sonoro avaliados no diagnóstico preliminar da Área de Influência. 408

Tabela 8.1.20 - Localização das estações amostrais do Programa de Gerenciamento de Ruídos atual da APPA (dados secundários). 409

Tabela 8.1.21 – Resultados do monitoramento de ruído no período diurno do Programa de Gerenciamento de Ruído do PCA da APPA. 413

Tabela 8.1.22 – Resultados do monitoramento de ruído no período noturno do Programa de Gerenciamento de Ruído do PCA da APPA. 415

Tabela 8.1.23 – Descrição dos pontos de monitoramento sonoro. 423

Tabela 8.1.24 – Comparação dos níveis sonoros do período diurno com os limites máximos estabelecidos pela NBR 10.151/2000. 427

Tabela 8.1.25 – Resultado do monitoramento de vibrações no ponto P02. 430

Tabela 8.1.26 – Resultado do monitoramento de vibrações no ponto P03. 431

Tabela 8.1.27 – Resultado do monitoramento de vibrações no ponto P07. 432

Tabela 8.1.28 – Resumo dos resultados do monitoramento de vibração realizado no dia 13/06/2016 na área de estudo. 433

Tabela 8.1.29 - Resumo dos pontos descritos em campo. 450

Tabela 8.1.30 - Localização dos Poços de Monitoramento. 452

Tabela 8.1.31 - Relação de substância alvo dos processos minerários que ocorrem nas Áreas AEID e AEII, vigentes em 28/06/2016. 462

Tabela 8.1.32 - Lista de processos minerários que ocorrem na AEII, vigentes em 28/06/2016. 462

Tabela 8.1.33 – Unidades geomorfológicas nas áreas de influência do meio físico. 468

Tabela 8.1.34 - Classes de declividade existentes da área de drenagem da baía de Paranaguá. 472

Tabela 8.1.35 – Tipos de Solos Existentes nas Áreas de Estudo para Determinação da Áreas de Influência do Empreendimento. 480

Tabela 8.1.36 – Descrição Morfológica dos Horizontes Pedológicos para o Ponto de Coleta 02. 486

Tabela 8.1.37 – Descrição Morfológica dos Horizontes Pedológicos para o Ponto de Coleta 05. 487

Tabela 8.1.38 – Descrição Morfológica dos Horizontes Pedológicos para o Ponto de Coleta 06. 488

Tabela 8.1.39 – Descrição Morfológica dos Horizontes Pedológicos para o Ponto de Coleta 01. 489

Tabela 8.1.40 – Descrição Morfológica dos Horizontes Pedológicos para o Ponto de Coleta 03. 490

Tabela 8.1.41 – Descrição Morfológica dos Horizontes Pedológicos para o Ponto de Coleta 04. 491

Tabela 8.1.42 – Tipos de Solos Existentes nas Áreas de Estudo para Determinação das Áreas de Influência do Empreendimento. 494

Tabela 8.1.43 – Resumo da Suscetibilidade a Inundações da porção emersa da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta. 500

Tabela 8.1.44 – Resumo da Suscetibilidade a Movimentos de Massa da porção emersa da Área de Estudo para determinação na Área de Influência Direta..... 503

Tabela 8.1.45 – Resumo da Suscetibilidade a Erosão da porção emersa da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta..... 506

Tabela 8.1.46 – Caracterização dos efluentes produzidos na Bacia Litorânea Paranaense ... 520

Tabela 8.1.47 – Características do sistema de saneamento - agropecuária e mineração. 520

Tabela 8.1.48 - Características do sistema de saneamento - setor industrial. 521

Tabela 8.1.49 – Áreas das sub-bacias e percentual dentro da AEID (porção continental). 525

Tabela 8.1.50 – Outorgas e Usos insignificantes em cada sub-bacia da AEID. 526

Tabela 8.1.51 – Volume de água captado por tipo de manancial..... 527

Tabela 8.1.52 – Volumes de água por tipo de uso em cada sub-bacia da AEID. 527

Tabela 8.1.53 – Resumo dos volumes de água por tipo de uso..... 528

Tabela 8.1.54 – Informações gerais dos lançamentos de efluentes na AEID. 528

Tabela 8.1.55 – Informações das outorgas de lançamento de efluentes na AEID..... 528

Tabela 8.1.56 – Estações que já existiram ou existe na AEID. 529

Tabela 8.1.57 - Dados secundários de qualidade da água do CEP (Complexo Estuarino de Paranaguá) obtidos pela APPA e utilizados neste diagnóstico. 531

Tabela 8.1.58 - Parâmetros de qualidade da água analisados nas campanhas de monitoramento da APPA. 532

Tabela 8.1.59 - Localização das estações amostrais de qualidade da água selecionadas para avaliação dos dados secundários da APPA (pontos pretéritos). 533

Tabela 8.1.60 – Localização geográfica dos pontos amostrais de qualidade da água, referentes a coleta de dados primários deste diagnóstico ambiental. 547

Tabela 8.1.61 - Parâmetros das campanhas em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, Águas Salobras Classe 1. 555

Tabela 8.1.62 – Identificação das Potenciais Fontes Poluidoras na AEID 566

Tabela 8.1.63 – Áreas de abrangência das unidades aquíferas em relação às áreas de estudo para determinação das áreas de influência. 570

Tabela 8.1.64 – Relação dos Poços Piezômetros Instalados na ADA do empreendimento.... 579

Tabela 8.1.65 - Níveis d'água medidos. 580

Tabela 8.1.66 - Caracterização Química da Água Freática em Relação aos Poços Analisados. 583

Tabela 8.1.67 - Características principais das ondas no litoral do Paraná entre agosto e dezembro de 1983. 588

Tabela 8.1.68 - Principais informações das correntes de marés ao longo do eixo E-W do Complexo Estuarino de Paranaguá. 591

Tabela 8.1.69 - Lista dos resultados das análises granulométricas dos sedimentos de fundo da área pretendida para a expansão portuária da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA), com as suas respectivas coordenadas de localização (UTMS/MC -51) 601

Tabela 8.1.70 - Lista dos resultados das análises granulométricas dos sedimentos coletados nos testemunhos rasos da área pretendida para a expansão portuária da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA), com as suas respectivas coordenadas de localização (UTMS/MC -51). 609

Tabela 8.1.71 - Lista dos resultados das análises granulométricas dos sedimentos coletados nos testemunhos profundos da área pretendida para a expansão portuária da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA), com as suas respectivas coordenadas de localização (UTMS/MC -51). 613

Tabela 8.1.72- Teores de carbono orgânico total (COT) e concentrações de nitrogênio total, (NT) e fósforo total (PT) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 618

Tabela 8.1.73 - Resultados da avaliação da qualidade analítica através da análise de material de referência certificado. 622

Tabela 8.1.74 - Concentrações de elementos traços Arsênio (As), Cádmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Chumbo (Pb), Zinco (Zn) e Mércurio (Hg) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. 624

Tabela 8.1.75 - Concentração de pesticidas organoclorados e PCBs (□g kg-1) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. O valor LDM indica o limite de detecção do método enquanto LQM indica o limite de quantificação do método. Valores sublinhados indica que estiveram acima do LDM, mas abaixo do LQM (não considerados na representação gráfica)..... 631

Tabela 8.1.76 - Concentração de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (□g kg-1) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores para águas salina-salobras (Nível 1 e 2) da Resolução CONAMA 454/12. O valor LDM indica o limite de detecção do método enquanto LQM indica o limite de quantificação do método. Valores sublinhados indica que estiveram acima do LDM, mas abaixo do LQM 633

Tabela 8.1.77 - Fórmulas de transporte sólido, com faixa granulométrica recomendável e tipo de transporte (Rosman, 2016). 649

Tabela 8.1.78 - Vazões utilizadas para a modelagem hidrodinâmica da Baía de Paranaguá. 664

Tabela 8.1.79 - Classificação granulométrica dos sedimentos conforme a Escala Granulométrica de Wentworth (1922). 669

Tabela 8.1.80 – Concentrações de material em suspensão utilizados nas simulações..... 673

Tabela 8.1.81 - Constantes harmônicas utilizadas nas modelagens..... 675

Tabela 8.1.82 - Rugosidades equivalentes de fundo para cada tipo de sedimento. 677

8. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

8.1 Meio Físico

Neste documento é apresentado o diagnóstico do meio físico. O foco desse trabalho foi levantar todos os dados secundários disponíveis, principalmente no escopo dos licenciamentos ambientais da própria APPA, mas também de terminais privados. A partir disso, o diagnóstico foi construído de forma a compatibilizar a suficiência temporal e espacial dos dados secundários complementados pelo levantamento de dados primários.

As metodologias empregadas em cada área temática são descritas nos respetivos capítulos, abordando em detalhes os métodos utilizados e os dados contemplados na análise.

8.1.1 Climatologia e Meteorologia

O clima pode ser compreendido como resultante da inter-relação de distintos fatores meteorológicos de maneira a estabelecer padrões climáticos para diferentes regiões. Estes padrões podem ser definidos como estáticos ou dinâmicos, determinando assim as tipologias climáticas regionais.

Os padrões estáticos referem-se a variáveis determinadas em função da localização de determinada região em relação à latitude, à distribuição das superfícies continentais e de águas, bem como das amplitudes altimétricas do relevo. Os padrões dinâmicos estão relacionados às correntes marítimas, à continentalidade e aos fenômenos atmosféricos tais como as frentes e massas de ar.

Para o território brasileiro, considerando suas dimensões, apresenta diferentes regimes climáticos, os quais são caracterizados por suas especificidades atreladas à direta influência da configuração geográfica, compreendendo, portanto, diferentes padrões estáticos e dinâmicos.

8.1.1.1 Metodologia aplicada

A caracterização climatológica para a região em que se encontra o empreendimento foi desenvolvida a partir de dados existentes para o estado paranaense e para a área de

drenagem da Baía de Paranaguá, onde está inserida a área de estudo para determinação da área de influência indireta (AEII). Para tanto, esta caracterização é centrada na descrição regional do regime pluviométrico, umidade relativa do ar e temperatura do ar para o estado do Paraná, assim como na descrição local da precipitação, umidade relativa e temperatura do ar, insolação e nebulosidade, e ventos para o município de Paranaguá.

Para a caracterização regional da pluviosidade, da umidade relativa do ar e da temperatura do ar foram considerados dados provenientes de 28 estações meteorológicas (IAPAR e INMET) referentes a médias anuais e sazonais para o período entre 1980 e 2010. A relação das estações selecionadas é apresentada pela Tabela 8.1.1.

Para a caracterização de entorno do município de Paranaguá, com o intuito de identificar o regime pluviométrico na AEII, utilizou-se de dados de 20 estações pluviométricas e meteorológicas, conforme relação apresentada pela Tabela 8.1.2, considerando também a média histórica entre 1980 e 2010.

Para a elaboração dos mapas com a representação da distribuição da pluviosidade e umidade relativa do ar (médias anuais e sazonais), utilizou-se de ferramentas em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) a partir do método de interpolação *Spline* tencionado[1]. Este método trata-se de uma ferramenta embutida na extensão *Spatial Analyst* do software *ArcGIS 10*.

Tabela 8.1.1 - Relação das Estações Meteorológicas Consideradas para a Análise Climática do Estado do Paraná, para o Período entre 1980 e 2010.

Estação	Código	Latitude	Longitude	Altitude	Operador
Guaraqueçaba	2548039	-25,27	-48,53	40,0	IAPAR
Morretes	2548038	-25,50	-48,82	59,0	IAPAR
Cambará	2350017	-23,00	-50,03	450,0	IAPAR
Joaquim Távora	2349030	-23,50	-49,95	512,0	IAPAR
Fernandes Pinheiro	2550025	-25,45	-50,58	893,0	IAPAR
Telêmaco Borba	2450011	-24,33	-50,62	768,0	IAPAR
Bandeirantes	2350018	-23,10	-50,35	440,0	IAPAR
Bela Vista do Paraíso	2251027	-22,95	-51,20	600,0	IAPAR
Ibiporã	2351011	-23,27	-51,02	484,0	IAPAR

[1] Detalhes acerca do funcionamento deste método são encontrados em estudos desenvolvidos por Mitasova e Mitas (1993), Mitasova e Hofierka (1993), Mitas e Mitasova (1999).

Estação	Código	Latitude	Longitude	Altitude	Operador
Londrina	02351003	-23,37	-51,17	585,0	IAPAR
Guarapuava	2551010	-25,35	-51,50	1058,0	IAPAR
Palmas	2651043	-26,48	-51,98	1100,0	IAPAR
Clevelândia	2652003	-26,42	-52,35	930,0	IAPAR
Pato Branco	2652035	-26,12	-52,68	700,0	IAPAR
Francisco Beltrão	2653012	-26,08	-53,07	650,0	IAPAR
Planalto	2553015	-25,70	-53,78	400,0	IAPAR
Paranavaí	2352017	-23,08	-52,43	480,0	IAPAR
Palotina	2453003	-24,30	-53,92	310,0	IAPAR
Umuarama	2353008	-23,73	-53,28	480,0	IAPAR
Nova Cantú	2452050	-24,67	-52,57	540,0	IAPAR
Paranaguá	83844	-25,53	-48,51	4,5	INMET
Maringá	83767	-23,40	-51,91	542,0	INMET
Londrina	83766	-23,31	-51,13	566,0	INMET
Ivaí	83811	-25,00	-50,86	808,0	INMET
Irati	83836	-25,46	-50,63	837,0	INMET
Curitiba	83842	-25,43	-49,26	923,5	INMET
Castro	83813	-24,78	-50,00	1008,8	INMET
Campo Mourão	83783	-24,05	-52,36	616,4	INMET

Tabela 8.1.2 – Relação das Estações Selecionadas para a Caracterização Pluviométrica de Entorno do Empreendimento, para o Período entre 1980 e 2010.

Estação	Código	Latitude	Longitude	Altitude	Operador
Paranaguá	83844	-25,5333	-48,5166	4,5	INMET
Morretes	2548000	-25,4667	-48,8331	8,0	ANA
Véu de Noiva	2548002	-25,4331	-48,9500	680,0	ANA
Colônia Cachoeira	2548003	-25,2331	-48,7500	80,0	ANA
Guaraqueçaba (Costão)	2548023	-25,3000	-48,2700	10,0	IPAGUAS
Limoeiro	2548025	-25,3167	-48,7000	8,0	ANEEL
Morro Grande	2548035	-25,9500	-48,7000	15,0	IPAGUAS
Marumbi	2548027	-25,5058	-48,8742	60,0	IPAGUAS
Posto Fiscal Km 309	2548036	-25,0833	-48,6000	702,0	IPAGUAS
Morretes	2548038	-25,5000	-48,8170	59,0	IAPAR
Guaraqueçaba	2548039	-25,2600	-48,5300	40,0	IAPAR
Bananal	2548043	-25,1800	-48,4000	16,0	IPAGUAS
Passo do Vau	2548044	-25,2000	-48,4700	73,0	ANA
Fazenda Bom Jesus	2548046	-25,3331	-48,6000	216,0	IPAGUAS
São João da Graciosa	2548047	-25,3831	-48,8667	159,0	IPAGUAS
Colônia Santa Cruz	2548049	-25,6167	-48,6000	79,0	IPAGUAS
Cubatão	2548051	-25,8167	-48,7500	12,0	IPAGUAS
Ilha do Rio Claro	2548052	-25,8128	-48,9236	237,0	IPAGUAS
Antonina	2548068	-25,4331	-48,7667	74,0	IPAGUAS
Antonina	2548070	-25,2400	-48,7500	60,0	IAPAR

A referida interpolação utiliza-se de uma expressão polinomial para ajustar uma superfície analítica que inclua todos os pontos amostrais, de maneira que essa interpolação dos valores de cada célula do GRID gere uma superfície, na qual a pluviosidade ou a umidade em todos os pontos sejam obtidas.

Para a confecção dos mapas de temperaturas do ar anuais e sazonais, utilizou-se da correlação entre os dados das estações meteorológicas e de dados altimétricos provenientes do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), assim como a localização das estações em relação à latitude e ao oceano, a partir do método de regressão múltipla e álgebra entre mapas, conforme descrito por PAULA, 2005.

8.1.1.2 Dinâmica atmosférica e clima regional

As condições gerais dos tipos de tempo meteorológico que atuam em determinada região estão relacionadas às condições em escala global, em decorrência da circulação atmosférica geral. Nesse sentido, para possibilitar a compreensão da dinâmica atmosférica de um local de interesse, faz-se necessário considerar o contexto da região em que se insere o objeto de estudo, ou seja, é preciso analisar os fatores meteorológicos sob uma ótica global, considerando o entorno.

De modo geral, a dinâmica atmosférica pode ser compreendida a partir da movimentação dos sistemas atmosféricos (as massas de ar e as frentes a elas associadas), originados em células anticiclonais e de deslocamento em direção às células ciclonais. A influência da participação desses sistemas para a determinação dos diferentes tipos climáticos é resultante dos movimentos do ar em relação à superfície da Terra (horizontais e verticais), assim como os movimentos do próprio planeta (AYOADE, 1983).

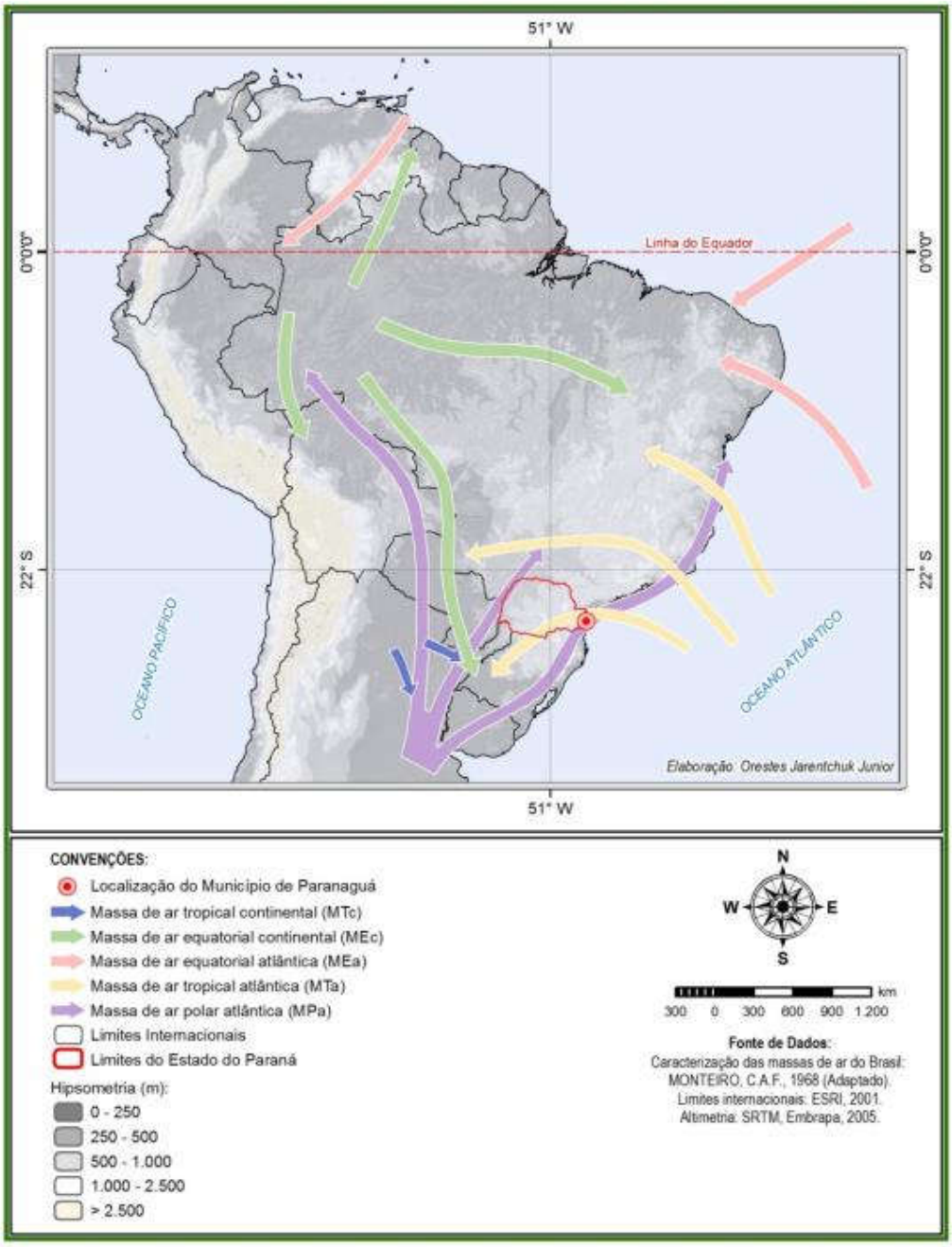
Segundo Mendonça (2007), as massas de ar atuantes sobre o clima de determinada região se movimentam em função das diferenças de pressão entre o ponto de origem e de destino influenciando as características térmicas, higrométricas e barométricas de acordo com as propriedades que as definem (temperatura e umidade).

Para o Estado do Paraná são três os principais sistemas atmosféricos que atuam em sua região, conforme Monteiro (1968) e ilustrado pela Figura 8.1, a saber:

i) Massa Tropical Atlântica (MTa), caracterizada por ser quente e úmida, atuando constantemente durante o ano e regendo a incidência de chuvas orográficas, principalmente em áreas montanhosas como na região da Serra do Mar;

ii) Massa Polar Atlântica (MPa), de características fria e úmida, também atuante constantemente durante o ano;

iii) Massa Equatorial Continental (MEc), quente e com formação em baixas latitudes próximas ao Equador e atuante durante o período de verão.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.1 - Dinâmica das Massas de Ar Atuantes no Brasil.

Estes sistemas atmosféricos são responsáveis pela regência da dinâmica climática, de maneira que o encontro do ar frio proveniente do polo Sul (MPa) e o ar quente tropical (MTa) refletem na formação de sistemas frontológicos (Frente Fria e Frente Quente) com predominâncias de acordo com a sazonalidade e responsáveis pela instabilização atmosférica durante o ano.

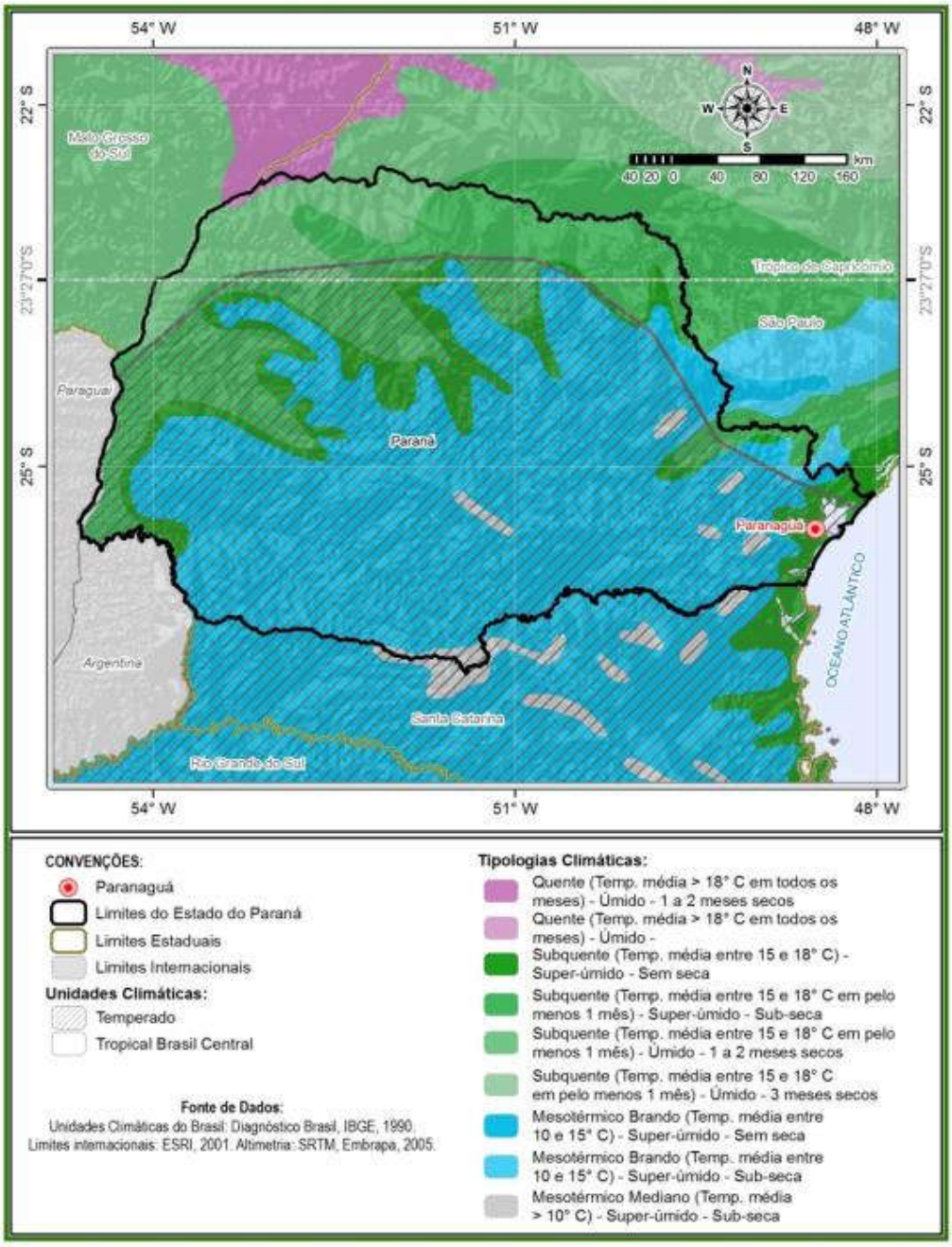
A dinâmica atmosférica do litoral paranaense está atrelada em grande parte do ano ao Anticiclone do Atlântico Sul, tendo a MTa e a MPa como os sistemas mais atuantes na região.

De acordo com o IBGE (2002), o Estado do Paraná se encontra sobre setor com predomínio de duas unidades climáticas (Figura 8.2), Clima Tropical Brasil Central e principalmente o Clima Temperado em consequência de se localizar em latitudes abaixo da linha do Trópico de Capricórnio e justamente por sofrer grande influência da Massa Polar Atlântica (MPa).

Predomina no Estado do Paraná, sob Clima Temperado, a tipologia climática mesotérmica branda, caracterizada como sendo super-úmida e, portanto, sem período de estiagem definido, para o qual a temperatura média varia entre 10 e 15°C.

Na porção Norte do Estado predominam as tipologias sob domínio do Clima Tropical Brasil Central, caracterizadas como subquentes com temperaturas médias variando entre 15 e 18°C em pelo menos um mês, úmido e super-úmido com a possibilidade de períodos de estiagem durante até dois meses ao ano à medida que as latitudes reduzem.

Especificamente, o município de Paranaguá se encontra sobre o domínio climático temperado subquente e super-úmido, o qual é caracterizado por não apresentar período de estiagem definido, porém com temperaturas médias variando entre 15 e 18°C.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.2 - Distribuição das Unidades e Tipologias Climáticas do Estado do Paraná.

8.1.1.3 Pluviosidade

A média pluviométrica anual do Estado é de 1.722,61 mm e na área de entorno do município de Paranaguá podem ser observados valores totais anuais entre 1.971 mm e 2.446 mm,

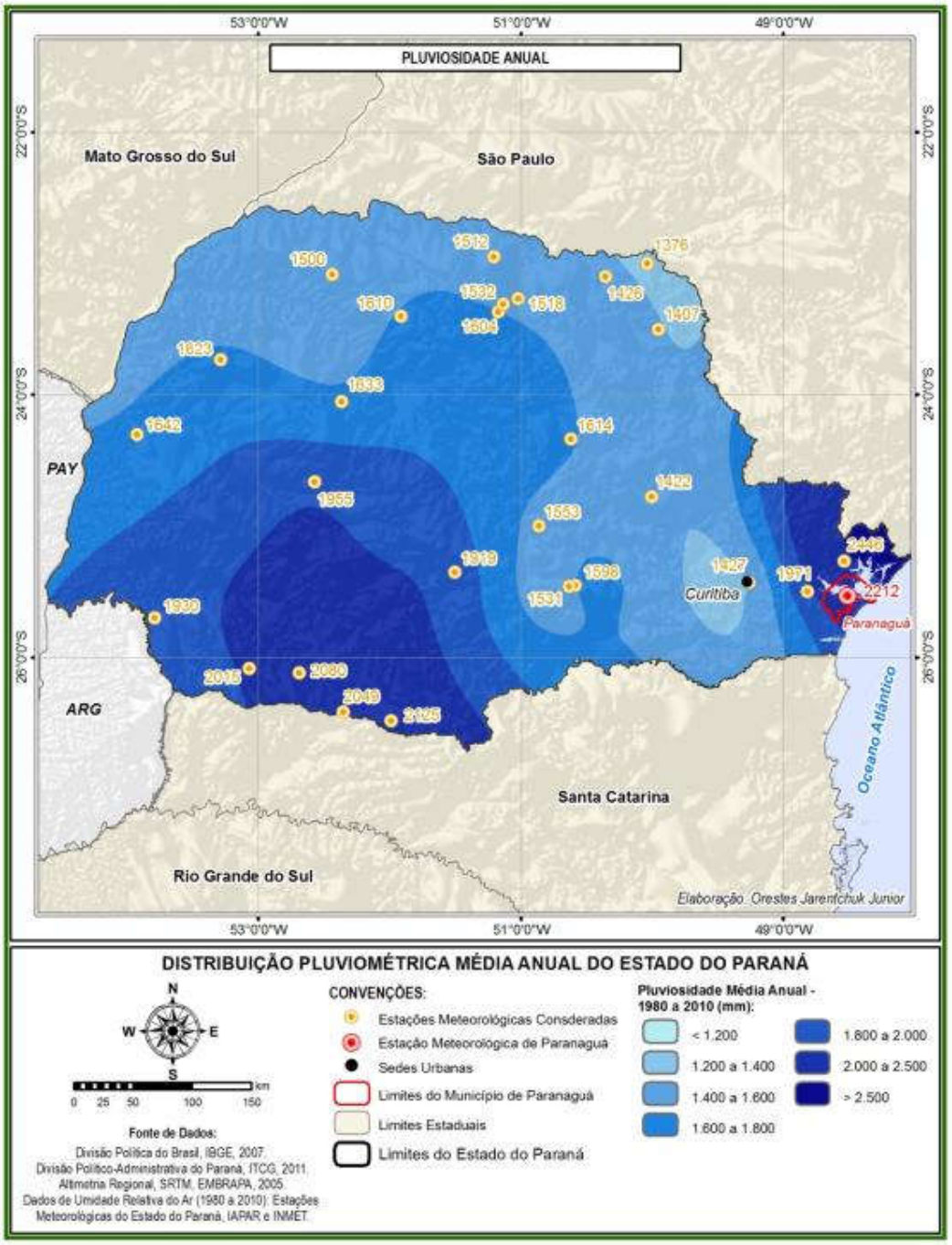
identificados respectivamente através das estações de Morretes e Guaraqueçaba, enquanto que a estação Paranaguá registra um acumulado médio anual de 2.212 mm.

Com relação à sazonalidade das chuvas no Estado, destaca-se o alto índice pluviométrico durante o período de verão, quando há o predomínio da atuação da MPa, de forma que o aquecimento basal e acentuação de instabilidade desta massa de ar acarretam na elevação da ocorrência de eventos de precipitação atmosférica.

Na Figura 8.3 e Figura 8.4, têm-se representadas tanto a espacialidade da pluviosidade média anual para o território paranaense, quanto a espacialidade das chuvas para cada estação do ano, bem como a indicação em destaque da estação de Paranaguá e dos limites do município onde se insere o empreendimento.

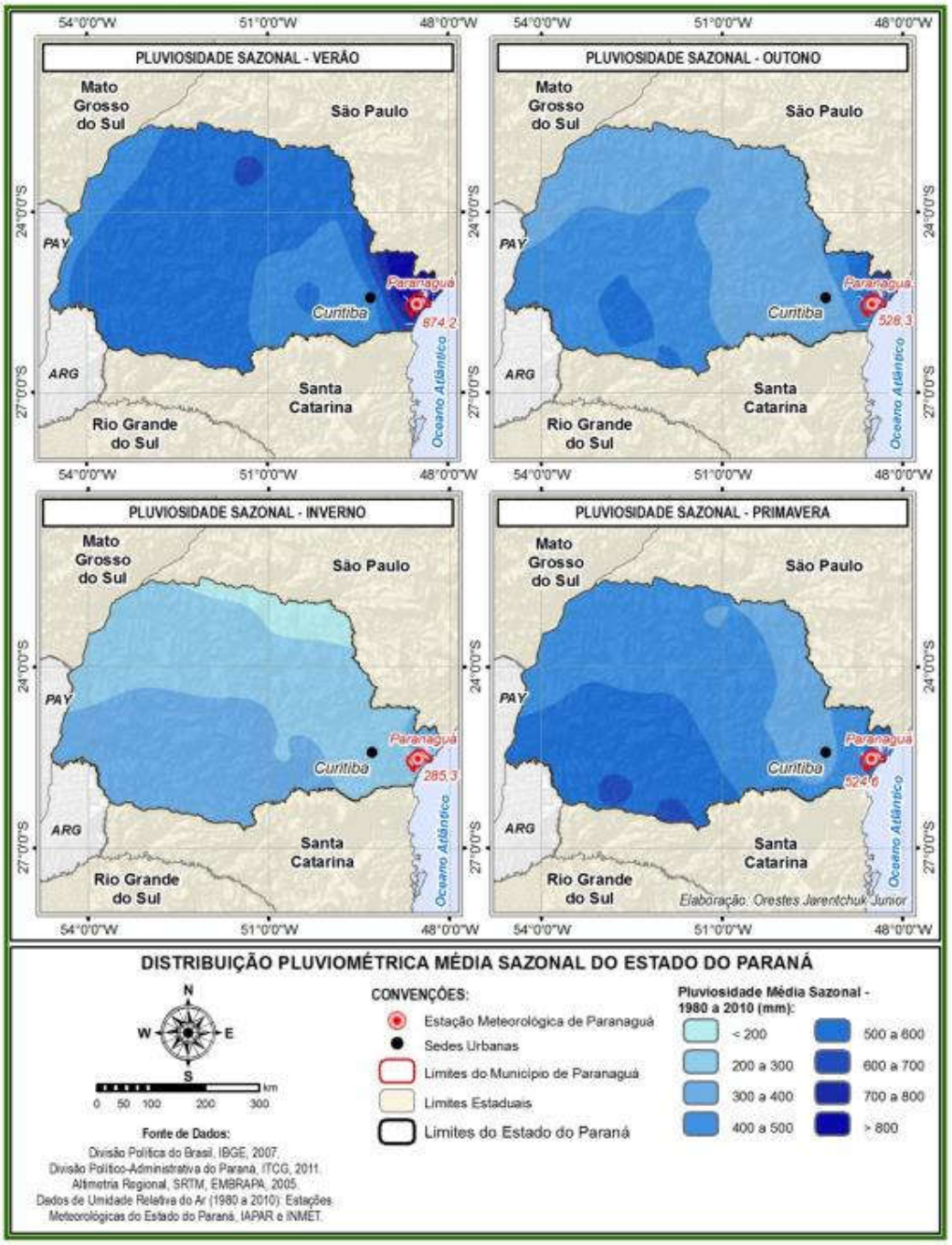
Quanto a sazonalidade das chuvas no litoral, deve-se destacar o significativo índice pluviométrico durante a estação de verão, período do ano em que se observa a predominância da atuação da MTa. Em decorrência da atividade da MTa sobre o território litorâneo do Paraná, em conjunto com o aquecimento basal durante o verão, acentuando a instabilidade desta massa de ar, e associada ao fenômeno orográfico do sistema atlântico, tem-se significativa elevação na pluviosidade regional.

A média pluviométrica para os meses de verão é de 572,82 mm, com acumulado mínimo de 448,28 mm em registro pela estação Irati (83836), localizada a aproximadamente 213 km da sede de Paranaguá, enquanto que o acumulado máximo de 1.016,9 mm é registrado pela estação Guaraqueçaba (2548039), valor justificado por sua localização litorânea e forte influência da MTa.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.3 - Distribuição Espacial da Precipitação Média Anual no Estado do Paraná (1980 a 2010).



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.4 - Distribuição Espacial da Precipitação Média Sazonal no Estado do Paraná (1980 a 2010).

Além de o acumulado pluviométrico demonstrar-se maior no verão, correspondendo a aproximadamente 40% do total pluviométrico anual, deve-se destacar que as chuvas convectivas de maior intensidade ocorrem também nesta época do ano, favorecendo a

deflagração de processos morfogenéticos (movimentos de massa e processos erosivos) e consequentemente acarretando no assoreamento de corpos hídricos que drenam para a baía de Paranaguá.

Durante os meses que compõem o período de inverno, estação caracterizada pelas baixas temperaturas e redução dos eventos de chuva, os principais sistemas meteorológicos responsáveis pelos eventos de pluviosidade são as frentes frias, ainda que não provoquem acumulados significativos.

No que diz respeito à pluviosidade média sazonal e mensal do município de Paranaguá, observando-se as representações ilustradas no Gráfico 8.1.1 e considerando o exposto anteriormente, confirma-se que o período de ocorrência da maior incidência de eventos pluviométricos corresponde aos meses de verão, destacando-se janeiro e fevereiro, cujas médias alcançam 317,9 mm e 286,9 mm respectivamente. O período com menor média pluviométrica é, portanto, o inverno, quando durante o mês de agosto o acumulado médio é de apenas 84,2 mm.

Observando-se a quantificação de dias com eventos de precipitação para a estação de Paranaguá (Gráfico 8.1.2 e Gráfico 8.1.3), nota-se que o mês de janeiro é responsável pelo maior número de dias com incidência de chuvas, somando-se aproximadamente 20 dias em média para o período analisado.

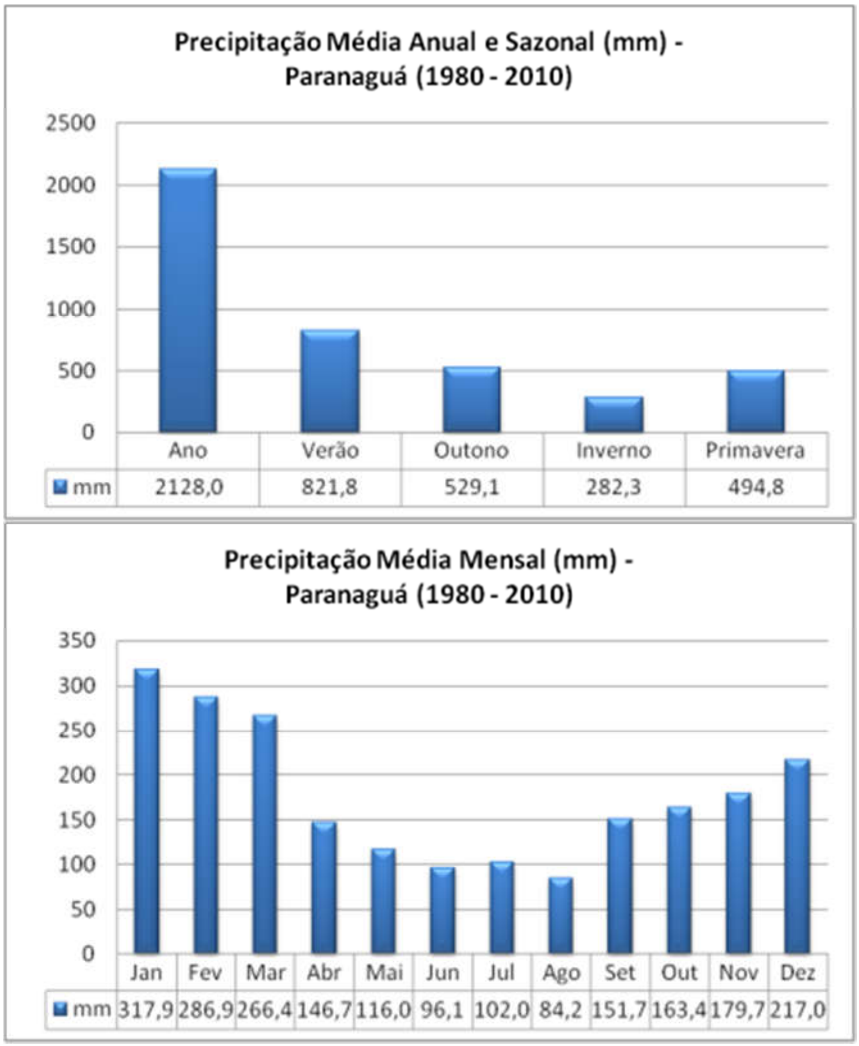


Gráfico 8.1.1 - Distribuição da Precipitação Média Anual, Sazonal e Mensal para a Estação Meteorológica de Paranaguá (1980 a 2010).

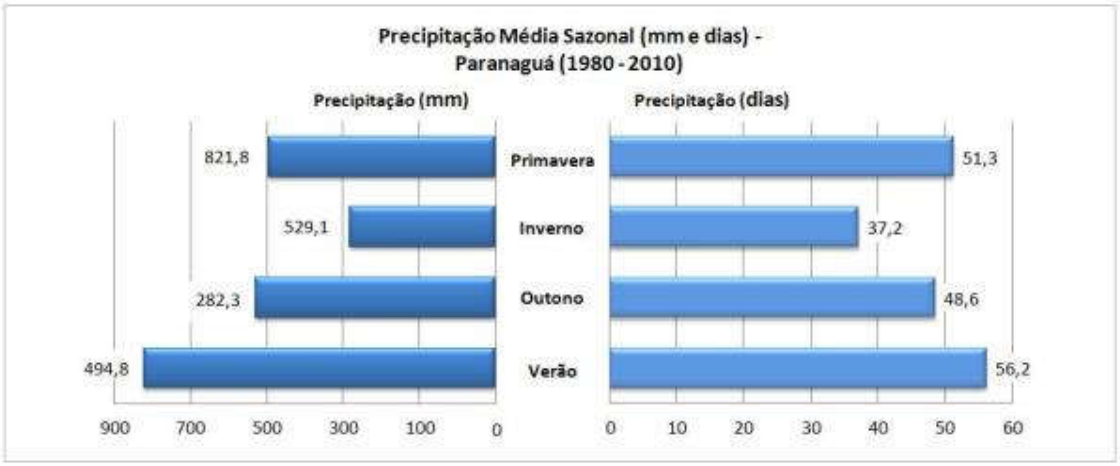


Gráfico 8.1.2 - Quantificação Média Sazonal de Dias com Precipitação para a Estação Meteorológica de Paranaguá (1980 a 2010).

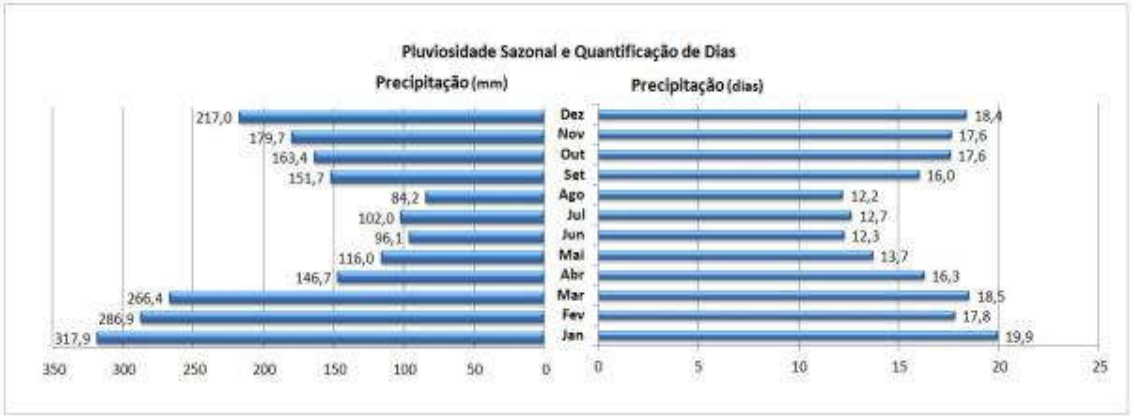


Gráfico 8.1.3 - Quantificação Média Mensal de Dias com Precipitação para a Estação Meteorológica de Paranaguá (1980 a 2010).

Os meses de dezembro e março se destacam também por apresentarem os maiores números de dias com ocorrência de chuvas durante o ano. No entanto, ainda que o mês de fevereiro se apresente com o menor número de dias chuvosos do período de verão (aproximadamente 18 dias), e se comparado com os meses de dezembro e março (aproximadamente 18 e 19 dias, respectivamente), ainda apresenta-se como de maior intensidade pluviométrica em relação a esses meses. Tal afirmação é legitimada no Gráfico 8.1.4, o qual indica acumulado médio de 286,9 mm para fevereiro, frente aos 217,0 mm e 266,4 mm respectivos aos meses de dezembro e março.

De modo geral, a pluviosidade possui uma significativa variação durante os anos considerados para a análise em média histórica em função da dinâmica atmosférica e do clima regional, sendo que para o município de Paranaguá o comportamento dessa variação ao longo dos anos é evidente e pode ser observado a partir do Gráfico 8.1.4.

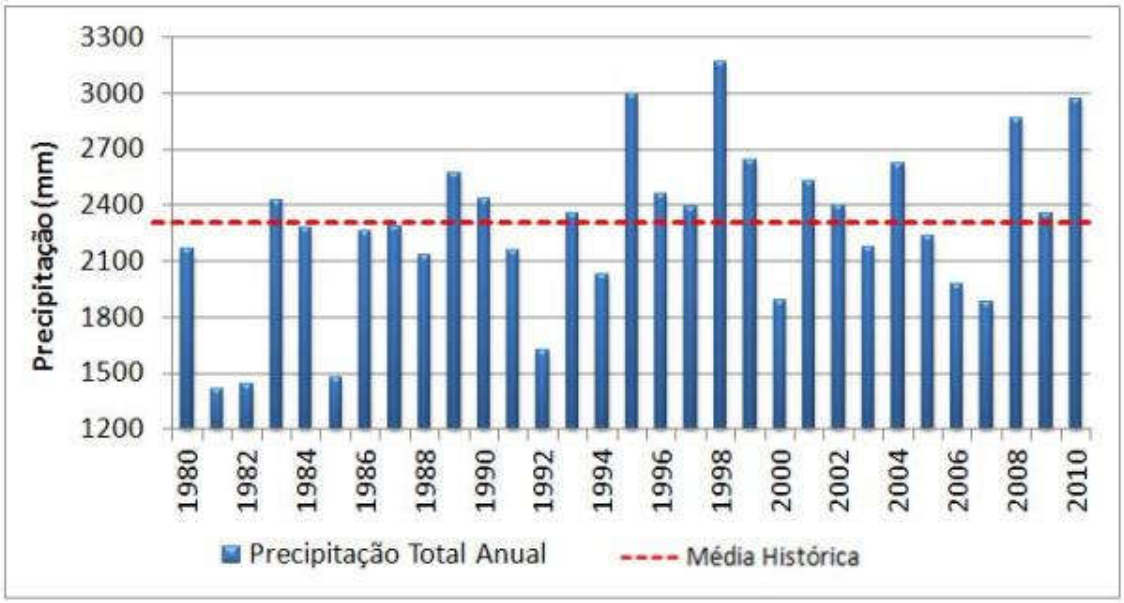


Gráfico 8.1.4 - Variação Interanual da Pluviosidade para a Estação Meteorológica de Paranaguá (1980 a 2010).

Observam-se momentos em que os valores médios anuais superam significativamente a média histórica (2.354,5 mm/ano), destacando-se os anos de 1995 (2.995,5 mm/ano), 1998 (3.171,9 mm/ano) e 2010 (2.973,2 mm/ano). De maneira contrária, para os anos de 1981, 1982 e 1985 foram registrados valores abaixo da média.

Esta situação pode estar relacionada à atuação de fenômenos climáticos cíclicos como o El Niño, o qual contribui para a elevação da pluviosidade (como ocorrido durante o ano de 1998), e a La Niña, responsável por um efeito contrário reduzindo a pluviosidade (tal como ocorrido durante o ano de 1981, momento em que o registro médio de precipitação anual é de 1.415,4 mm).

8.1.1.4 Umidade relativa do ar

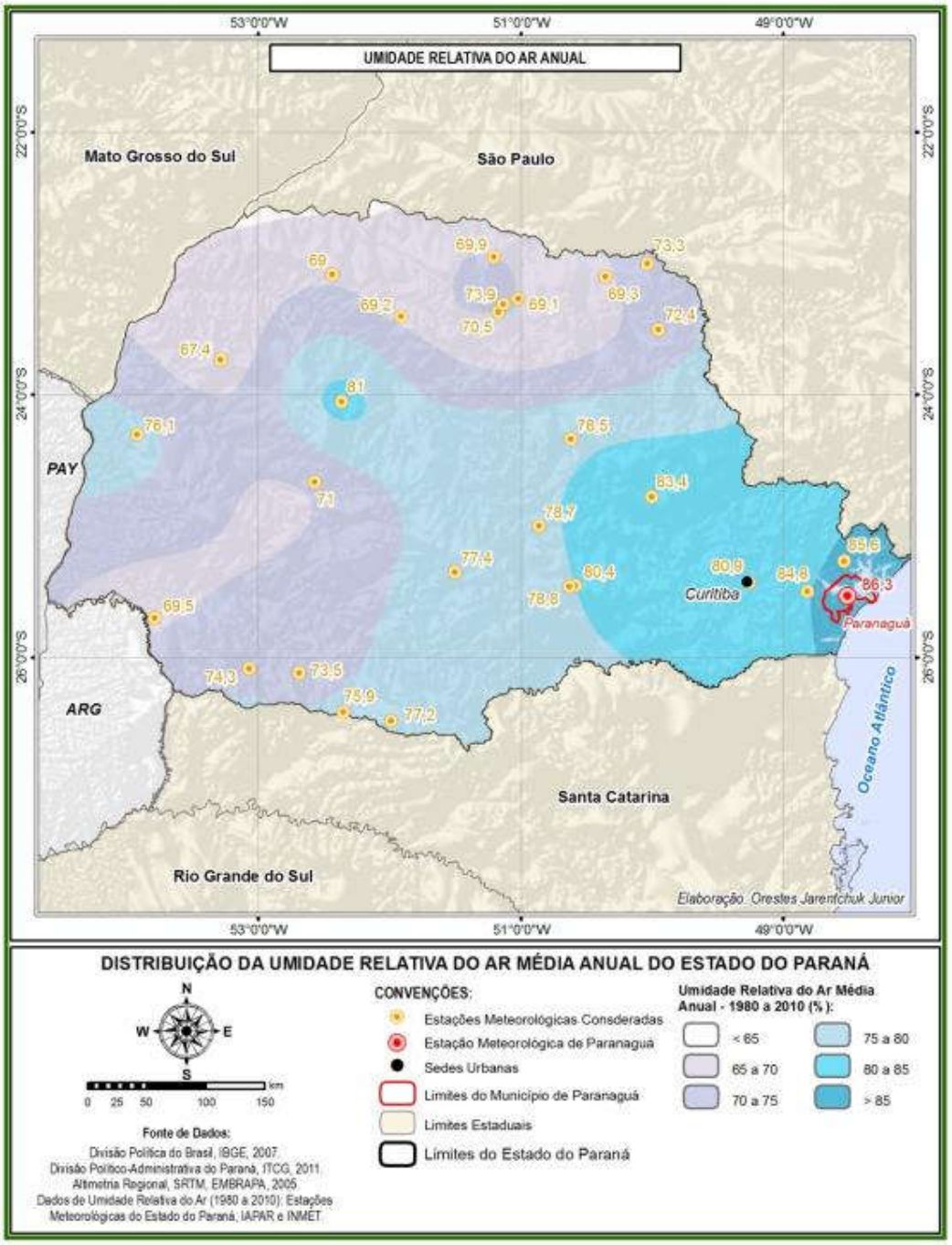
A caracterização da umidade relativa permite expressar o conteúdo de vapor existente na atmosfera a partir da relação entre o teor de vapor d'água contido no ar num dado momento e o teor máximo que esse ar poderia conter, à temperatura ambiente. O valor da umidade relativa pode mudar em função da alteração do teor de umidade do ar ou pela mudança de temperatura (IAPAR, 2000).

Para o Estado do Paraná a umidade relativa do ar é retratada considerando o mesmo método adotado para os dados de pluviosidade, complementando assim a caracterização

climática regional nas escalas espacial e temporal do estado. A Figura 8.5 ilustra a distribuição espacial da umidade relativa do ar média anual e sazonal respectivamente para o território paranaense, assim como a indicação da estação Paranaguá e dos limites do município em que se encontra o empreendimento.

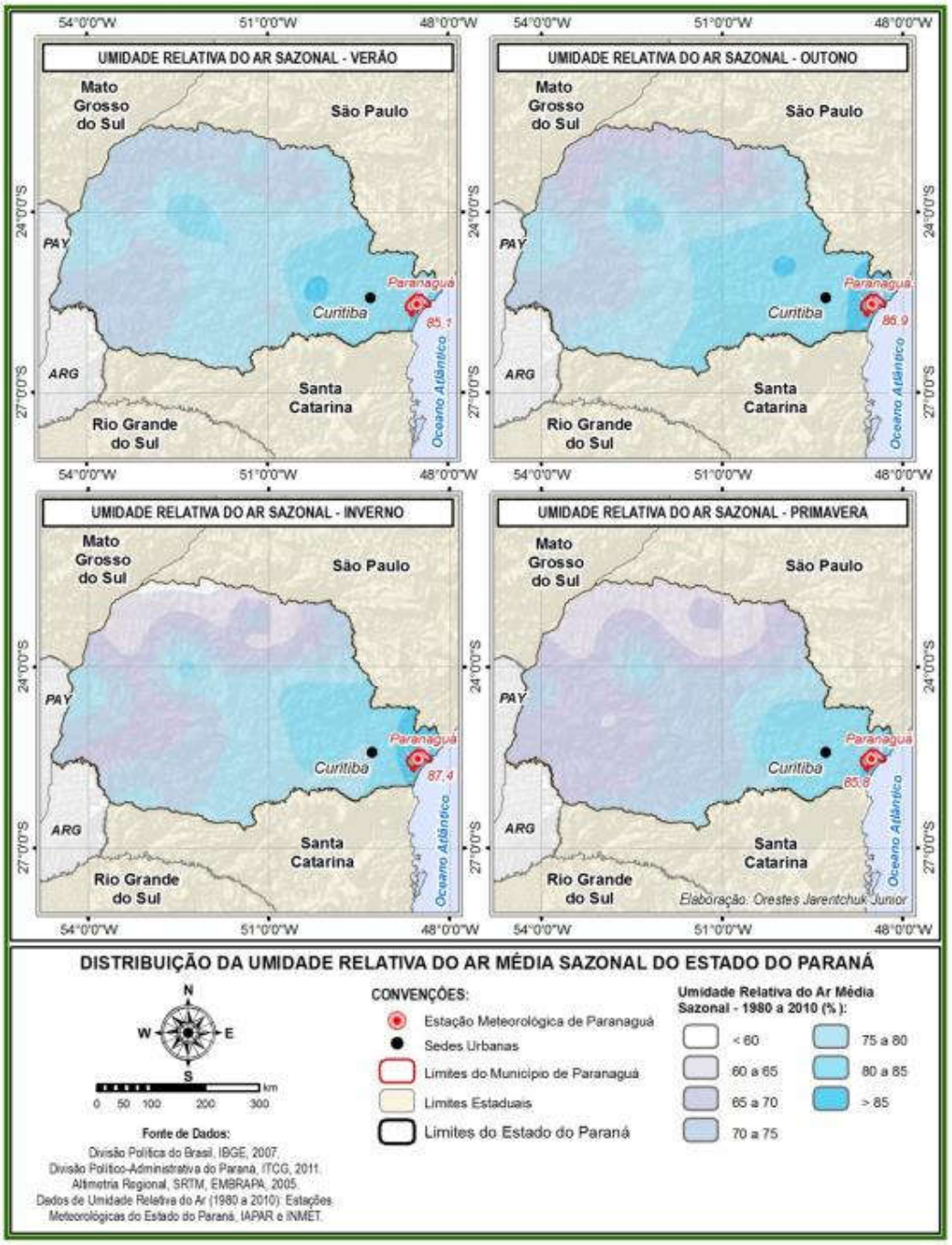
O valor médio anual da umidade relativa do ar para o Estado é de 75,6%, com índices mínimos entre 67,4% e 69% registrados pelas estações Umuarama e Paranavaí, respectivamente, e índices máximos superiores a 85% na região litorânea, destacando o registro da estação de Paranaguá (86,3%), sendo a evapotranspiração potencial anual entre 800 e 900 mm, proporcionando excedentes hídricos anuais superiores a 1.200mm (IAPAR, 2000).

Observando-se a Figura 8.6, a qual representa a sazonalidade da umidade relativa do ar para as estações meteorológicas do Paraná, verifica-se que no decorrer dos meses a umidade relativa apresenta relação inversa ao fator temperatura, sobretudo para a região litorânea. Durante os períodos de primavera e verão as temperaturas aumentam e a umidade do ar passa a regredir quando comparada com a umidade durante os períodos de outono e inverno.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.5 - Distribuição Espacial da Umidade Relativa do Ar Média Anual no Estado do Paraná (1980 a 2010).



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.6 - Distribuição Espacial da Umidade Relativa do Ar Média Sazonal no Estado do Paraná (1980 a 2010).

Nota-se que durante o ano ocorre uma concentração da umidade relativa do ar na região litorânea, alcançando especificamente para o município de Paranaguá o valor máximo de 87,4% durante o verão e mínima de 85,1%, permanecendo então com valores acima de

60%, níveis adequados para a saúde humana segundo índices estabelecidos pela OMS (Organização Mundial da Saúde), conforme destaca o CGE (Centro de Gerenciamento de Emergências) da prefeitura municipal de São Paulo.

A representação gráfica da distribuição da umidade relativa do ar média mensal, anual e sazonal para a estação de Paranaguá pode ser verificada através do Gráfico 8.1.5. É possível observar que a umidade relativa média do ar mensal sofre um decréscimo significativo durante os meses de novembro (83,1%) e dezembro (83,2%), ou seja, ao final do período de primavera e início do verão.

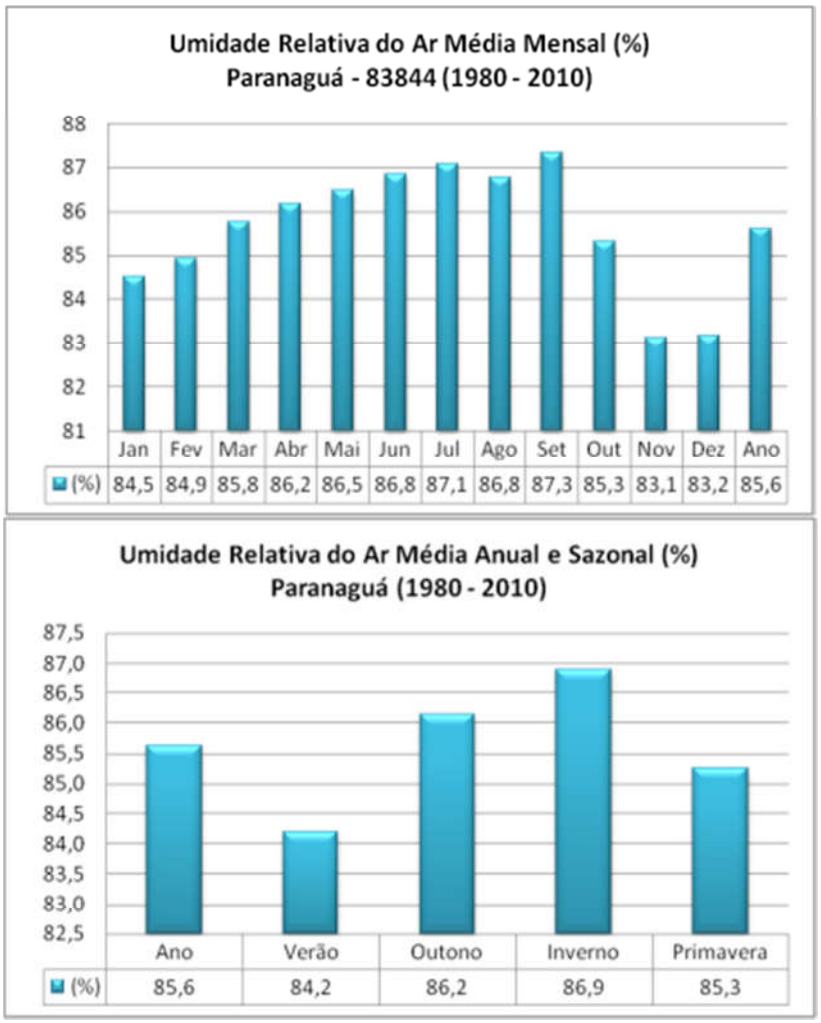


Gráfico 8.1.5 - Distribuição da Umidade Relativa do Ar Média Anual, Sazonal e Mensal para a Estação Meteorológica de Paranaguá (1980 a 2010).

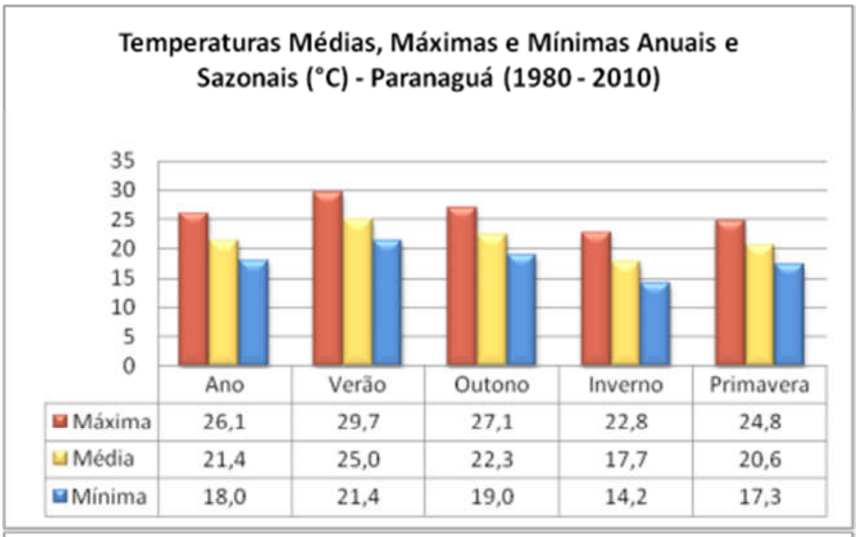
8.1.1.5 Temperatura do ar

Diversos fatores influenciam a distribuição das temperaturas na superfície terrestre, tais como a insolação incidente, as características da superfície em relação ao albedo[2] dos elementos e materiais que nela se encontram a distância dos corpos hídricos, o relevo, a vegetação, a origem dos ventos e também as correntes oceânicas.

Considerando-se que os dados térmicos especializados correspondem a extrapolações de dados aferidos pontualmente, optou-se por se realizar a análise dos dados registrados através da estação de Paranaguá, sobretudo devido à proximidade em relação ao local do empreendimento, e para a qual se dispõe de série histórica consistida.

Os gráficos de temperatura para a estação de monitoramento de Paranaguá (Gráfico 8.1.6) demonstram que o período de temperaturas mais elevadas é representado pelos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, sendo que este último se destaca como o mais quente entre os três. O período de menores temperaturas é representado pelos meses de junho, julho e agosto, sendo que o mês de julho é o que apresenta a menor média de temperatura.

[2] O albedo é definido pela razão da radiação solar refletida ou espalhada por uma superfície num fluxo incidente de insolação.



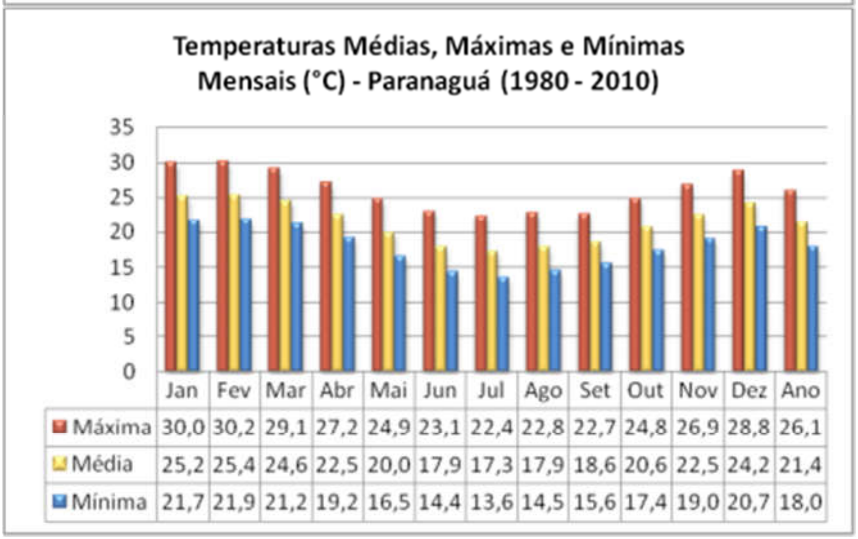


Gráfico 8.1.6 - Distribuição das Temperaturas Médias, Máximas e Mínimas Anual, Sazonal e Mensal para a Estação Meteorológica de Paranaguá (1980 a 2010).

Identifica-se que a temperatura média anual para a região de Paranaguá é 21,4ºC. No verão, cuja média é de 25ºC destaca-se o mês de fevereiro com 25,4ºC. No outono a média é de 22,3ºC, com redução durante o inverno para 17,7ºC, sendo o mês mais frio representado por julho, este com 17,3ºC. Durante a primavera a média fica próxima da média anual registrando 20,6ºC.

Utilizando-se dos dados de temperaturas médias, observa-se que as temperaturas médias (anual e sazonal) apresentam-se da seguinte maneira:

- A média anual fica entre 20º e 21ºC na planície litorânea diminuindo nas porções mais altas da AEII;

- No verão a média fica entre 24º e 25ºC na planície, diminuindo para 23º e 24ºC nas regiões mais altas da AEII;
- No inverno, as médias ficam entre 16º e 17ºC na planície, sendo que nas regiões mais altas da AEII atingem valores entre 15º e 16ºC.

Com a preocupação em identificar as localidades mais quentes na região em análise, os valores térmicos máximos anuais e sazonais registrados indicam que as médias das temperaturas máximas (anual e sazonal) apresentam-se da seguinte maneira:

- A média anual fica entre 26º e 27ºC na planície litorânea diminuindo nas regiões mais altas da AEII. Nos morros a média anual fica entre 25º e 26ºC;
- No verão a média fica em 31ºC na planície, diminuindo para 29ºC e 30ºC nas áreas mais elevadas da AEII;
- No inverno, as médias para a AEII ficam entre 22,5º e 23ºC.

A temperatura máxima média registrada na estação climatológica de Paranaguá é 26,1ºC, sendo que no verão destacam-se os meses de janeiro e fevereiro com média de 30ºC. No outono a média é de 27,1ºC reduzindo durante o inverno para 22,8ºC, sendo o mês mais frio representado por julho com 22,4ºC. Durante a primavera a média é de 24,8ºC, com destaque para o mês de novembro que apresenta máxima média de 26,9ºC.

Referindo-se à variabilidade das temperaturas mínimas médias (anuais e sazonais), verifica-se:

- A média anual fica entre 16,5º e 17ºC na planície litorânea diminuindo com o aumento da altitude. Nos morros, a média anual fica entre 16º e 16,5ºC;
- No verão a média é próxima a 20,5ºC em toda extensão da AEII;
- No inverno as médias apresentam valores próximos a 12,5º C na planície, atingindo 12,0ºC na região mais altas da AEII.

A média anual da temperatura mínima na estação de Paranaguá é 18ºC. No verão destacam-se os meses de janeiro e fevereiro com média de 21,4ºC. No outono a média é de 19,0ºC reduzindo durante o inverno para 14,2ºC, sendo o mês mais frio representado por julho com 13,6ºC. Durante a primavera a média é de 17,3ºC, com destaque para o mês de setembro que apresenta mínima média de 15,6ºC.

Analisando a sazonalidade da distribuição da temperatura na porção litorânea do estado do Paraná, verifica-se que durante o verão a maritimidade e a variação da latitude exercem papéis secundários, em relação à variação da altitude do relevo. A altitude a partir das formas de relevo atenua a temperatura.

Durante o inverno, além do relevo que através da força de atrito orienta o desenvolvimento da MPa, associa-se à altitude proporcionando quedas importantes de temperatura nos lugares mais elevados. Deve-se destacar também que a variação da latitude assume um papel fundamental em função da insolação da superfície terrestre. Salienta-se que o efeito da maritimidade durante o inverno, segundo Nimer (1979), é justamente o oposto do que se verifica no período de verão.

De maneira geral, a temperatura se apresenta da seguinte forma: no verão, sob domínio da MTa, registram-se as maiores médias, as quais diminuem a partir do mês de março, no outono. No inverno, por influência da MPa verificam-se os valores mais baixos, os quais aumentam progressivamente durante a primavera.

8.1.1.6 Ventos

O tratamento dos dados de ventos e sua representação em gráficos colocam em evidência a velocidade e direção média dos ventos predominantes na região do município de Paranaguá, tanto na manifestação média anual quanto sazonal e mensal.

A dinâmica dos ventos em toda a porção litorânea do estado do Paraná é definida, basicamente, pelo Anticiclone do Atlântico Sul e pelo Anticiclone Migratório Polar, na sua ação sobre o ramo Atlântico da Massa Polar. (BIGARELLA et. al., 1978).

Os dados de direção e velocidade média dos ventos predominantes foram obtidos pela estação de Paranaguá (Gráfico 8.1.7 e Gráfico 8.1.8), situada a cerca de 3 km do empreendimento, e permitem identificar a predominância de ventos Sul, com velocidades médias entre 1,4 e 2,3 m/s, enquanto a velocidade máxima é registrada para o mês de janeiro, alcançando até 7,0 m/s.

Percebe-se que a velocidade média mensal revela maior intensidade nos meses de outubro a janeiro, quando a média de 1,9 m/s é superada. Durante o inverno são registrados os maiores índices de calmaria, entre 64,0 e 46,2 %, destacando-se o mês de junho quando a velocidade média alcança valores de até 1,4 m/s.

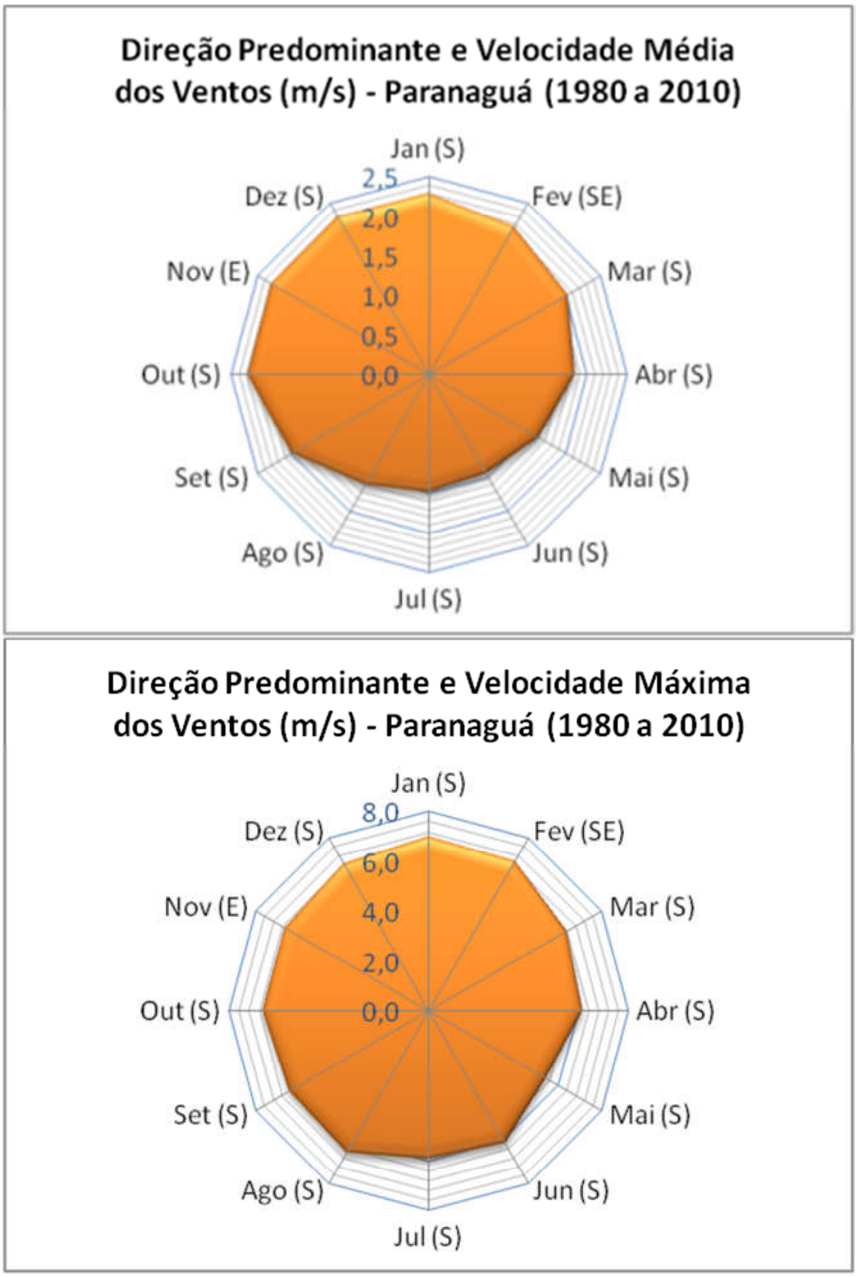


Gráfico 8.1.7 - Direção e Velocidade Média dos Ventos Predominante em Paranaguá (1980 a 2010).

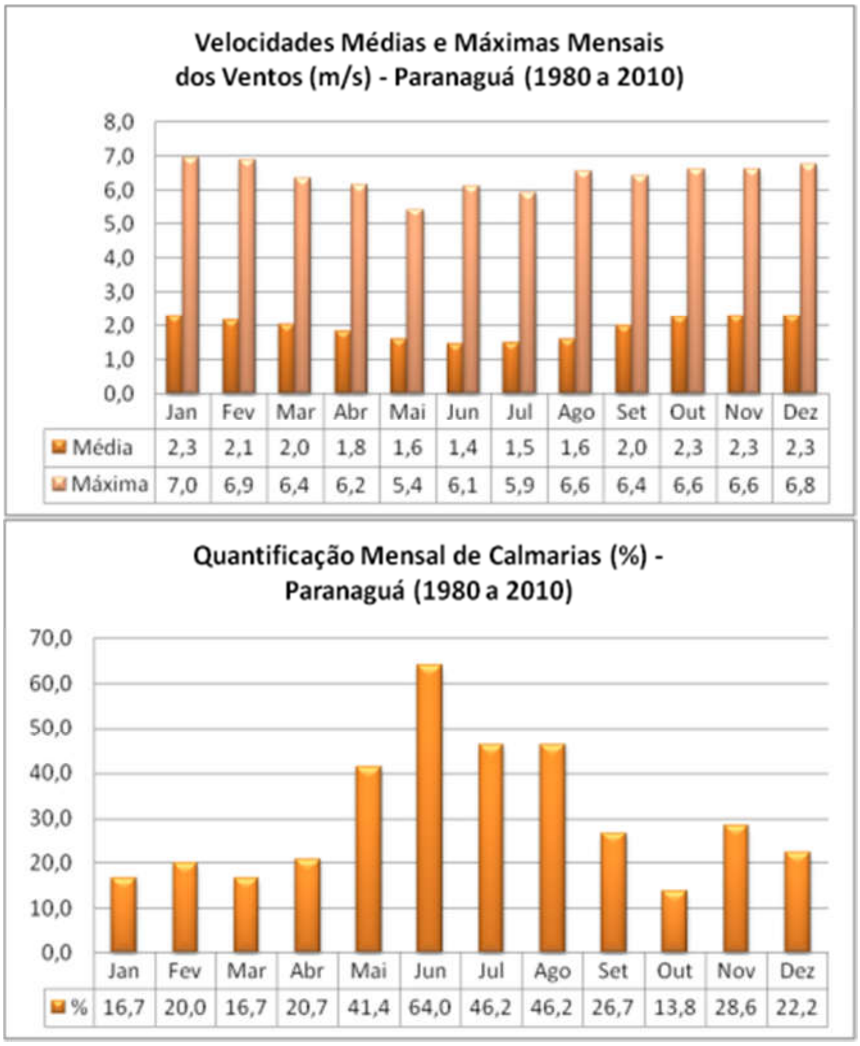


Gráfico 8.1.8 - Distribuição das Velocidades Médias e Máximas Mensais dos Ventos e Quantificação das Calmarias em Paranaguá (1980 a 2010).

8.1.1.7 Insolação e nebulosidade

A insolação apresenta variações significativas ao longo do ano e, de acordo com o Gráfico 8.1.9, a insolação média mensal para o município de Paranaguá revela uma variação diretamente influenciada pelos fatores dinâmicos e estáticos atuantes na região.

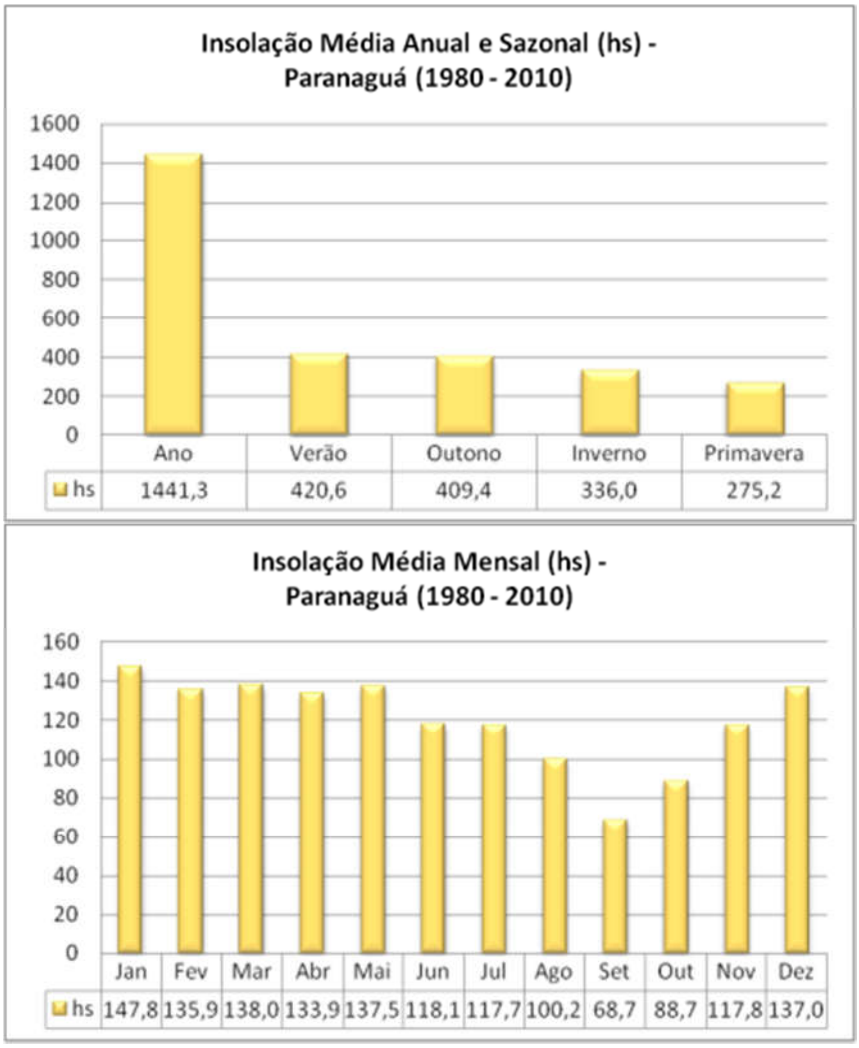


Gráfico 8.1.9 - Distribuição da Insolação Média Anual e Sazonal em Paranaguá (1980 a 2010).

Durante os meses que compõem as estações de verão e outono registram-se as maiores médias, as quais são influenciadas principalmente pela posição da Terra em relação ao Sol neste período, que favorece uma maior intensidade de insolação.

Os meses de inverno e primavera apresentam mudanças significativas em relação aos meses de verão, pois outro fator que influi diretamente na insolação é o índice de nebulosidade. Tal afirmativa é possível legitimar a partir da correlação entre o Gráfico 8.1.9 e Gráfico 8.1.10.

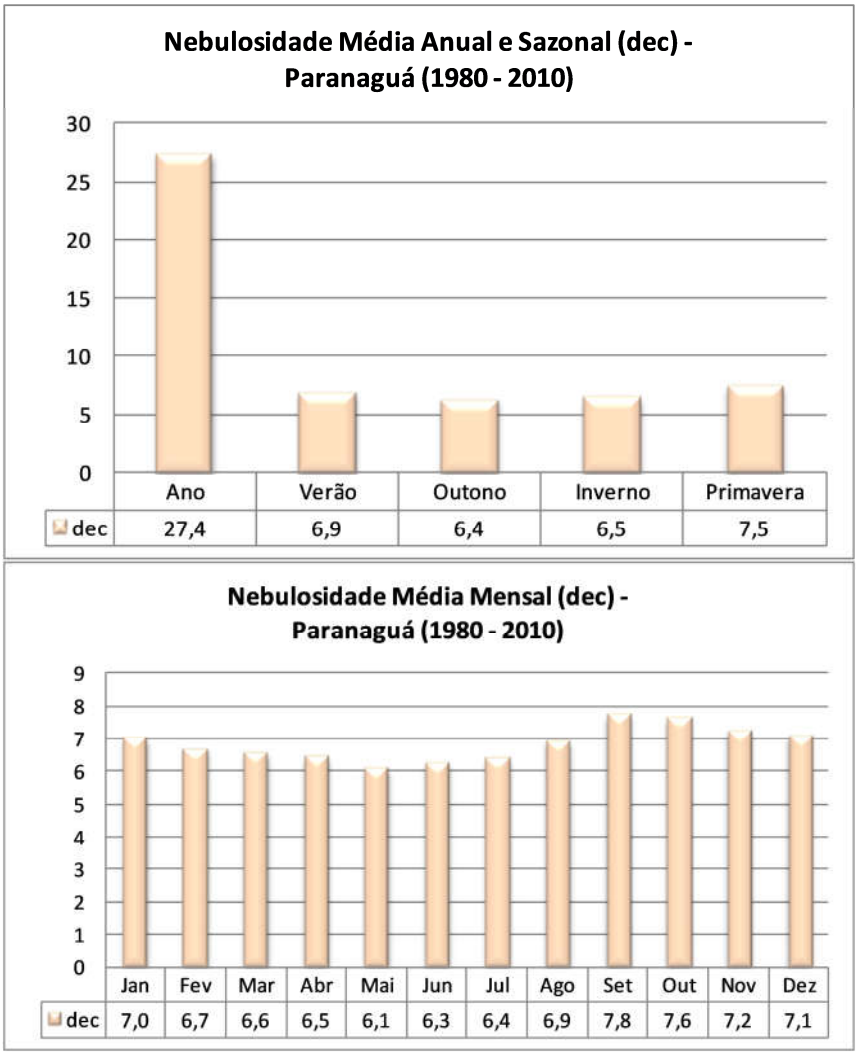


Gráfico 8.1.10 - Distribuição dos Índices de Nebulosidade Média Anual, Sazonal e Mensal em Paranaguá (1980 a 2010).

Destacam-se assim os meses de janeiro, março e maio como os períodos em que se alcançam a máxima insolação para o município de Paranaguá com as respectivas médias de 147,8, 148,0 e 137,5 horas de incidência da radiação solar.

Quanto à nebulosidade, observa-se o menor índice durante o mês de maio (6,1 décimos de hora), sendo que a média anual é de 27,4 décimos de hora, enquanto a maior média de nebulosidade para a região é alcançada durante a primavera com 7,5 décimos de hora.

8.1.2 Qualidade do Ar

A Qualidade do Ar é um aspecto muito importante de meio físico de um determinado local, pois sua manutenção em níveis adequados contribui para o bem-estar dos organismos

presentes neste ambiente, inclusive o bem-estar humano. A avaliação da qualidade do ar é realizada com base na concentração de poluentes atmosféricos, tidos como indicadores. Quanto menores os níveis destes poluentes na atmosfera, melhor é a classificação da qualidade do ar local.

As condições da qualidade do ar em uma região estão relacionadas a fatores complexos diversos. O relevo, o clima e a meteorologia, a vegetação, o uso e ocupação da terra, os tipos de fontes de emissão atmosféricas existentes, dentre outros fatores de uma região e de seu entorno, têm importância sumária na qualidade do ar local. Essas características da região determinarão os tipos e os níveis de concentração dos poluentes existentes na atmosfera local, bem como, a forma de dispersão destes poluentes.

A presença de uma atividade logística, como o Porto de Paranaguá, oferece impactos diretos e indiretos na qualidade do ar do entorno do empreendimento. Desta forma, para minimizar a alteração da qualidade do ar, todo empreendimento cuja atividade pode lançar poluentes para a atmosfera deve buscar conhecer, controlar, minimizar e, quando o caso, tratar de suas emissões, antes de descarregá-las no ambiente.

Basicamente, as emissões atmosféricas relacionadas à atividade do Porto Organizado de Paranaguá compreendem fontes móveis tais como: navios, trens, caminhões, tratores e veículos automotores. Além disso, há emissões fugitivas presentes principalmente nos processos de recebimento, transporte, armazenamento, carregamento e expedição de cargas, com maior impacto causado pelas atividades realizadas com produtos a granel como grãos, farelos e fertilizantes. Há algumas fontes de emissão pontuais, como filtros de manga e ciclones em silos de armazenamento de grãos, por exemplo; porém estas emissões são pequenas se comparadas às emissões veiculares e fugitivas, principais fontes presentes em um porto. Estes tipos de emissões são mais difíceis de controlar, pois não são lançadas na atmosfera por meio de dutos ou chaminés, como as fontes pontuais.

A legislação ambiental define os padrões de qualidade do ar, que são as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Mais detalhes da legislação relacionada ao tema da qualidade do ar são apresentados a seguir.

8.1.2.1 Legislação aplicável

As fontes de poluentes atmosféricos devem respeitar os limites de emissão estabelecidos principalmente pelas Resoluções CONAMA 382/06 e 436/11, em função do seu porte e tipo de atividade. Além disso, a legislação estabelece através da Resolução CONAMA 03/90 que nenhuma fonte ou conjunto de fontes pode emitir matéria ou energia em quantidades e condições que resultem em concentrações superiores aos padrões de qualidade do ar. Portanto, a qualidade do ar no entorno de empreendimentos deve ser mantida pelo conjunto de fontes (industriais, veiculares e outras) em níveis compatíveis com os padrões de qualidade do ar determinados pela legislação. Por outro lado, individualmente, cada fonte de lançamento de qualquer tipo de matéria ou energia só pode operar observando-se os limites de emissões individuais.

No estado do Paraná, a Resolução SEMA 016/2014 estabelece os padrões de qualidade do ar vigentes para o estado, que são iguais aos padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA 03/90 em nível federal. Os limites máximos (padrões primários) de concentrações para as substâncias tidas como indicadores da qualidade do ar estão indicados na Tabela 8.1.3.

Tabela 8.1.3 - Padrões de qualidade do ar segundo Resolução CONAMA 03/90 e Resolução SEMA PR 016/14.

Poluente	Padrão Primário (µg/m³)	Padrão Secundário (µg/m³)	Tempo de Amostragem	Método de Medição[(d)]
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	240[(a)] 80	150[(a)] 60	24 h anual[(c)]	Amostrador de grandes volumes (HiVol)
Partículas Inaláveis (PI)	150[(a)] 50	150[(a)] 50	24 h anual[(b)]	Separação inercial/filtração
Fumaça	150[(a)] 60	100[(a)] 40	24 h anual[(b)]	Refletância
Dióxido de Enxofre (SO_2)	365[(a)] 80	100[(a)] 40	24 h anual[(b)]	Pararrosanilina
Monóxido de Carbono (CO)	40.000[(a)] 10.000[(a)]	40.000[(a)] 10.000[(a)]	1 h 8 h	Infravermelho não dispersivo
Ozônio (O_3)	160[(a)]	160[(a)]	1 h	Quimiluminescência
Dióxido de Nitrogênio (NO_2)	320 100	190 100	1 h anual[(b)]	Quimiluminescência

(a) não deve ser excedido mais do que uma vez por ano
(b) média aritmética
(c) média geométrica
(d) pode ser medido por método equivalente
Fonte: Resolução CONAMA 03/90 e Resolução SEMA PR 016/14

O padrão primário refere-se ao valor limite de concentrações do poluente estabelecido com o objetivo de resguardar a saúde humana, enquanto que o padrão secundário indica o valor limite de concentração do poluente abaixo do qual se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à biota, ao patrimônio físico, aos materiais e ao meio ambiente em geral. No caso do Porto Organizado de Paranaguá, devem ser respeitados os padrões primários de cada poluente.

8.1.2.2 Metodologia aplicável

Em geral, no âmbito de estudos ambientais, o método mais utilizado para o diagnóstico da avaliação da qualidade do ar em um dado local é o monitoramento da qualidade do ar, seguindo os métodos e as técnicas preconizadas pela legislação (Resolução CONAMA 03/90), que possibilitam a medição quantitativa da concentração dos poluentes de interesse no ar atmosférico. A comparação dos resultados do monitoramento com os níveis estabelecidos pela legislação (ou seja, os padrões de qualidade do ar), possibilita a avaliação quanto à manutenção da qualidade do ar dentro de níveis aceitáveis.

Além da comparação com os padrões legais, para avaliar a qualidade do ar a partir dos níveis de concentração de poluentes atmosféricos medidos, utilizou-se também o Índice de Qualidade do Ar (IQA). O IQA é uma ferramenta matemática que pode ser aplicada para classificar a qualidade do ar de acordo com as concentrações dos poluentes atmosféricos observados. Este índice é um valor adimensional que tem como intuito a padronização dos resultados das concentrações dos poluentes atmosféricos em uma mesma escala, permitindo distinguir qual poluente tem maior impacto na região monitorada, o que acaba por facilitar a interpretação das condições da qualidade do ar.

Para este estudo foi utilizado o mesmo padrão de determinação do IQA utilizado pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP). Segundo o IAP, o índice é obtido através de uma função linear segmentada, onde os pontos de inflexão são os padrões de qualidade do ar (primário e secundário) e os níveis de atenção, alerta e emergência definidos pela legislação (Resolução CONAMA 03/90). Para cada dia de medição obtém-se o IQA de cada poluente monitorado e, a partir do maior valor do IQA obtido para o dia, a qualidade do ar recebe uma classificação. A classificação da qualidade do ar é definida de acordo com o descrito na Tabela 8.1.4.

Tabela 8.1.4 – Classificação de acordo com o Índice de Qualidade do Ar (IQA) segundo o IAP.

Poluente	Classificação (IQA)					
	BOA (1-50)	REGULAR (>50-100)	INADEQUADA (>100-200)	MÁ (>200-300)	PÉSSIMA (>300-400)	CRÍTICA (>400)
PTS (µg/m³) 24 h	0-80	>80-240	>240-375	>375-625	>625-875	>875
PI (µg/m³) 24 h	0-50	>50-150	>150-250	>250-420	>420-500	>500
SO_2 (µg/m³) 24 h	0-80	>80-365	>365-800	>800-1600	>1600-2100	>2100
NO_2 (µg/m³) 1 h	0-100	>100-320	>320-1130	>1130-2260	>2260-3000	>3000
Fumaça (µg/m³) 24 h	0-60	>60-150	>150-250	>250-420	>420-500	>500
O_3 (µg/m³) 1 h	0-80	>80-160	>160-400	>400-800	>800-1000	>1000
CO (ppm) 8h	0-4,5	>4,5-9	>9-15	>15-30	>30-40	>40
Atende ao padrão primário (CONAMA 03/90 e SEMA 016/2014)?	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não

Fonte: IAP (2009).

8.1.2.3 Dados utilizados

Neste diagnóstico da qualidade do ar foram empregados dados secundários resultantes de monitoramentos recentes realizados na área de estudo para determinação da área de influência direta (AEID) do empreendimento. Devido à importância da temática da qualidade do ar para a área em questão, diversos empreendimentos em operação no local realizam monitoramento da qualidade do ar rotineiramente, em cumprimento às condicionantes de suas licenças de operação. Os resultados destes monitoramentos são apresentados aos órgãos ambientais licenciadores competentes: Instituto Ambiental do Paraná (IAP) ou Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA).

O principal conjunto de dados selecionado é proveniente dos relatórios de auto monitoramento do Programa de Gerenciamento das Emissões Atmosféricas, do Programa de Controle Ambiental (PCA) da própria APPA – Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina, entidade responsável pela proposição do empreendimento em estudo (ampliação do Porto de Paranaguá). Este monitoramento é realizado mensalmente em 12 pontos distribuídos dentro e fora da área do Porto Organizado, e contempla o período de março de 2014 a janeiro de 2015, e fevereiro a agosto de 2016.

Para complementar estas informações, foi realizado um levantamento de outros dados existentes disponíveis na área de interesse. Selecionaram-se dados obtidos a partir de 2014, que são mais recentes e representam melhor a situação atual do local. A listagem dos dados selecionados é apresentada na Tabela 8.1.5 a seguir, que inclui informações da amostragem como parâmetros medidos, número de pontos, duração da amostragem em cada ponto, frequência do auto monitoramento, data e local de realização, e qual o documento de referência consultado para obtenção dos dados, bem como a empresa responsável pelas medições.

Conforme se pode verificar na Tabela 8.1.5, os monitoramentos de qualidade do ar de cada empresa variam de acordo com os programas de auto monitoramento individuais e condicionantes de licença de operação. Em função do tipo de atividade, algumas empresas monitoram apenas partículas totais em suspensão (PTS), que é o poluente mais característico emitido pela atividade, enquanto outras medem também os outros parâmetros da Resolução CONAMA 03/90.

Tabela 8.1.5 – Resumo dos dados secundários de qualidade do ar empregados no diagnóstico.

Empresa	Parâmetros	Informações da amostragem					Documento de referência		
		Pontos	Duração por ponto	Frequência	Data	Local	Nome	Data	Responsável amostragem
APPA – Administ. Portos de Paranaguá e Antonina	PTS, PI, SO_2, CO, NO_2	12	1 dia	Mensal	03/2014 a 01/2015	Porto organizado e entorno, saída do município	3º Relatório Semestral: Programas Ambientais. PCA Porto Organizado de Paranaguá	Jan. 2015	Ambiens Consultoria
	PTS, PI, Fumaça, SO_2, CO, O_3, NO_2	12	1 dia	Mensal	02/2016 a 08/2016	Porto organizado e entorno, saída do município	Relatórios de Monitoramento da Qualidade do Ar nas Áreas dos Portos de Paranaguá e Antonina – APPA	Fev. a Ago. 2016	EnvEx Engenharia e Consultoria
TCP - Terminal Contêineres Paranaguá	PTS, SO_2, CO, O_3, NO_3	3	2 dias	Trimestral	09/2014, 12/2014, 03/2015, 06/2015	Leste do Porto Organizado, próximo ao futuro Complexo Náutico e Píer "T"	Plano Básico Ambiental do TCP – Relatório de Atividades V, Subprograma de Monitoramento das Emissões Atmosféricas	Ago. 2015	Acquaplan
Bunge	PTS	5	7 dias	Trimestral	07/2015	Área da Bunge, próximo ao futuro Píer "F"	Relatório de Monitoramento de Emissões Atmosféricas	Ago. 2015	Emiatec Tec. Ambiental Ltda

Fonte: Ambiens Consultoria (2015a), EnvEx Engenharia e Consultoria (2016a , 2016b), Acquaplan (2015), Emiatec Tec. Ambiental Ltda (2015a,2015b, 2015c, 2015d, 2015e).

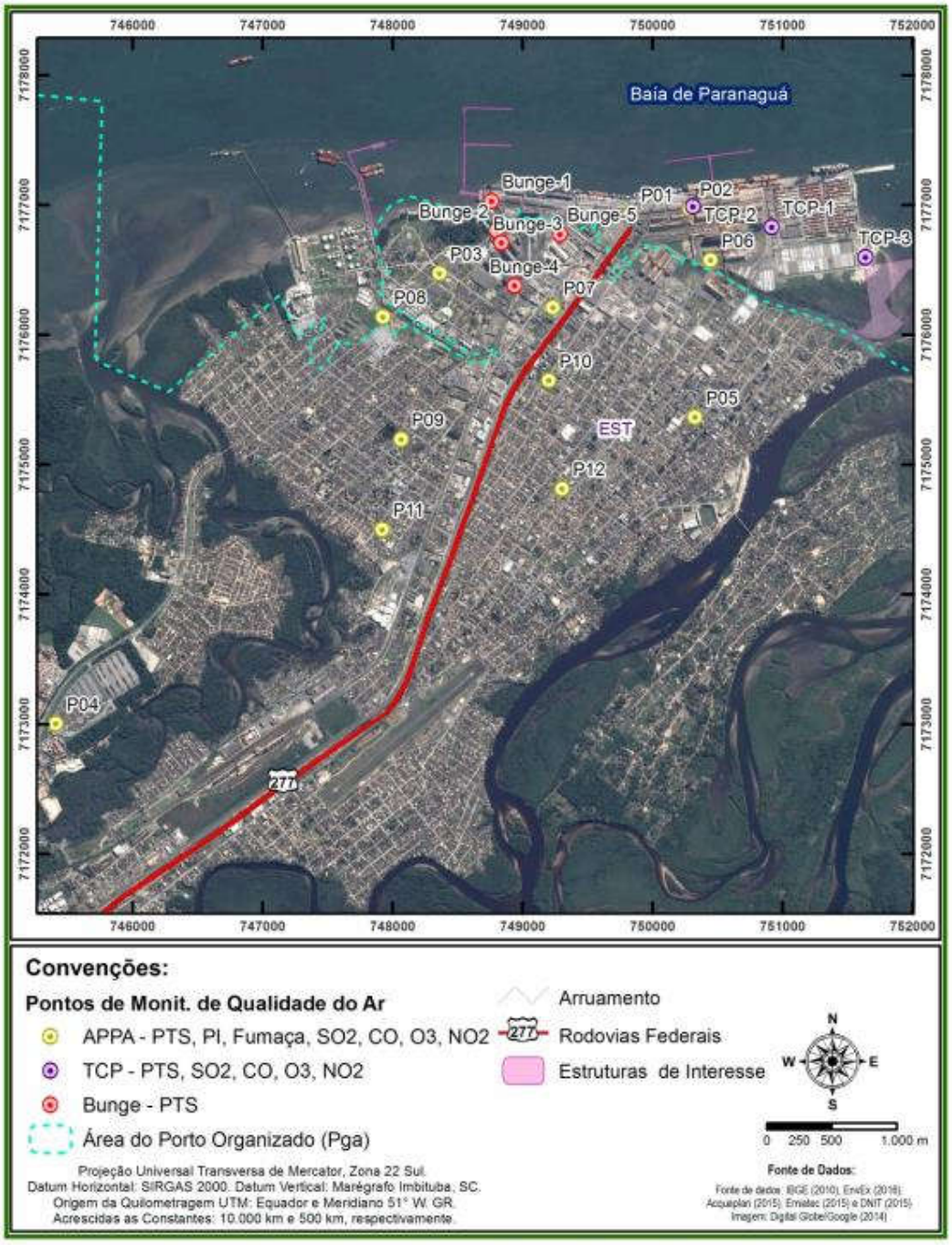
A localização mais detalhada dos pontos de monitoramento da qualidade do ar utilizados é apresentada na Tabela 8.1.6.

Tabela 8.1.6 – Localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar utilizado no diagnóstico.

Empresa/ Parâmetros	Ponto	Localização do Ponto	Coordenadas UTM Fuso 22 (*datum* SIRGAS2000)	Interior Porto Organizado?	Observação
TCP **PTS, SO_2, CO, O_3, NO_3**	TCP-1	Entrada principal de veículos do Terminal TCP	750.916 m E; 7.176.835 m N	Sim	
	TCP-2	Acesso do Porto de Paranaguá mais próximo ao TCP	750.309 m E; 7.176.992 m N	Sim	Próximo ao futuro Píer "T"
	TCP-3	Antigo canteiro de obras do cais leste, ao lado do TCP	751.638 m E; 7.176.602 m N	Sim	Próximo ao futuro Complexo Náutico
APPA **Mar/14 a Jan/15: PTS, PI, SO_2, CO, NO_2** **Fev-Jun/16: PTS, PI, Fumaça, SO_2, CO, O_3, NO_2**	P01	Portão nº4 – Guarita do Porto	749.829 m E; 7.176.932 m N	Sim	
	P02	Portão nº5 – Guarita do Porto	750.284 m E; 7.176.976 m N	Sim	Próximo ao futuro Píer "T"
	P03	Escola Municipal Presidente Costa e Silva	748.359 m E; 7.176.477 m N		
	P04	Pátio de Caminhões do Porto	745.408 m E; 7.173.007 m N	Sim	
	P05	Secretaria Municipal de Educação	750.327 m E; 7.175.369 m N		
	P06	Cooperativa COAMO	750.446 m E; 7.176.579 m N	Sim	
	P07	Coop. de Transportes de Cargas e s - Coopanexos	749.233 m E; 7.176.216 m N		
	P08	Terminal de Álcool do Porto	747.926 m E; 7.176.142 m N	Sim	
	P09	Escola Municipal Maria José H Tavares	748.064 m E; 7.175.199 m N		
	P10	Garagem da Secretaria de Obras do Município	749.201 m E; 7.175.652 m N		
	P11	Escola Estadual Maria de Lourdes Rodrigues Morozowiski	747.919 m E; 7.174.505 m N		
	P12	Igreja de Nosso Senhor Jesus Cristo	749.304 m E; 7.174.819 m N		
Bunge **PTS**	Bungue-1	Próximo ao Silo vertical	748.761 m E; 7.177.035 m N	Sim	Próximo ao futuro Píer "F"
	Bungue-2	Próximo ao Armazém 4	748.799 m E; 7.176.808 m N	Sim	
	Bungue-3	Próximo ao Armazém 5	748.838 m E; 7.176.713 m N		
	Bungue-4	Próximo ao Armazém 6	748.937 m E; 7.176.383 m N		
	Bungue-5	Próximo ao Armazém 411	749.286 m E; 7.176.781 m N		

Fonte: Acquaplan (2015), EnvEx Engenharia e Consultoria (2016a , 2016b), Emiatec Tec. Ambiental Ltda (2015a,2015b, 2015c, 2015d, 2015e).

A localização dos pontos de monitoramento para parâmetros gasosos (Fumaça, SO_2, CO, O_3, NO_2) e para particulados (PTS e PI) é mostrada na Figura 8.7.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.7 – Localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar (poluentes gasosos e particulados) considerados no diagnóstico.

8.1.2.4 Resultados da qualidade do ar

Este diagnóstico aborda os resultados da qualidade do ar separadamente para os parâmetros gasosos (Fumaça, SO_2, CO, O_3, NO_2), e para os parâmetros de partículas (PTS e PI – Partículas Inaláveis). Conforme a Tabela 8.1.5, para os parâmetros gasosos são utilizados os dados de auto monitoramento da operação da APPA e do TCP (Terminal de Contêineres de Paranaguá). Já para PTS, além das fontes de dados já mencionadas, apresentam-se os dados da empresa Bunge.

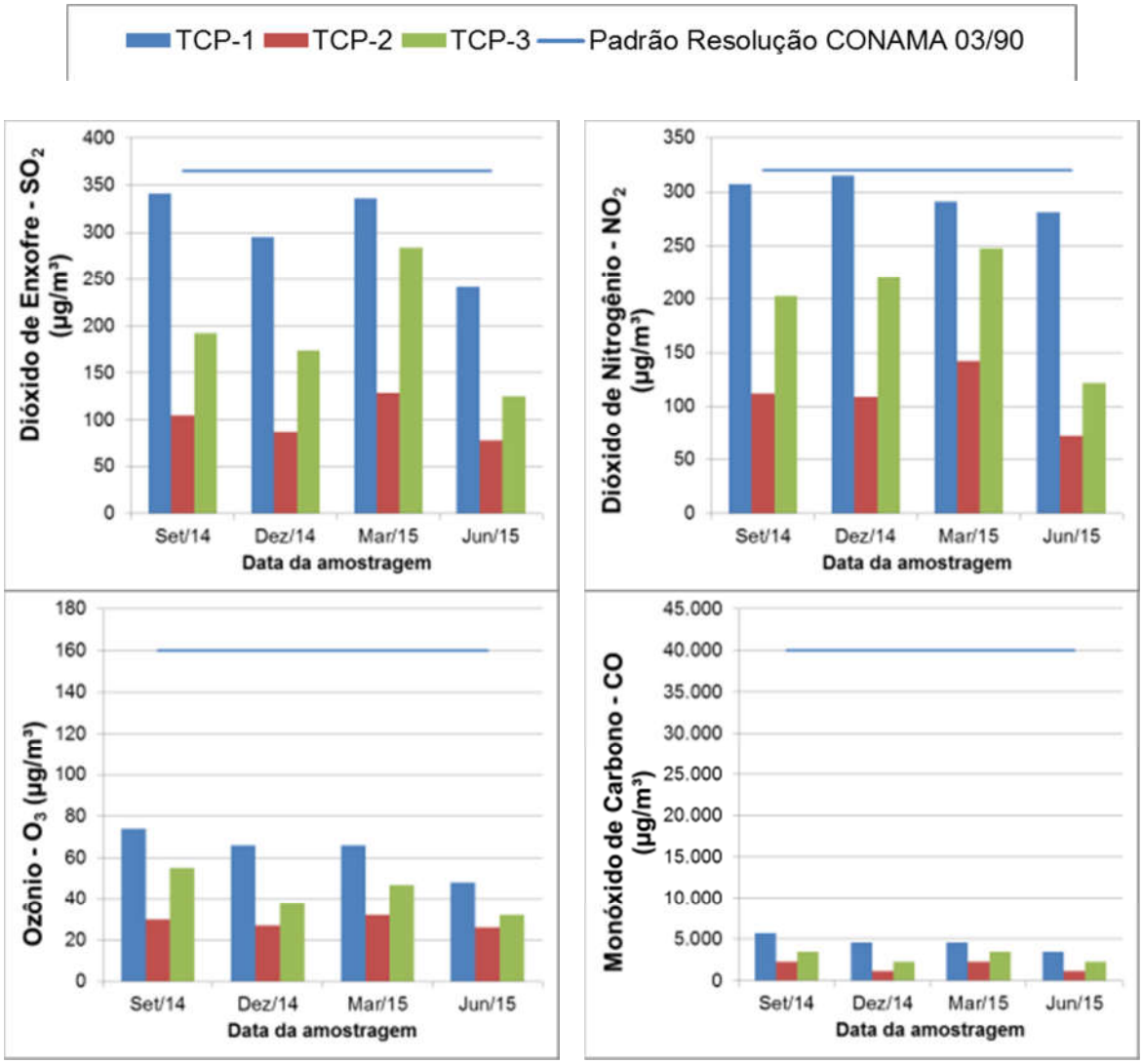
8.1.2.4.1 Parâmetros gasosos - SO2, NO2, CO, O3 e Fumaça

Os resultados do monitoramento da concentração de SO_2, NO_2, O_3 e CO no TCP (cais leste do Porto de Paranaguá) são mostrados na Tabela 8.1.7 e Gráfico 8.1.11.

Tabela 8.1.7 – Concentrações de SO_2, NO_2, O_3 e CO medidos no TCP (cais leste).

Ponto	Concentração de Dióxido de Enxofre - SO_2 (µg/m³)				Padrão Primário CONAMA 03/90
	Set/14	Dez/14	Mar/15	Jun/15	
TCP-1	341	295	336	242	365 µg/m³
TCP-2	105	87	129	77	
TCP-3	192	174	284	125	
Ponto	**Concentração de Dióxido de Nitrogênio - NO_2 (µg/m³)**				**Padrão Primário CONAMA 03/90**
	Set/14	**Dez/14**	**Mar/15**	**Jun/15**	
TCP-1	307	315	291	281	320 µg/m³
TCP-2	112	109	142	72	
TCP-3	203	221	248	122	
Ponto	**Concentração de Ozônio - O_3 (µg/m³)**				**Padrão Primário CONAMA 03/90**
	Set/14	**Dez/14**	**Mar/15**	**Jun/15**	
TCP-1	74	66	66	48	160 µg/m³
TCP-2	30	27	32	26	
TCP-3	55	38	47	32	
Ponto	**Concentração de Monóxido de Carbono - CO (µg/m³)**				**Padrão Primário CONAMA 03/90**
	Set/14	**Dez/14**	**Mar/15**	**Jun/15**	
TCP-1	5.750	4.600	4.600	3.450	40.000 µg/m³
TCP-2	2.300	1.150	2.300	1.150	
TCP-3	3.450	2.300	3.450	2.300	
Nota: Todos os três pontos se localizam dentro da área do Porto Organizado de Paranaguá.					

Fonte: Adaptado de Acquaplan (2015).



Fonte: Adaptado de Acquaplan (2015).

Gráfico 8.1.11 – Concentrações de parâmetros gasosos monitorados na área do TCP (cais leste do Porto de Paranaguá), e comparação com os padrões da Resolução CONAMA 03/90.

Os gráficos acima e os dados da Tabela 8.1.7 mostram que, nos pontos e períodos analisados, os padrões primários da qualidade do ar estabelecidos na Resolução CONAMA 03/90 e na Resolução SEMA 016/14 foram atendidos para todos estes parâmetros.

De forma geral, o ponto TCP-1 foi o que apresentou as maiores concentrações de todos os gases, seguido do ponto TCP-3 e do TCP-2. O TCP-1 se localiza no principal acesso de caminhões ao TCP, por isso sofre influência do tráfego intenso de veículos pesados, cujas emissões contribuem para os níveis registrados de concentração de poluentes gasosos, principalmente dióxido de enxofre e nitrogênio (SO_2 e NO_2).

Para o parâmetro ozônio (O_3), a maior concentração medida foi de 74 µg/m³, o que representa menos de 50% do padrão de qualidade do ar da Resolução CONAMA 03/90, que é igual a 160 µg/m³. Quanto ao monóxido de carbono (CO), os maiores valores medidos representam menos de 15% do valor do padrão legal de 40.000 µg/m³. Isto demonstra que estes não são parâmetros críticos para a qualidade do ar nestes locais.

Quanto aos parâmetros SO_2 e NO_2, os resultados no ponto TCP-1 se aproximam do padrão. A concentração atingiu a 341 µg/m³ para SO_2, sendo que o padrão legal é 365 µg/m³; já para o NO_2 a máxima obtida foi 307 µg/m³, pouco abaixo do padrão que é 320 µg/m³. Ainda assim, nas medições analisadas não foi registrada nenhuma ocorrência de ultrapassagem aos padrões legais da qualidade do ar na região do cais leste (TCP – Terminal de Contêineres de Paranaguá).

Vale destacar que os pontos de monitoramento da qualidade do ar do TCP se localizam dentro da área da poligonal do Porto Organizado de Paranaguá.

Em resumo, de forma geral segundo o IQA (Índice de Qualidade do Ar), a qualidade do ar nos 3 pontos de monitoramento do TCP foi classificada como BOA, se considerar apenas os parâmetros O_3 e CO, e como REGULAR para SO_2 e NO_2.

A seguir são apresentados os resultados do monitoramento da qualidade do ar realizado pela APPA. Conforme detalhado anteriormente na Tabela 8.1.6, trata-se de 12 pontos nos quais é realizada uma amostragem mensal (de março de 2014 a janeiro de 2015, e mais recentemente de fevereiro a agosto de 2016). Os pontos P01, P02, P06 e P08 são pontos internos à área do Porto Organizado, e os demais são externos; destaca-se ainda que o ponto 04 encontra-se no Pátio de Caminhões do Porto.

A Tabela 8.1.8 e o Gráfico 8.1.12 apresentam os resultados para o parâmetro SO_2.

Tabela 8.1.8 – Concentrações de SO_2 (µg/m³) do monitoramento da qualidade do ar da APPA.

Ponto	2014									2015	2016							Média Anual
	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	
P01[1]	7,6	5,6	<4,4	<4,6	<12,5	<4,4	645,8	<1,0	<1,0	<1,0	9,9	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	57,3
P02[1]	7,9	5,9	<4,6	<5,2	<3,7	<4,7	535,1	<1,0	<1,0	<1,0	<0,7	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	47,3
P03	5,9	6,7	7,2	<4,4	<4,8	<4,6	49,2	<1,0	<1,0	<1,0	<0,7	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	6,8
P04[1]	5,6	5,3	<7,3	<4,7	<4,6	<4,5	250,7	<1,0	<1,0	<1,0	<0,7	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	23,6
P05	41,2	5,7	<4,3	<7,2	<4,6	<4,8	127,6	<1,0	<1,0	<1,0	<0,7	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	13,3
P06[1]	5,9	5,9	<4,4	<4,2	<4,6	<4,7	106,7	<1,0	<1,0	<1,0	<0,7	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	11,6
P07	9,4	5,8	<4,2	<4,3	<4,9	<4,5	51,2	<1,0	<1,0	<1,0	<0,7	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	7,0
P08[1]	5,5	5,2	51,8	<4,5	<5,9	<4,8	179,2	<1,0	<1,0	<1,0	<0,7	<4,0	<4,0	218,9	<4,0	<4,0	<4,0	35,5
P09	6	4,5	<4,5	<4,3	<4,6	<4,7	73,8	<1,0	<1,0	<1,0	<0,7	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	8,9
P10	5,9	5,5	<7,9	<5,0	<5,4	<4,9	27,1	<1,0	<1,0	<1,0	<0,7	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	5,0
P11	5,5	5,4	<4,4	20	<4,6	<4,4	63,5	<1,0	<1,0	<1,0	<0,7	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	8,0
P12	6,4	4,6	<4,6	<4,5	<4,6	<4,7	32,0	<1,0	<1,0	<1,0	2,7	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	5,5

Padrão Resolução CONAMA 03/90 para SO2:
365 µg/m³ (Média de 24h) e 80 µg/m³(Média Anual)

Notas: 1 - Pontos internos ao Porto Organizado de Paranaguá. 2 – Ponto no pátio de caminhões do Porto.
Fonte: Adaptado de Ambiens Consultoria (2015a) e EnvEx Engenharia e Consultoria (2016a, 2016b).

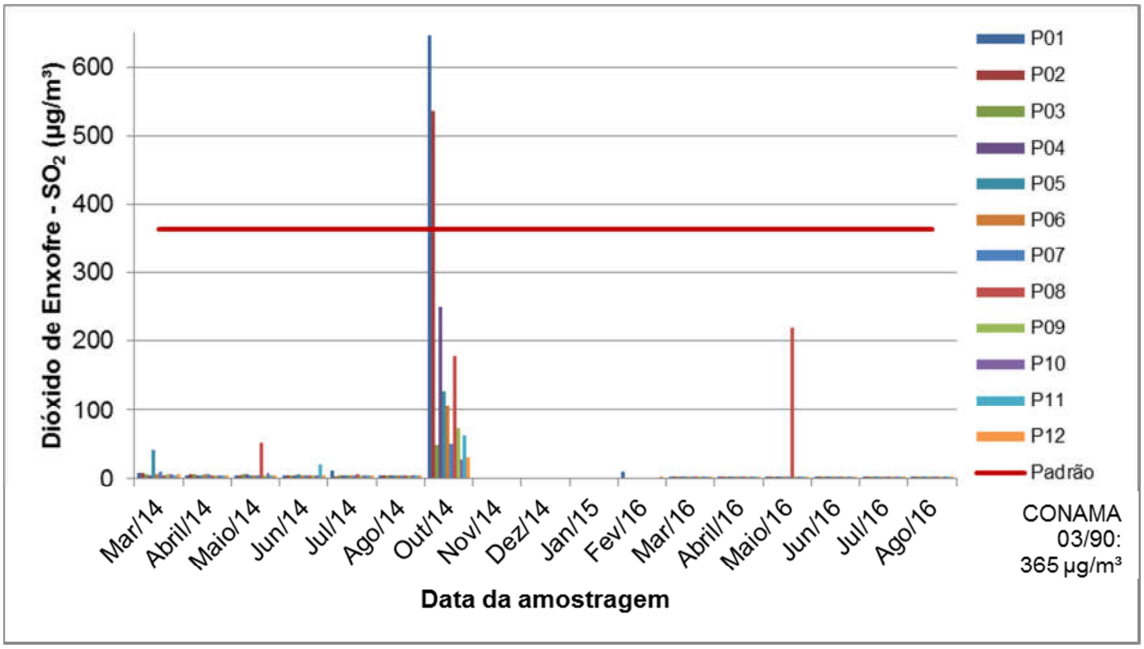


Gráfico 8.1.12 - Concentrações de SO_2 do monitoramento da qualidade do ar da APPA.

Verifica-se na Tabela 8.1.8 e Gráfico 8.1.12 que em geral a concentração de SO_2 registrada nos diferentes pontos de monitoramento na maior parte das amostragens ficou abaixo do limite de detecção do método de medição.

Uma exceção foi a campanha realizada em outubro de 2014, na qual as concentrações registradas foram elevadas, e registrou-se ultrapassagem ao padrão primário da qualidade do ar (365 µg/m³) nos pontos P01 (645,8 µg/m³) e P02 (535,1 µg/m³). Nesta ocasião a

qualidade do ar nestes pontos foi classificada como INADEQUADA segundo o IQA. Vale lembrar que os pontos mencionados se localizam no interior do Porto Organizado, próximo à Avenida Portuária. O intenso tráfego de caminhões pode ser apontado como a principal fonte deste tipo de emissão, que associado às condições meteorológicas desfavoráveis[3], contribuiu para este resultado.

Entretanto, esta ocorrência de concentrações elevadas foi isolada. As campanhas de monitoramento mais recentes realizadas em 2016 indicam concentrações reduzidas, até mesmo nos pontos P01 e P02.

Na campanha de maio de 2016 foi registrado no ponto P08 um valor de 219 µg/m³, entretanto abaixo do padrão primário que é de 365 µg/m³. Durante a execução do monitoramento também não foi observada nenhuma possível fonte do poluente. Desta forma, considerando o histórico de medições no ponto P08, o resultado mais elevado (inferior ao limite imposto pela legislação) pode ter sido ocasionado por uma fonte esporádica alheia à atividade do Porto neste local.

Além disso, em todas as demais amostragens localizadas na comunidade do entorno, ou seja, fora da área do Porto Organizado, o padrão de qualidade do ar da Resolução CONAMA foi atendido.

Com relação à média anual, calculada com base nos 12 meses de medição, o padrão primário da qualidade do ar, igual a 80 µg/m³, foi atendido em todos os pontos.

A Tabela 8.1.9 e o Gráfico 8.1.13 a seguir apresentam os resultados do monitoramento de dióxido de nitrogênio (NO_2). Analisando estes dados, verifica-se que o padrão primário da qualidade do ar foi atendido em todos os pontos monitorados, e em todas as campanhas de medição do histórico.

A maior concentração obtida ocorreu em fevereiro de 2016, no ponto P04, e atingiu 195 µg/m³, o que equivale a 61% do valor do padrão primário da Resolução CONAMA 03/90. Este ponto se localiza no pátio de caminhões do porto, e as emissões relacionadas aos veículos tiveram contribuição para este resultado.

[3] Um exemplo de condição meteorológica desfavorável é a estiagem prolongada

Ainda assim, a qualidade do ar nos pontos localizados na comunidade externa ao porto não demonstrou-se prejudicada com relação ao parâmetro NO_2.

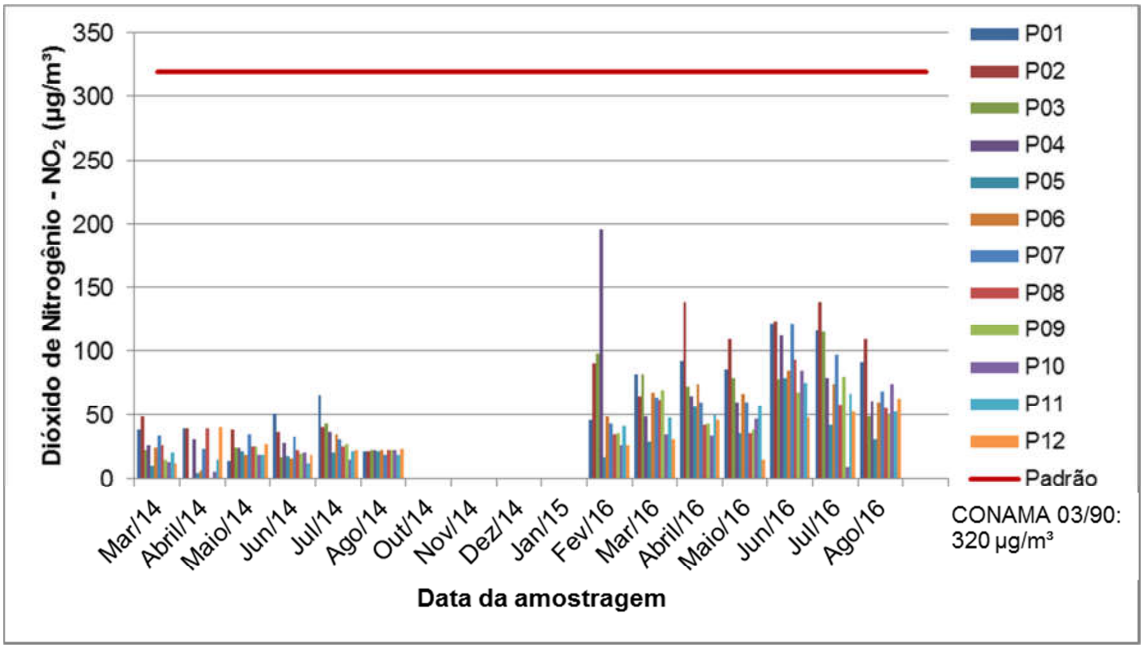
A média anual também atendeu ao padrão anual (igual a 100 µg/m³ para NO_2).

Tabela 8.1.9 – Concentrações de NO_2 (µg/m³) do monitoramento da qualidade do ar da APPA.

Ponto	2014									2015	2016							Média Anual
	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	
P01[1]	38,4	39,4	14,1	51,0	66,1	21,9	0,2	0,2	0,2	0,0	46,3	82,1	92,5	85,8	121,5	115,7	91,6	54,8
P02[1]	49,0	39,5	38,4	37,0	40,1	21,8	0,0	0,2	0,2	0,0	90,8	65,0	138,7	109,6	123,2	138,7	109,5	66,5
P03	22,4	0,3	24,7	17,0	43,5	22,8	0,1	0,2	0,1	0,0	97,8	81,7	72,0	78,9	78,1	115,0	48,8	49,6
P04[1]	26,6	30,5	24,4	28,0	36,3	22,8	0,1	0,2	0,2	0,1	195,7	48,6	65,0	60,6	112,4	79,4	61,1	53,8
P05	10,0	4,7	21,8	18,0	20,3	21,8	0,2	0,2	0,1	0,1	16,4	29,0	56,3	35,7	79,1	41,9	30,9	26,0
P06[1]	24,8	6,2	18,8	16,0	34,8	22,5	0,0	0,1	0,1	0,0	49,1	67,9	74,6	67,0	84,4	74,4	60,3	41,7
P07	34,0	23,7	34,5	33,0	30,6	18,8	0,2	0,2	0,9	0,1	43,6	63,7	60,5	60,4	121,2	97,2	68,5	44,6
P08[1]	26,7	39,2	25,4	22,0	25,1	22,1	0,1	0,2	0,1	0,1	35,2	62,5	42,2	36,1	93,6	58,6	55,6	33,9
P09	14,9	1,1	25,4	20,0	27,5	22,1	0,0	0,2	0,1	0,0	35,8	69,5	43,0	38,3	67,8	80,4	50,1	33,9
P10	13,1	5,4	18,8	21,0	14,9	22,4	0,2	0,2	0,1	0,1	26,2	34,5	33,8	47,1	84,9	9,0	74,4	27,7
P11	20,8	14,6	18,8	12,0	21,5	18,7	0,2	0,2	0,1	0,0	41,2	47,6	50,2	57,6	75,2	67,3	52,3	34,2
P12	11,8	40,2	27,0	19,0	22,0	23,2	0,3	0,2	0,2	1,1	26,5	31,1	46,2	14,5	48,4	52,4	63,1	25,6
Padrão Resolução CONAMA 03/90 para NO_2: 320 µg/m³ (Média de 1h) e 100 µg/m³(Média Anual)																		

Notas: 1 - Pontos internos ao Porto Organizado de Paranaguá. 2 – Ponto no pátio de caminhões do Porto.

Fonte: Adaptado de Ambiens Consultoria (2015a) e EnvEx Engenharia e Consultoria (2016a, 2016b).



Fonte: Adaptado de Ambiens Consultoria (2015a) e EnvEx Engenharia e Consultoria (2016a, 2016b).

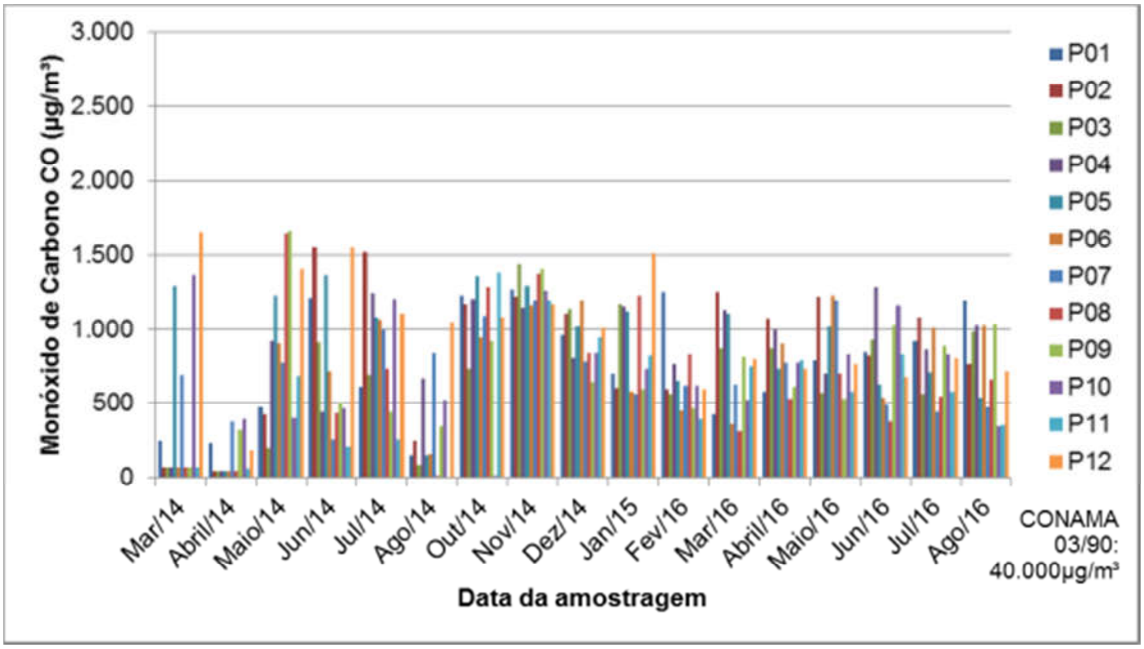
Gráfico 8.1.13 - Concentrações de NO_2 do monitoramento da qualidade do ar da APPA.

Tabela 8.1.10 – Concentrações de CO (µg/m³) do monitoramento da qualidade do ar da APPA.

Ponto	2014									2015	2016							Média
	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Anual
P01[1]	250	232	478	1.210	613	156	1.227	1.272	963	702	1.249	425	584	790	845	918	1.197	861
P02[1]	72	46	428	1.555	1.517	246	1.175	1.218	1.107	607	594	1.256	1.075	1.220	821	1.080	770	931
P03	72	46	202	916	692	90	733	1.441	1.142	1.174	564	871	875	570	930	563	989	829
P04[1]	72	46	923	440	1.243	669	1.204	1.145	808	1.154	764	1.129	998	704	1.282	866	1.026	979
P05	1.296	48	1.230	1.364	1.085	149	1.355	1.293	1.018	1.122	651	1.104	736	1.019	630	709	541	861
P06[1]	72	46	907	719	1.069	158	944	1.163	1.198	584	448	361	905	1.230	537	1.010	1.029	797
P07	697	382	777	257	1.004	836	1.093	1.195	784	562	622	632	774	1.197	488	440	474	758
P08[1]	72	46	1.647	434	733	17	1.285	1.375	841	1.226	828	315	532	702	379	548	661	726
P09	72	319	1.664	505	440	347	919	1.402	647	599	468	817	615	531	1.022	886	1.037	774
P10	1.368	395	403	468	1.200	523	14	1.262	840	738	619	522	771	833	1.165	828	345	705
P11	72	62	685	208	255	6	1.381	1.196	942	820	392	747	790	581	834	584	356	719
P12	1.656	187	1.402	1.555	1.103	1.047	1.085	1.174	1.007	1.515	594	803	732	763	680	807	720	911

Padrão Resolução CONAMA 03/90 para CO:
40.000 µg/m³ (Média de 1h) e 8.000 µg/m³(Média Anual)

Notas: 1 - Pontos internos ao Porto Organizado de Paranaguá. 2 – Ponto no pátio de caminhões do Porto.
Fonte: Adaptado de Ambiens Consultoria (2015a) e EnvEx Engenharia e Consultoria (2016a, 2016b).



Fonte: Adaptado de Ambiens Consultoria (2015a) e EnvEx Engenharia e Consultoria (2016a, 2016b).

Gráfico 8.1.14 - Concentrações de CO do monitoramento da qualidade do ar da APPA.

No Gráfico 8.1.14 e na Tabela 8.1.10 verifica-se que os padrões da qualidade do ar referentes ao monóxido de carbono foram atendidos em todas as amostragens. Em geral as maiores concentrações ficaram próximas a 1.500 µg/m³, sendo que a máxima registrada foi de 1.644 µg/m³. Este valor corresponde a apenas 4% do padrão da Resolução CONAMA 03/90, que é de 40.000 µg/m³.

Na média anual de CO, o maior valor foi de 821,0 µg/m³, que equivale a menos de 11% do padrão primário anual de 8.000 µg/m³. Portanto, entende-se que o CO não é um parâmetro crítico para a qualidade do ar local, considerando-se os padrões legais.

A seguir, na Tabela 8.1.11, são apresentados os resultados das medições de ozônio (O_3) e fumaça obtidos no monitoramento da APPA. Estes parâmetros começaram a ser medidos em 2016, por isso só há resultados para os meses de fevereiro a agosto deste ano.

Verifica-se que, tanto para fumaça como para ozônio, os valores medidos foram bastante inferiores aos padrões primários da Resolução CONAMA 03/90. A maior concentração de fumaça monitorada foi de 54,9 µg/m³, o que equivale a cerca de 37% do padrão de 150 µg/m³. Para o ozônio, o maior valor medido (67,7 µg/m³) correspondeu a 43% do padrão de 160 µg/m³ estabelecido pela Resolução CONAMA 03/90.

Tabela 8.1.11 – Concentrações de Fumaça e O_3 (µg/m³) do monitoramento da qualidade do ar da APPA.

Ponto	2016													
	Fumaça							Ozônio						
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
P01	24,9	4,2	21,7	23,7	25,7	42,7	42,3	9,4	40,1	26,5	4,5	19,1	40,1	29,7
P02	38,7	17,8	50,7	37,1	27,6	34,2	54,9	17,2	26,4	17,5	18,8	22,9	33,5	25,1
P03	25,9	12,8	23,2	17,7	14,4	24,4	32,5	9,2	23,7	48,0	25,1	26,6	35,0	22,1
P04	27,3	14,5	26,8	14,3	23,7	49,4	32,7	27,5	18,1	55,0	30,7	5,3	45,1	16,4
P05	15,2	7,9	25,5	5,8	15,7	19,3	20,0	50,6	31,7	43,3	27,5	23,2	53,6	64,8
P06	18,9	7,5	17,0	11,2	9,3	23,8	26,1	26	30,4	30,0	19,7	11,9	18,2	28,7
P07	17,6	11,4	19,0	14,1	22,4	28,9	30,1	48,3	44,7	34,1	20,6	26,9	34,7	38,5
P08	27,3	11,3	21,2	8,5	22,2	21,8	35,6	9,3	29,8	64,6	16,4	27,0	14,0	42,8
P09	19,6	6,6	25,3	6,0	16,2	22,5	29,6	53,1	35,3	72,8	33,0	33,8	51,4	8,1
P10	20,5	4,8	26,5	8,4	12,7	16,6	33,8	21,3	53,4	54,6	21,6	55,5	11,9	67,7
P11	22,9	8,6	31,0	15,1	9,2	20,3	25,6	50,7	44,7	56,9	30,9	22,0	47,5	58,0
P12	16,5	6,8	15,9	4,7	7,9	17,1	29,0	24	39,9	53,9	27,5	46,4	51,1	27,1
Padrão Resolução CONAMA 03/90	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**150**	**160**	**160**	**160**	**160**	**160**	**160**	**160**

Fonte: Adaptado de EnvEx Engenharia e Consultoria (2016a, 2016b).

O Gráfico 8.1.15 e o Gráfico 8.1.16 apresentam os resultados para os parâmetros fumaça e ozônio (O_3), respectivamente.

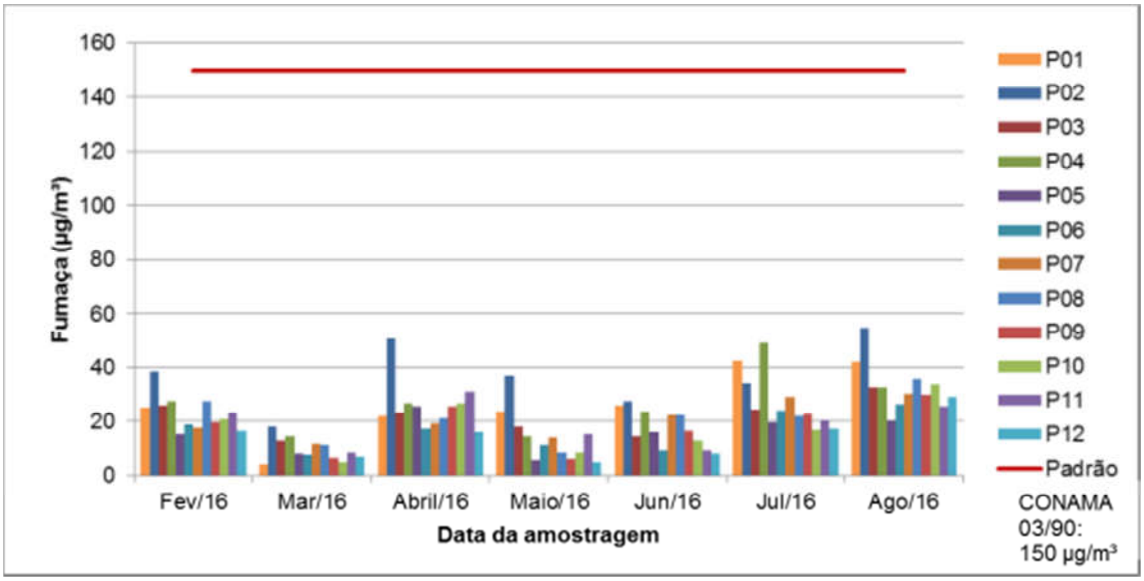


Gráfico 8.1.15 - Concentrações de Fumaça do monitoramento da qualidade do ar da APPA.

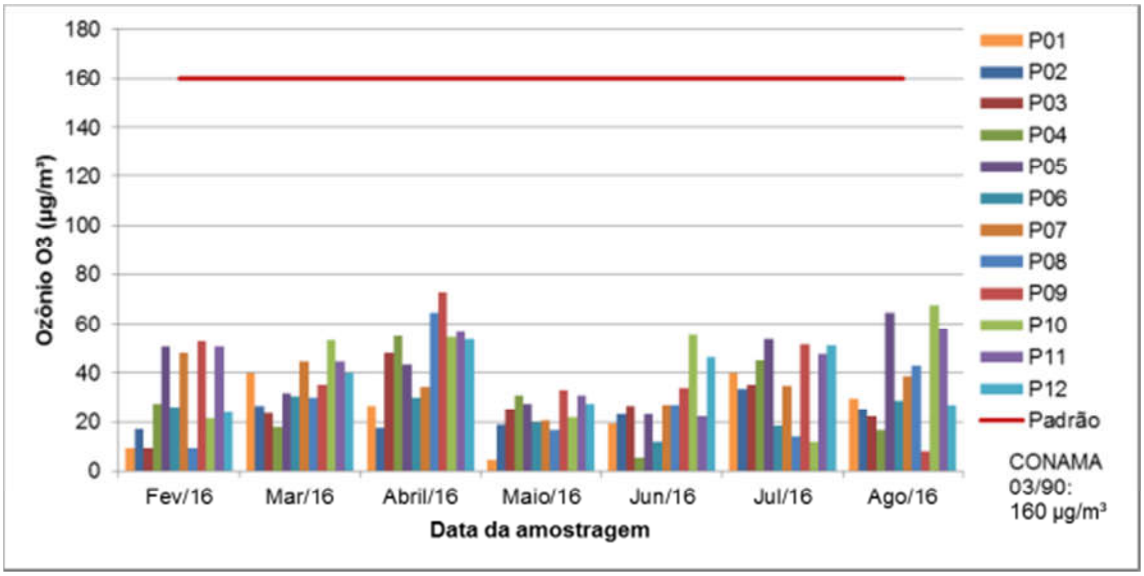


Gráfico 8.1.16 - Concentrações de Ozônio do monitoramento da qualidade do ar da APPA.

Em resumo, a análise dos resultados do monitoramento dos parâmetros gasosos aqui apresentados mostra que a qualidade do ar, no que diz respeito a estes poluentes (SO_2, NO_2, CO, O_3 e Fumaça), se mantém em níveis abaixo dos padrões primários da Resolução CONAMA 03/90. A exceção foi o dióxido de enxofre (SO_2), parâmetro para o qual houve duas ultrapassagens ao padrão, que ocorreram dentro da área do Porto Organizado, em locais muito próximos à via de tráfego intenso de veículos pesados.

Ainda assim, na comunidade que vive no entorno do Porto Organizado, a qualidade do ar se mantém em níveis de acordo com a legislação, avaliando-se os poluentes gasosos mencionados. Portanto, entende-se que os poluentes gasosos não são críticos nos locais e períodos avaliados.

Os resultados dos poluentes particulados, que atingem níveis mais críticos devido à quantidade de fontes de emissão fugitivas, são apresentados a seguir.

8.1.2.4.2 Partículas totais em suspensão (PTS) e partículas inaláveis (PI)

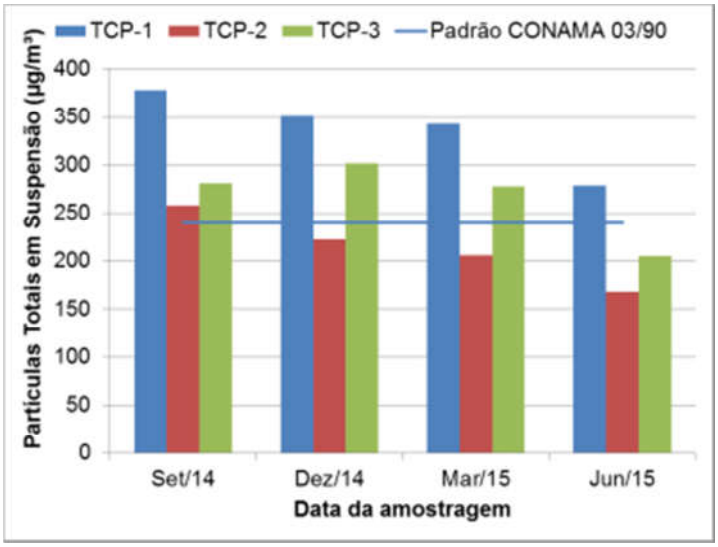
Os resultados da concentração de PTS e PI são apresentados na sequência. Estes parâmetros são os mais relevantes na avaliação e diagnóstico da qualidade do ar local, já que as atividades portuárias, retroportuárias e afins apresentam variadas fontes de emissão significativa de partículas, incluindo movimentação de cargas a granel com características pulverulentas (como farelo de soja, grãos, açúcar, fertilizantes, dentre outras); tráfego de veículos a diesel, cuja combustão libera fuligem; ressuspensão do material particulado depositado nas vias de tráfego, dentre outras fontes.

O resultado do monitoramento de PTS realizado no TCP, no cais leste do porto, é apresentado na Tabela 8.1.12 e no Gráfico 8.1.17 a seguir. Verifica-se que ocorreu ultrapassagem ao padrão primário de qualidade do ar da Resolução CONAMA na maioria das amostragens, cujos valores estão destacados em negrito na tabela.

Tabela 8.1.12 – Concentração de PTS no TCP (cais leste do Porto de Paranaguá).

Ponto	Concentração de Partículas Totais em Suspensão - PTS (µg/m³)				Padrão Primário CONAMA 03/90
	Set/14	Dez/14	Mar/15	Jun/15	
TCP-1	378	351	343	279	240 µg/m³
TCP-2	258	223	206	168	
TCP-3	281	302	278	205	

Nota: Todos os três pontos se localizam dentro da área do Porto Organizado de Paranaguá.
Fonte: Adaptado de Acquaplan (2015).



Fonte: Adaptado de Acquaplan (2015).

Gráfico 8.1.17 - Concentrações de PTS monitorados na área do TCP (cais leste do Porto de Paranaguá), e comparação com os padrões da Resolução CONAMA 03/90.

As maiores concentrações ocorreram no ponto TCP-1. Conforme mencionado anteriormente, se localiza no principal acesso ao TCP, local onde há intenso fluxo de caminhões e veículos pesados. O maior valor obtido foi 378 µg/m³, mais de 50% acima do padrão de 240 µg/m³ da Resolução CONAMA 03/90. O ponto TCP-2 foi onde as concentrações foram menores em comparação aos demais, entretanto neste ponto também ocorreu violação na amostragem realizada em setembro de 2014.

Apesar da ocorrência de violações, é importante ressaltar que estes pontos se localizam no TCP, no interior do Porto Organizado, e apresentam altas concentrações em função da proximidade com as fontes de emissão já mencionadas. Na comunidade do entorno, a concentração de partículas é mais baixa, conforme apresentado adiante.

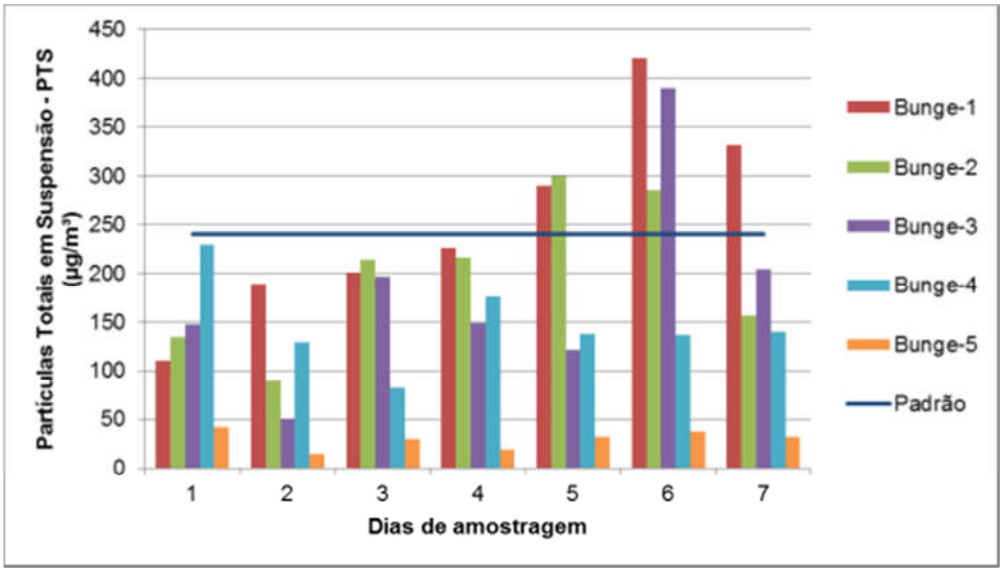
Os resultados do monitoramento de PTS realizado em julho/2015 na empresa Bunge são apresentados na Tabela 8.1.13 e Gráfico 8.1.18, a seguir. O monitoramento durou 7 (sete) dias e abrangeu 5 (cinco) pontos de medição próximos aos diferentes armazéns da empresa.

Tabela 8.1.13 – Concentração de PTS na Bunge (centro do Porto de Paranaguá).

Ponto	Bunge-11	Bunge-21	Ponto	Bunge-3	Bunge-4	Bunge-5
Local	Armazém 5	Armazém 6	Local	Silo vertical	Armazém 4	Armazém 411
Início da coleta	Concentração PTS (µg/m³)		Início da coleta	Concentração PTS (µg/m³)		
15/07/2015	110	134	**22/07/2015**	147	229	41
16/07/2015	188	89	**23/07/2015**	50	129	14
17/07/2015	200	213	**24/07/2015**	196	82	29
18/07/2015	226	216	**25/07/2015**	148	175	19
19/07/2015	290	300	**26/07/2015**	121	137	32
20/07/2015	421	285	**27/07/2015**	390	136	37
21/07/2015	331	156	**28/07/2015**	204	139	32
Média	252	199	**Média**	179	147	29

Notas: 1 - Pontos internos ao Porto Organizado de Paranaguá.

Fonte: Adaptado de Emiatec Tec. Ambiental Ltda (2015a,2015b, 2015c, 2015d, 2015e).



Fonte: Adaptado de Emiatec Tec. Ambiental Ltda (2015a,2015b, 2015c, 2015d, 2015e).

Gráfico 8.1.18 - Concentração de PTS na Bunge (centro do Porto de Paranaguá).

Na Tabela 8.1.13 e no Gráfico 8.1.18 pode-se perceber que também ocorreram ultrapassagens ao padrão primário de 240 µg/m³ da Resolução CONAMA 03/90. Três violações ocorreram no ponto Bunge-1 e duas no ponto Bunge-2, que se localizam dentro da poligonal do Porto Organizado, e, portanto podem ser considerados pontos internos ao empreendimento. Uma das amostragens no ponto Bunge-3 também ultrapassou o limite.

Conforme já mencionado para o caso do TCP, estes resultados são explicados pela proximidade das fontes de emissão fugitiva de material particulado. No caso da Bunge, os

pontos de medição se localizam muito perto dos armazéns de grãos, cuja atividade de movimentação gera poeira e outros particulados inerentes ao processo.

Já nos pontos Bunge-4 e Bunge-5, não ocorreram violações no período de realização do monitoramento da qualidade do ar.

Finalmente, apresentam-se os resultados do monitoramento mensal da qualidade do ar realizado pela APPA em cumprimento ao seu Programa de Gerenciamento das Emissões Atmosféricas, na Tabela 8.1.14 e no Gráfico 8.1.19.

Conforme já apontado pelos resultados anteriores, as concentrações de partículas totais em suspensão (PTS) registradas ao longo do histórico de medição são elevadas. Houve diversas ocorrências de ultrapassagem ao padrão primário de qualidade do ar da Resolução CONAMA 03/90, que é de 240 µg/m³.

As maiores concentrações de PTS foram registradas no P02, em janeiro de 2015 e em fevereiro de 2016, e foram próximas a 1.500 µg/m³. Nestas ocasiões, a qualidade do ar neste ponto foi classificada como CRÍTICA segundo o IQA. É importante salientar que o ponto P02 é muito suscetível ao impacto da grande circulação de carretas transportando cereais a granel (grãos e farelo) na Av. Portuária. Além disso, a presença de empreendimentos de armazenamento destes nas proximidades deste ponto representam fontes fugitivas de impacto considerável na qualidade do ar, devido à descarga destes produtos em suas moegas.

Tabela 8.1.14 – Concentrações de PTS (µg/m³) do monitoramento da qualidade do ar da APPA.

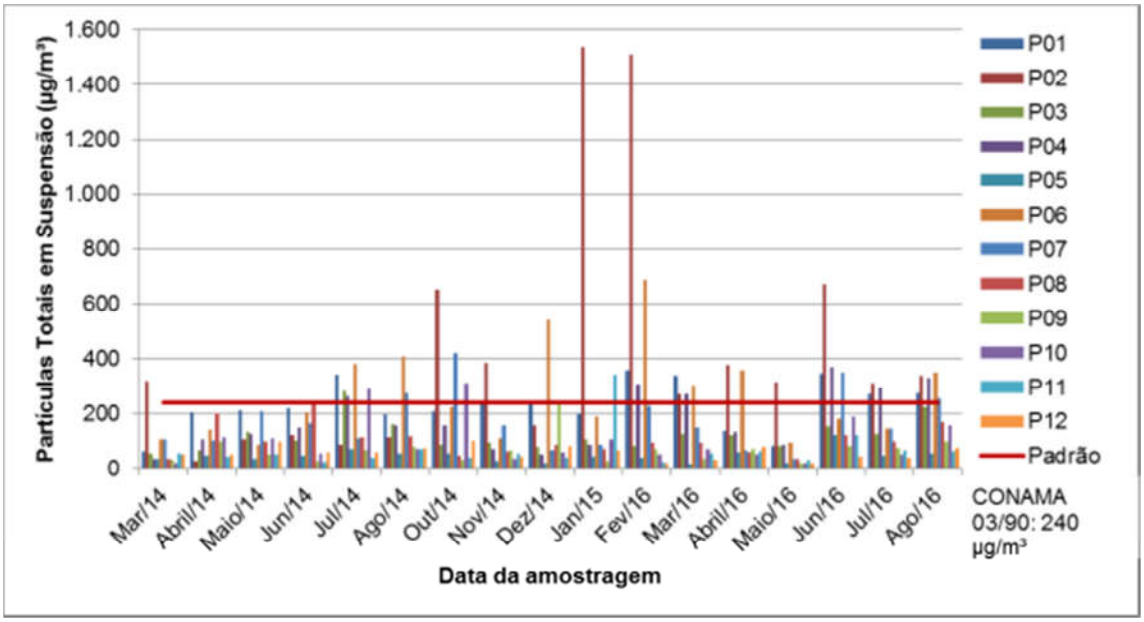
Ponto	2014									2015	2016							Média Anual	Número Violações
	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago		
P01[1]	62,0	204,8	211,1	220,1	**340,4**	195,8	209,6	233,4	**241,6**	201,9	**357,7**	**337,8**	136,8	81,8	**346,7**	**271,8**	**277,2**	241,0	7
P02[1]	**319,1**	29,3	106,1	121,0	85,7	115,5	**651,7**	**386,0**	159,1	**1.538,5**	**1.510,8**	**273,4**	**375,9**	**316,1**	**671,2**	**309,7**	**339,2**	553,9	11
P03	54,2	69,5	133,3	101,8	**285,0**	163,1	87,1	96,1	78,7	107,2	81,7	128,5	121,5	82,9	152,5	127,6	225,0	121,0	1
P04[2]	37,1	108,6	128,5	150,4	**261,9**	158,7	159,9	73,2	52,1	87,5	**308,0**	**270,7**	133,1	88,5	**367,9**	**295,5**	**331,8**	193,9	6
P05	36,9	49,6	36,8	47,7	72,4	54,2	56,8	28,6	19,7	44,7	39,9	18,2	58,5	19,1	123,8	47,5	55,1	47,2	0
P06[1]	105,6	143,9	88,7	205,7	**379,8**	**410,4**	226,1	111,3	**542,7**	191,0	**685,0**	**302,5**	**358,5**	94,2	182,1	147,6	**348,6**	300,0	7
P07	108,4	101,8	210,0	166,9	112,3	**275,7**	**420,9**	158,0	67,0	87,6	229,2	151,6	68,7	37,9	**349,3**	146,2	**256,8**	187,4	4
P08[1]	37,4	201,2	100,7	239,0	114,2	117,5	49,7	62,4	87,1	73,4	95,8	96,6	60,6	36,2	121,4	99,2	169,2	89,1	0
P09	33,8	101,1	54,0	28,5	66,8	78,0	31,3	69,1	**242,1**	27,7	72,5	36,9	72,6	21,0	81,6	75,8	99,4	75,7	1
P10	22,5	115,6	110,5	57,5	**289,9**	71,8	**310,5**	37,7	58,5	108,4	52,8	73,3	52,0	19,0	190,0	51,0	159,1	98,7	2
P11	55,1	43,7	54,0	25,1	38,5	71,6	40,9	56,8	40,6	**343,6**	26,5	54,4	63,6	33,3	122,0	67,6	65,6	82,2	1
P12	52,4	52,1	97,5	59,8	58,2	75,7	102,0	45,9	81,7	69,3	20,1	31,4	80,6	19,9	46,1	41,2	75,2	57,4	0

Padrão Resolução CONAMA 03/90 para PTS:

240 µg/m³ (Média de 1h) e 80 µg/m³(Média Anual)

Notas: 1 - Pontos internos ao Porto Organizado de Paranaguá. 2 – Ponto no pátio de caminhões do Porto.

Fonte: Adaptado de Ambiens Consultoria (2015a) e EnvEx Engenharia e Consultoria (2016a, 2016b).



Fonte: Adaptado de Ambiens Consultoria (2015a) e EnvEx Engenharia e Consultoria (2016a, 2016b).

Gráfico 8.1.19 - Concentrações de PTS do monitoramento da qualidade do ar da APPA.

Convém destacar, porém, que os pontos onde foi registrado o maior número de ultrapassagens são os pontos localizados dentro da área do Porto Organizado: P01 e P02 (que ficam na Av. Portuária); P04 (localizado no estacionamento de caminhões do Porto), e P06 (localizado na Cooperativa COAMO).

Entretanto, ressalta-se que, ainda que as concentrações destes pontos estejam sendo comparadas como padrão da resolução do CONAMA, conforme definido no programa de monitoramento, elas não representam concentrações do entorno, por estarem dentro da área portuária, definida pela poligonal traçada na Figura 8.7. Portanto, estas concentrações não estão afetando a população vizinha ao Porto, mas apenas sua área interna, sendo os altos valores justificados pela proximidade de atividades emissoras de material particulado.

Quanto ao ponto P04 alguns valores ficaram acima do limite, mas destaca-se que as medições são realizadas dentro da área do Pátio de Caminhões, também nas proximidades das fontes emissoras (caminhões, neste caso).

Fora do Porto Organizado, na comunidade do entorno, nos pontos P03, P07, P09, P10 e P11 também houveram algumas ultrapassagens ao limite estabelecido na legislação. Entretanto, os monitoramentos mais recentes realizados em janeiro e junho de 2016 apontam que somente o P07 teve ultrapassagem nos meses de junho e agosto de 2016.

O ponto P07 está localizado na área externa do porto. No entanto, este ponto fica localizado dentro do pátio de caminhões da Cooperativa de Transportes de Cargas e Anexos LTDA. Este pátio não possui pavimentação e a movimentação de caminhões e veículos neste local é uma fonte considerável de emissões fugitivas de material particulado. Como agravante, neste local, durante o período de monitoramento, estava sendo realizada movimentação de solo com escavadeira que, somada à proximidade de outras fontes relevantes emissoras de material particulado, pode justificar a concentração elevada de Partículas Totais em Suspensão observada neste ponto. É importante destacar que este ponto, apesar de estar localizado fora da área do Porto Organizado, encontra-se em área predominantemente industrial, sem a presença de residências.

Nos demais pontos que representam a comunidade do entorno, a qualidade do ar tem atendido ao padrão primário da Resolução CONAMA 03/90.

Ao avaliar-se a concentração média de PTS em cada ponto ao longo das últimas 12 amostragens realizadas, verifica-se na Tabela 8.1.14 que em nove dos doze pontos de amostragem, a média superou o padrão primário anual da Resolução CONAMA 03/90, que é igual a 80 µg/m³. Estes pontos incluem aqueles já mencionados, que se localizam no interior da poligonal do Porto Organizado (P01, P02, P06, P08); o P04, localizado no interior do pátio de caminhões, além dos pontos P03, P07, P10 e P11, localizados no entorno. A maior média ao longo do período de amostragem também foi registrada no ponto P02.

Estes resultados indicam que, para o poluente PTS, nos pontos mencionados a qualidade do ar está sujeita tanto à impactos de curto prazo (considerando período de 24 horas de amostragem), bem como à impactos de longo prazo (considerando a média anual). Esta situação já é característica do local avaliado, antes mesmo da implantação do empreendimento em estudo.

O último poluente a ser avaliado neste diagnóstico é Partículas Inaláveis (PI). Este parâmetro é diretamente relacionado ao parâmetro PTS, pois representa a fração do total de partículas presentes na atmosfera cujo diâmetro é inferior a 10 micrômetros.

O monitoramento de PI na área de estudo é realizado no contexto do Programa de Gerenciamento de Emissões Atmosféricas da APPA, nos mesmos pontos já apresentados anteriormente. As amostragens mensais abrangem os períodos de outubro de 2014 a Janeiro de 2015, e fevereiro a agosto de 2016. Os resultados deste monitoramento são

apresentados na Tabela 8.1.15 a seguir. Os mesmos resultados são mostrados no Gráfico 8.1.20.

Tabela 8.1.15 – Concentrações de PI do monitoramento da qualidade do ar da APPA.

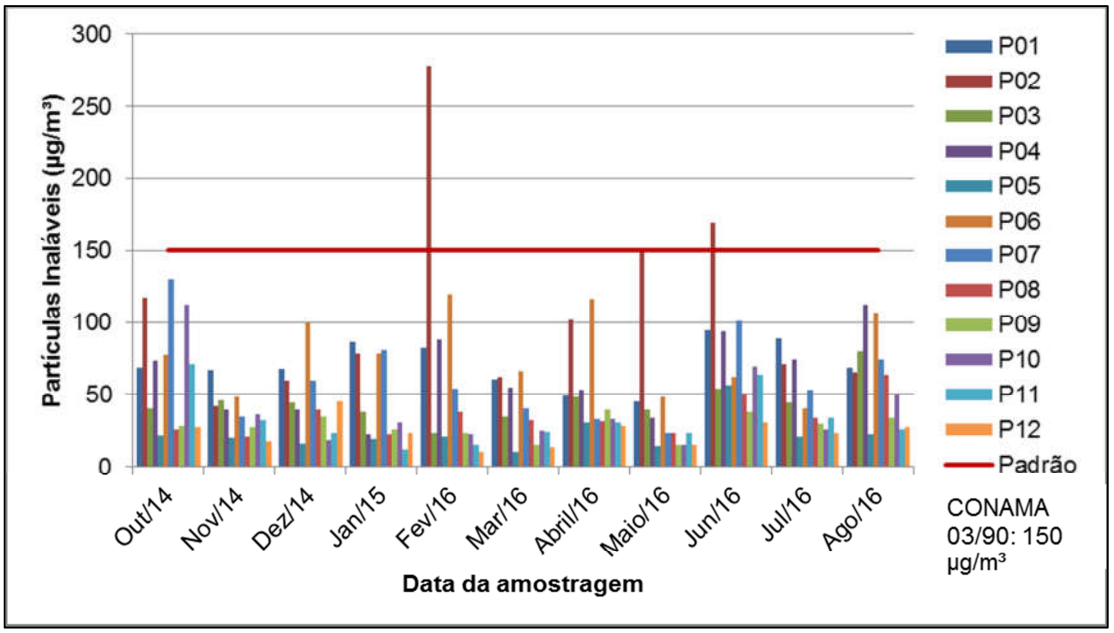
Ponto	2014			2015	2016							Média Anual	Número Violações
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago		
P01[1]	68,5	67,1	68,0	86,6	82,4	60,9	49,4	45,3	94,9	89,0	68,4	71,0	0
P02[1]	117,4	42,1	59,6	77,9	**277,9**	62,2	101,8	**150,3**	**169,8**	71,1	65,5	108,7	3
P03	40,4	45,7	44,1	37,6	23,4	34,9	48,6	39,9	54,1	44,6	79,8	44,8	0
P04[2]	73,2	39,6	39,3	22,3	87,7	55,2	53,2	33,6	93,8	74,1	112,5	62,2	0
P05	22,0	20,1	16,3	19,6	20,6	10,7	30,5	14,1	56,2	20,9	22,9	23,1	0
P06[1]	77,8	48,6	99,5	78,1	119,3	66,1	116,5	48,4	61,9	40,3	106,3	78,4	0
P07	130,0	34,5	59,7	80,6	54,1	40,3	32,7	23,3	101,2	53,5	74,1	62,2	0
P08[1]	25,4	20,7	39,3	22,4	38,3	32,1	31,1	23,4	50,5	34,1	63,5	34,6	0
P09	28,3	27,2	34,5	26,1	23,0	15,3	39,3	14,9	38,1	30,0	33,5	28,2	0
P10	112,2	36,0	18,8	31,0	22,8	25,0	33,0	15,3	69,5	26,0	50,6	40,0	0
P11	70,7	32,1	23,5	12,3	15,0	24,3	30,9	23,6	63,6	34,1	25,5	32,3	0
P12	27,2	18,0	44,8	23,2	10,0	13,8	27,9	15,3	30,4	23,1	27,1	23,7	0

Padrão Resolução CONAMA 03/90 para PI:

150 µg/m³ (Média de 24h) e 50 µg/m³(Média Anual)

Notas: 1 - Pontos internos ao Porto Organizado de Paranaguá. 2 – Ponto no pátio de caminhões do Porto.

Fonte: Adaptado de Ambiens Consultoria (2015a) e EnvEx Engenharia e Consultoria (2016a, 2016b).



Fonte: Adaptado de Ambiens Consultoria (2015a) e EnvEx Engenharia e Consultoria (2016a, 2016b).

Gráfico 8.1.20 - Concentrações de PI do monitoramento da qualidade do ar da APPA.

Verifica-se no Gráfico 8.1.20 e na Tabela 8.1.15 que a maior parte das amostragens resultou em concentrações de PI abaixo do limite estipulado pela Resolução CONAMA 03/90, que é de 150 µg/m³.

Houve apenas três violações deste padrão, registrada em fevereiro, maio e junho de 2016 no ponto P02, quando a concentração atingiu o máximo de 278 µg/m³ (fevereiro). Segundo o IQA, nesta concentração a qualidade do ar é classificada como MÁ. Conforme já discutido anteriormente, este ponto representa a área interna ao Porto Organizado, em local muito próximo a diversas fontes de emissão de partículas (principalmente a circulação de carretas transportando cereais a granel – grãos e farelo – na Av. Portuária).

Assim como já discutido com relação aos demais poluentes analisados, nos demais pontos que representam efetivamente a comunidade do entorno, a qualidade do ar tem atendido ao padrão primário da Resolução CONAMA 03/90.

8.1.2.5 Classificação da qualidade do ar na área de estudo

Com base nos resultados apresentados anteriormente, foi realizada a classificação da qualidade do ar em cada ponto de monitoramento analisado. Para tanto, foi selecionada a(s) amostragem(ns) mais recente disponível(is) em ponto. No caso do monitoramento realizado na Bunge, que contava com 7 amostragens consecutivas em cada ponto, foi considerada a média para a aplicação do IQA.

A classificação da qualidade do ar é mostrada separadamente para os pontos localizados no interior da poligonal do Porto Organizado (Tabela 8.1.16), e para os pontos externos, que representam a comunidade do entorno (Tabela 8.1.17). Em todos os casos, o poluente crítico é o PTS.

Tabela 8.1.16 – Classificação da qualidade do ar segundo o IQA, para os pontos internos do Porto Organizado e Pátio de Caminhões.

Empresa	Ponto	Classificação da Qualidade do Ar segundo o IQA	Poluente Crítico	Data da amostragem	Observação
TCP	TCP-1	INADEQUADA	PTS	Junho/2015	
TCP	TCP-2	REGULAR	PTS	Junho/2015	Próximo ao futuro Píer “T”
TCP	TCP-3	REGULAR	PTS	Junho/2015	Próximo ao futuro Complexo Náutico
APPA	P01	INADEQUADA	PTS	Agosto/2016	

Empresa	Ponto	Classificação da Qualidade do Ar segundo o IQA	Poluente Crítico	Data da amostragem	Observação
APPA	P02	INADEQUADA	PTS	Agosto/2016	Próximo ao futuro Píer "T"
APPA	P04	INADEQUADA	PTS	Agosto/2016	
APPA	P06	INADEQUADA	PTS	Agosto/2016	
APPA	P08	REGULAR	PTS	Agosto/2016	
Bunge	Bungue-1	INADEQUADA	PTS	Julho/2015	Próximo ao futuro Píer "F"
Bunge	Bungue-2	REGULAR	PTS	Julho/2015	

Fonte: Elaboração própria.

Para os pontos internos ao Porto, a qualidade do ar foi classificada como REGULAR em 4 pontos, e INADEQUADA em 6 pontos. Conforme já mencionado, estes pontos representam a situação da qualidade do ar em locais muito próximos às fontes de emissão de particulados.

Para os pontos localizados no entorno, fora da área do Porto Organizado, a classificação do IQA é mostrada na Tabela 8.1.17. Verifica-se que nos pontos P05, P10, P11, P12 e Bungue-5 a classificação é BOA; no ponto P07 a classificação é INADEQUADA, e nos demais quatro pontos a classificação é REGULAR. Estes resultados indicam que na comunidade do entorno do Porto de Paranaguá, em geral a qualidade do ar se apresenta em níveis bons a regulares, porém ainda atendendo ao padrão primário da Resolução CONAMA 03/90. Em todos os casos, o poluente crítico é o PTS.

Tabela 8.1.17 – Classificação da qualidade do ar segundo o IQA, para os pontos externos ao Porto Organizado, na comunidade do entorno.

Empresa	Ponto	Classificação da Qualidade do Ar segundo o IQA	Poluente Crítico	Data da amostragem
APPA	P03	REGULAR	PTS	Agosto/2016
APPA	P05	BOA	PTS	Agosto/2016
APPA	P07	INADEQUADA	PTS	Agosto/2016
APPA	P09	REGULAR	PTS	Agosto/2016
APPA	P10	BOA	PTS	Agosto/2016
APPA	P11	BOA	PTS	Agosto/2016
APPA	P12	BOA	PTS	Agosto/2016
Bunge	Bungue-3	REGULAR	PTS	Julho de 2015
Bunge	Bungue-4	REGULAR	PTS	Julho de 2015
Bunge	Bungue-5	BOA	PTS	Julho de 2015

Fonte: Elaboração própria.

8.1.3 Ruídos e Vibrações

O ruído tem sido definido como um som indesejado (BERRIEN, 1946, RODDA 1967), destrutivo e desagradável (CONES e HAYES, 1984). Ele tem sido visto normalmente como um incômodo em vez de uma fonte de poluição. Isto ocorre porque o ruído não deixa impactos visíveis no ambiente, como outras fontes de poluição. Porém, a poluição sonora é atualmente uma das principais formas de poluição ambiental, sendo responsável por impactos negativos com prejuízos ao meio ambiente e à qualidade de vida da população (WHO, 2001).

Durante a implantação a operação da Ampliação do Porto de Paranaguá, haverá diversas atividades causadoras de poluição sonora. Desta forma, é necessário estudar os atuais níveis sonoros e fontes de ruído, para possibilitar futuras comparações com os níveis de ruído durante a construção e operação do empreendimento.

A medição da intensidade do som é feita em uma unidade denominada decibel (dB). Como equipamentos de medição de som medem a raiz quadrada da pressão média, o nível de pressão sonora (NPS) é calculado como:

$$N_{PS} = 10 \log \left(\frac{(P_{SE})^2}{(P_0)^2} \right),$$

ou ainda

$$N_{PS} = 20 \log \left(\frac{P_{SE}}{P_0} \right),$$

onde P_{SE} é a pressão sonora efetiva e P_0 é a pressão sonora de referência (sendo $P_0 = 2\text{x}10^{-5} Pa$).

8.1.3.1 Legislação e normas brasileiras e municipais

Os limites para a emissão de ruídos são estabelecidos de acordo com as leis de uso e ocupação do solo – zoneamento dos municípios em que serão instalados os empreendimentos potencialmente poluidores. A norma ambiental referência no Brasil para avaliação de ruído é a norma da ABNT NBR 10.151, de 2000. A referida norma fixa, dentre

outras, as “condições exigíveis para avaliação do ruído em comunidades, independente da existência de reclamações”.

O Nível Crítico de Avaliação - NCA - é o valor máximo do nível de ruído (expresso em dB(A)) para determinada região – que é dependente do zoneamento em que o monitoramento se encontra, de acordo com a NBR 10.151:2000. Na referida norma, os limites do período diurno são superiores em 5 a 10 dB quando comparados com os valores máximos para o período noturno, e as Zonas preponderantemente industriais são menos restritivas quanto ao NCA.

A NBR 10.151/2000 estabelece os níveis de critério de avaliação de ruídos para ambientes externos. Esses níveis são mostrados na Tabela 8.1.18.

Tabela 8.1.18 – Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A) segundo NBR 10.151:2000.

Tipos de área	Diurno dB(A)	Noturno dB(A)
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10.151:2000.

A aplicação correta da classificação proposta na Tabela 8.1.18 deve levar em conta a análise do zoneamento e do uso e ocupação do solo do local em estudo, definidos pela legislação municipal. No município de Paranaguá, a legislação aplicável é a listada a seguir:

8.1.3.1.1 Lei Municipal Ordinária nº 2.312, de 02/12/2002;

Esta Lei dispõe sobre o controle e a fiscalização das atividades que gerem poluição sonora ou causem desordens; impõe penalidades e dá outras providências. O artigo 2ª desta lei proíbe a emissão de ruídos de qualquer espécie com níveis superiores aos determinados pela legislação Federal, Estadual ou Municipal, prevalecendo a mais restritiva. Desta forma, na ausência de limites de emissão sonora na legislação estadual e municipal, vale a norma brasileira ABNT NBR 10.151:2000, já abordada;

8.1.3.1.2 Lei Complementar nº 68, de 27/08/2007;

Esta Lei dispõe sobre normas relativas ao código de posturas do município de Paranaguá. O Artigo 112 desta lei, no 1º parágrafo, estabelece a proibição da emissão de ruídos num raio de 200 (duzentos) metros de repartições públicas, escolas, creches, asilos e igrejas, durante o horário de funcionamento. Tais zonas denominam-se zonas de silêncio e permitem níveis de pressão sonora máximos de apenas 50 dB no período diurno e 45 dB no período noturno, conforme a NBR 10.151:2000. O artigo 115 desta lei preconiza ainda que as medições de nível sonoro devem ser realizadas em conformidade com a norma brasileira citada.

8.1.3.1.3 Lei Complementar nº 95, 18/12/2008

A referida lei dispõe sobre o Código Ambiental do Município de Paranaguá. O Capítulo I do Título III (artigos 219 a 231) versa especificamente sobre a questão da poluição sonora. Em particular, o artigo 228 estabelece níveis máximos de ruído permitidos para área residencial (60 dB(A) diurno e 55 dB(A) noturno) e para área industrial (70 dB(A) diurno e 60 dB(A) noturno). A lei define ainda os horários considerados para o período diurno (entre 8 e 19 horas) e noturno (entre 19 horas e 8 horas).

8.1.3.1.4 Lei Complementar nº 62, de 27/08/2007;

Esta lei municipal institui o zoneamento de uso e ocupação do solo do município de Paranaguá, e dá outras providências. O Anexo IV desta Lei instituiu o Mapa de Zoneamento Urbano, que será levado em conta na aplicação do NCA da NBR 10.151:2000. As alterações, atualizações e complementações desta lei também são consideradas.

8.1.3.2 Metodologia aplicada

O diagnóstico relacionado ao ruído iniciou com o levantamento e avaliação da legislação aplicável, principalmente a Resolução CONAMA 01/1990, a NBR 10.151:2000, bem como a legislação municipal relacionada aos ruídos e ao zoneamento urbano.

A seguir foram avaliados os dados secundários disponíveis sobre os níveis sonoros na área de estudo. As fontes de dados secundários foram os Relatórios Semestrais referentes à execução do Programa de Gerenciamento da Emissão de Ruídos, parte dos Programas

Ambientais do Plano de Controle Ambiental (PCA) do Porto Organizado de Paranaguá (AMBIENS CONSULTORIA, 2015a).

Estes dados secundários contemplam 21 pontos, nos quais foi realizada amostragem com frequência mensal, de Dezembro/2013 a Janeiro/2016, nos períodos diurno e noturno, conforme detalhado adiante no respectivo capítulo relacionado aos ruídos.

Entretanto, verificou-se que neste conjunto de dados secundários, não havia sido contemplada a avaliação em pontos potencialmente sensíveis aos impactos na paisagem sonora, tais como estabelecimentos de ensino, de saúde e instituições religiosas. Por esta razão, foi feito o levantamento e mapeamento destes pontos sensíveis na área de estudo, a fim de ajudar na definição de novos pontos de monitoramento para a obtenção de dados primários.

Desta forma, com o objetivo de complementar o diagnóstico, foi realizada a coleta de dados primários em uma campanha de monitoramento dos níveis sonoros em 8 pontos, no dia 09/06/2016, contemplando os períodos diurno e noturno. Os equipamentos utilizados atendem às normas aplicáveis, e estavam adequadamente calibrados, conforme apresentado na sequência.

Para ambos os conjuntos de dados (secundários e primários), a localização espacial destes pontos de amostragem foi ilustrada em figuras georreferenciadas, e os resultados apresentados em forma de tabelas e gráficos. A avaliação dos resultados foi feita com base nos Níveis de Critério de Avaliação (NCAs) da norma NBR 10.151:2000.

Com relação a vibrações, não havia dados secundários na área de estudo. Por esta razão, o diagnóstico contemplou o levantamento de dados primários em campo, em três pontos de medição, nos quais também foi realizado o monitoramento de ruído.

A avaliação da vibração em campo foi realizada com sismógrafo equipado com geofone externo para medição de vibrações no solo, e microfone para medição da pressão acústica (vibração transmitida pelo ar). Durante as medições foram realizados registros fotográficos e também contagem do tráfego de veículos, considerado como a principal fonte de vibração no local.

8.1.3.3 Levantamento de dados secundários de níveis sonoros

Este diagnóstico iniciou-se com o levantamento dos dados existentes referentes a monitoramento dos níveis sonoros na proximidade do Porto de Paranaguá. Verificou-se que os dados mais abrangentes e recentes disponíveis são os apresentados nos Relatórios Semestrais referentes à execução do Programa de Gerenciamento da Emissão de Ruídos, parte dos Programas Ambientais do Plano de Controle Ambiental (PCA) do Porto Organizado de Paranaguá (AMBIENS CONSULTORIA). A Tabela 8.1.19 apresenta um resumo das informações deste monitoramento.

Tabela 8.1.19 – Resumo dos dados secundários de monitoramento sonoro avaliados no diagnóstico preliminar da Área de Influência.

Informações do monitoramento do nível sonoro	
Pontos de monitoramento	21 (diurno e noturno), totalizando 42 amostragens por campanha.
Frequência de Monitoramento	Mensal (conforme previsto no PCA)
Duração de cada amostragem	5 minutos
Data das campanhas	Dezembro/2013 a Janeiro/2016
Documento de referência	1º, 2º, 3º, 4º e 5º Relatórios Semestrais: Programas Ambientais - Programa de gerenciamento da emissão de ruídos, PCA Porto Organizado de Paranaguá.
Data dos documentos	Jan. e Jul/2014, Jan. e Jul/2015, Jan/2016.
Responsável pela amostragem	Ambiens Consultoria

Fonte: Ambiens Consultoria (2014a, 2014b, 2015a, 2015b, 2016).

A localização destes pontos amostrais é distribuída em áreas com diferentes classificações quanto ao zoneamento. A maioria dos pontos fica em áreas predominantemente industriais (Zona de Interesse Portuário – ZIP e Zona de Desenvolvimento Econômico – DEZ). Outra parte dos pontos situa-se em áreas mistas, predominantemente residenciais, com vocação comercial e administrativa (Zona de Requalificação Urbana – ZRU, Zona de Consolidação e Qualificação Urbana 3 – ZCQU3, Zona de Proteção ao Santuário do Rocio – ZPSR e Zona de Interesse Patrimonial e Turístico – ZIPT) (AMBIENS CONSULTORIA, 2015).

A localização das estações amostrais, ou pontos de amostragem, é descrita na Tabela 8.1.20.

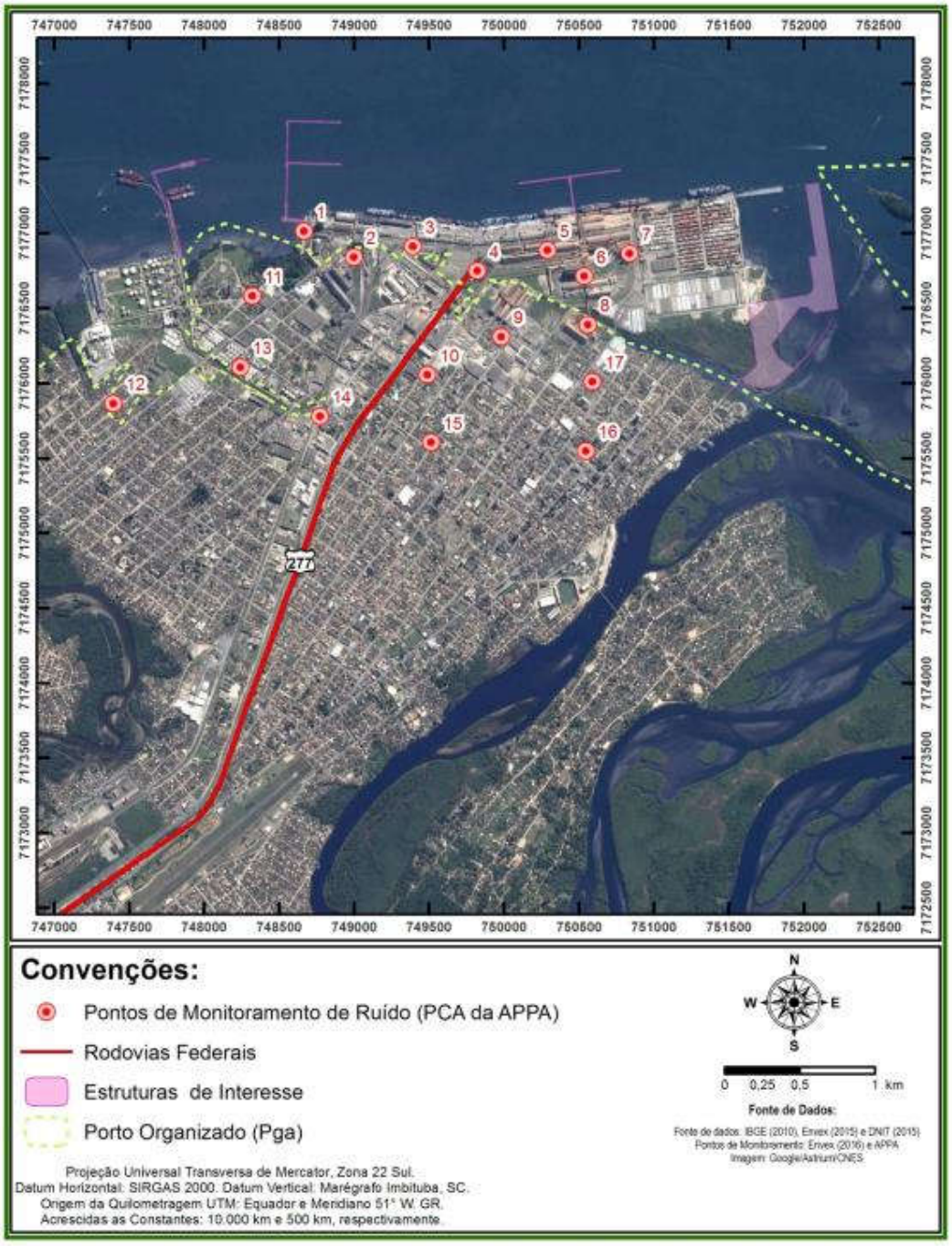
Tabela 8.1.20 - Localização das estações amostrais do Programa de Gerenciamento de Ruídos atual da APPA (dados secundários).

Estação amostral	Localização	Zoneamento Municipal	Tipo de área NBR 10.151	Coordenadas UTM SIRGAS
#01	Berço 201 na Faixa Primária	Zona de Interesse Portuário - ZIP	Área predominantemente industrial	748.665 m E 7.177.016 m S
#02	Av. Portuária esquina com Av. Bento Munhoz da Rocha			749.392 m E 7.176.916 m S
#03	Faixa Primária			748.997 m E 7.176.844 m S
#04	Av. Portuária em frente ao Portão 04			749.821 m E 7.176.751 m S
#05	Faixa Primária			750.288 m E 7.176.889 m S
#06	Corredor de Exportação			750.533 m E 7.176.715 m S
#07	Av. Portuária próximo ao TCP			750.836 m E 7.176.868 m S
#08	Próximo ao segmento de correia transportadora localizada na Rua Barão do Rio Branco			750.557 m E 7.176.391 m S
#09	Av. Cel. José Lobo em frente ao terminal da empresa Cotriguaçu			749.980 m E 7.176.312 m S
#10	Rua Soares Gomes próximo ao Armazém 10 da empresa Rocha			749.488 m E 7.176.058 m S
#11	Av. Gabriel de Lara esquina com Rua Prof. Délcio no Bairro Rocio	Zona de Proteção ao Santuário de Rocio – ZPSR	Área mista, com vocação recreacional	748.320 m E 7.176.583 m S
#12	Rua Tupiniquim esquina com Rua Dez nº 11	Zona de Interesse Portuário - ZIP	Área predominantemente industrial	747.394 m E 7.175.866 m S
#13	Av. Cel. Santa Rita próximo ao portão de acesso da empresa Cattalini	Zona de Interesse Portuário - ZIP	Área predominantemente industrial	748.241 m E 7.176.109 m S
#14	Av. Coronel Santa Rita no cruzamento com a linha férrea	Zona de Interesse Portuário - ZIP	Área predominantemente industrial	748.771 m E 7.175.781 m S
#15	Rua Prof. Cleto no centro da rua	Zona de Requalificação Urbana - ZRU	Área mista, predominantemente residencial	749.511 m E 7.175.606 m S
#16	Rua Princesa Isabel esquina com Rua João Eugênio	Zona de Interesse Patrimonial e Turístico -ZIPT	Área mista, com vocação comercial e administrativa	750.544 m E 7.175.550 m S
#17	Rua Manoel Corrêa nº 339 Bairro Costeira	Zona de Requalificação Urbana - ZRU	Área mista, predominantemente residencial	750.589 m E 7.176.013 m S
#18	Pátio de manobra e estacionamento marginal à BR-	Zona de Consolidação e	Área mista, predominanteme	745.694 m E 7.173.495 m S

Estação amostral	Localização	Zoneamento Municipal	Tipo de área NBR 10.151	Coordenadas UTM SIRGAS
	277	Qualificação Urbana 3 - ZCQU3	nte residencial	
#19	BR-277 em frente ao trevo de acesso ao pátio de triagem	Zona de Desenvolvimento Econômico - ZDE	Área predominanteme nte industrial	746.326 m E 7.174.082 m S
#20	Pátio de manobra e estacionamento marginal à BR-277			745.197 m E 7.172.648 m S
#21	Marginal à BR-277 no cruzamento com a linha férrea			745.022 m E 7.171.868 m S

Fonte: Adaptado de Ambiens Consultoria (2014a).

A Figura 8.8 apresenta a localização destas estações amostrais no contexto da área urbana do município e do Porto de Paranaguá.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.8 - Localização das estações amostrais do Programa de Gerenciamento de Ruídos da APPA.

Os referidos relatórios do monitoramento sonoro apresentam a avaliação dos resultados em todos os pontos avaliados com base nos Níveis de Critério de Avaliação (NCA) estabelecidos pela NBR 10.151:2000 para áreas predominantemente industriais, ou seja, 70

dB(A) para período diurno; e 60 dB(A) para período noturno. Não foram levados em conta os diferentes tipos de áreas onde se localizam os pontos de monitoramento para a definição dos NCA individuais de cada ponto.

A compilação dos resultados do monitoramento sonoro para o período diurno é apresentada na Tabela 8.1.21. Nesta tabela, estão ressaltadas em negrito com fundo cinza as amostragens cujo nível sonoro equivalente (L_{eq}) superou o Nível de Critério de Avaliação (NCA) da NBR 10.151:2000 para área predominantemente industrial, que é de 70 dB para o período diurno.

Nesta tabela é possível verificar que na maioria das amostragens, verificou-se ultrapassagem ao NCA. Em todas as estações amostrais, ocorreram ultrapassagens pelo menos uma vez neste histórico de medições. Nas estações #2 e #9, todas as amostragens superaram o NCA. Já nos pontos #11, #12, #15, #16, #20, #21, as ultrapassagens foram menos frequentes, por se tratar de locais mais distantes das fontes sonoras.

Em especial, no ponto #11 que se localiza no bairro do Rocio, o histórico mostra quatro ultrapassagens ao NCA de 70 dB no período diurno.

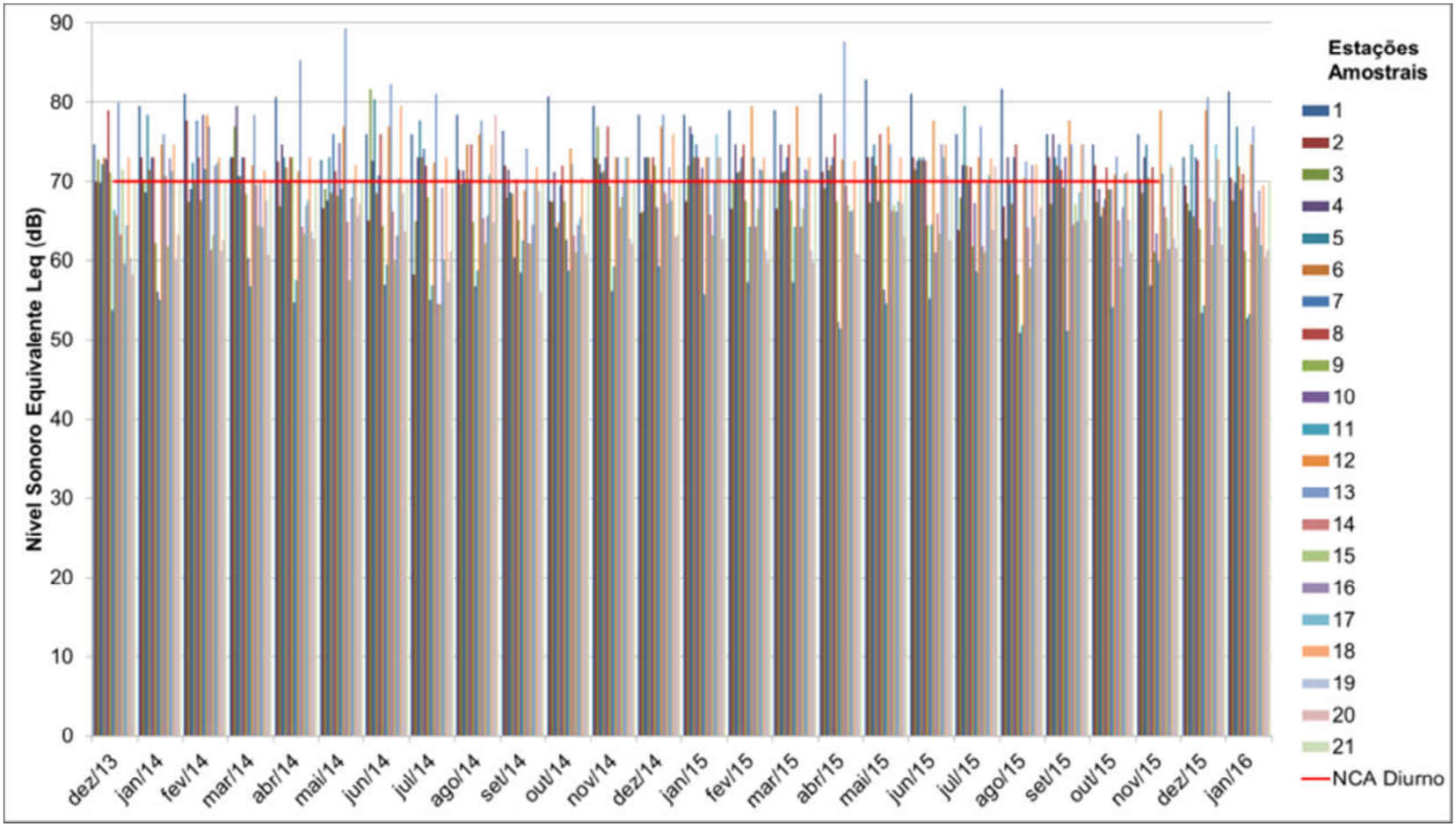
Estes mesmos dados dos níveis sonoros no período diurno são apresentados no Gráfico 8.1.21, no qual é possível observar a série histórica desde dezembro de 2013 até janeiro de 2016. O NCA de 70 dB é indicado pela linha vermelha. Nesta figura pode-se observar dois picos de quase 90 dB e vários valores acima de 80 dB.

Verifica-se que no geral a tendência dos resultados não se alterou significativamente ao longo do tempo, apesar da oscilação normal dos níveis sonoros. Ou seja, com base neste histórico não é possível afirmar que os níveis sonoros vem aumentando ou diminuindo com o decorrer do tempo; eles tem se mantido semelhantes.

Os níveis sonoros obtidos no período noturno são apresentados na sequência, na Tabela 8.1.22 e no Gráfico 8.1.22. Os quadros obtidos tanto no período diurno como noturno são apresentados no Anexo II – Quadros de Ruídos.

Tabela 8.1.21 – Resultados do monitoramento de ruído no período diurno do Programa de Gerenciamento de Ruído do PCA da APPA.

Estações amostrais	2013	2014												2015												2016
	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan
1	54,1	59,8	71,7	68,1	65,4	71,6	52,1	69,3	62,5	72,1	58,2	64,5	68,0	73,0	56,5	56,5	69,4	68,9	73,0	73,0	67,5	63,7	58,1	68,7	72,8	72,0
2	74,7	79,5	81,1	73,0	80,7	72,7	76,0	76,0	78,4	76,4	80,8	79,5	78,4	78,4	79,0	79,0	81,1	82,9	81,1	76,0	81,7	76,0	74,7	76,0	73,0	81,4
3	70,0	73,0	77,7	73,0	72,5	66,6	65,1	58,3	71,5	72,0	67,5	72,9	66,0	67,5	66,5	66,5	71,2	73,0	73,0	63,9	66,8	73,0	72,1	70,3	69,5	70,5
4	72,8	70,3	67,4	76,9	66,9	69,1	81,7	65,0	69,7	67,9	67,4	76,9	66,2	72,0	70,2	70,2	69,2	67,3	71,5	67,9	62,8	67,1	67,4	68,6	67,2	67,6
5	69,9	68,7	69,1	79,5	74,7	67,6	72,6	73,0	71,4	71,5	71,2	72,2	73,0	76,9	74,7	74,7	73,0	73,1	72,6	72,1	73,0	76,0	69,1	73,0	66,3	69,9
6	72,2	78,4	72,3	70,7	73,0	73,0	80,4	77,7	70,3	68,7	64,2	71,1	73,0	76,0	71,1	71,1	71,4	74,7	73,0	79,5	69,8	73,0	65,6	74,7	74,7	76,9
7	73,0	71,5	69,9	70,6	71,7	68,6	68,6	73,0	74,7	68,5	64,8	71,3	73,0	73,0	71,3	71,3	72,0	72,0	72,7	72,0	67,1	72,0	66,7	70,5	65,6	71,9
8	72,8	73,0	77,7	73,0	70,1	76,0	70,8	74,1	70,3	60,4	69,6	73,0	69,8	74,7	73,0	73,0	73,0	67,5	73,0	70,2	73,0	74,7	67,7	56,9	73,0	69,0
9	79,0	73,0	73,0	73,0	73,0	71,3	76,0	72,0	74,7	70,3	72,0	76,9	73,0	73,0	74,7	74,7	76,0	76,0	72,6	71,8	74,7	71,5	71,7	71,8	72,7	71,0
10	71,1	62,3	67,6	68,5	73,0	68,2	64,4	68,0	64,9	65,2	67,5	69,4	72,0	70,4	67,6	67,6	67,5	70,0	64,5	61,8	58,3	69,3	69,0	61,1	64,1	61,2
11	53,7	56,1	78,4	60,3	54,7	74,9	57,0	55,0	56,8	58,5	62,7	56,2	66,7	71,7	57,3	57,3	52,3	56,4	55,2	67,2	50,9	73,0	69,1	63,5	53,4	52,7
12	66,4	55,0	71,6	56,8	57,6	69,1	59,5	56,9	58,8	62,6	58,8	59,3	59,3	55,7	64,3	64,3	51,4	54,6	64,6	58,6	51,9	51,2	54,1	59,8	54,3	53,2
13	65,7	74,7	78,4	72,0	71,3	76,9	76,9	72,3	76,0	68,9	74,1	73,0	76,9	73,0	79,5	79,5	72,8	76,9	77,7	73,0	70,5	77,7	70,9	79,0	79,0	74,7
14	79,9	76,0	76,9	78,4	85,3	89,3	82,3	81,1	77,7	74,1	72,2	73,0	78,4	73,0	73,0	73,0	87,7	74,7	61,0	76,9	72,5	74,7	73,1	71,0	80,7	76,9
15	63,3	70,7	61,3	69,6	64,3	64,9	66,2	54,5	65,3	62,3	63,2	66,7	68,6	65,8	64,3	64,3	69,5	66,3	65,9	61,8	64,2	64,6	65,1	66,8	67,8	66,1
16	71,5	61,8	63,3	64,4	63,4	57,5	60,0	54,5	62,3	62,2	61,0	68,1	67,2	63,3	66,5	66,5	67,0	67,0	63,5	61,0	59,1	67,1	59,2	65,4	61,9	64,2
17	59,6	72,9	72,0	69,8	66,9	67,9	63,2	69,3	65,7	64,6	64,6	70,1	71,7	70,1	71,6	71,6	66,2	66,2	74,7	69,8	72,1	65,0	66,7	61,4	67,5	68,9
18	64,5	71,3	72,3	64,2	67,6	70,0	70,5	60,1	70,9	70,0	65,4	73,0	67,6	76,0	71,4	71,4	66,4	67,5	73,0	70,8	65,5	68,7	71,0	72,2	74,7	62,0
19	73,0	74,7	73,0	71,4	73,0	72,1	79,5	73,0	74,7	71,8	70,5	73,0	76,0	73,0	73,0	73,0	72,6	73,0	74,7	72,9	72,2	74,7	71,2	71,7	72,8	69,6
20	60,4	60,2	61,2	67,6	63,6	65,6	68,6	57,3	64,8	68,8	63,4	62,8	63,0	73,0	61,3	61,3	60,9	67,1	70,7	63,9	62,2	74,7	65,2	62,9	64,2	60,5
21	58,3	63,4	62,6	60,7	62,8	67,1	63,7	61,2	78,4	56,1	60,8	62,2	63,2	62,8	59,8	59,8	60,7	63,0	62,7	71,9	66,7	65,1	61,0	61,6	62,0	61,3
NCA Diurno	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Pontos acima NCA	11	13	11	13	14	11	11	10	10	9	12	8	6	13	10	16	12	12	10	9	14	12	8	12	7	10

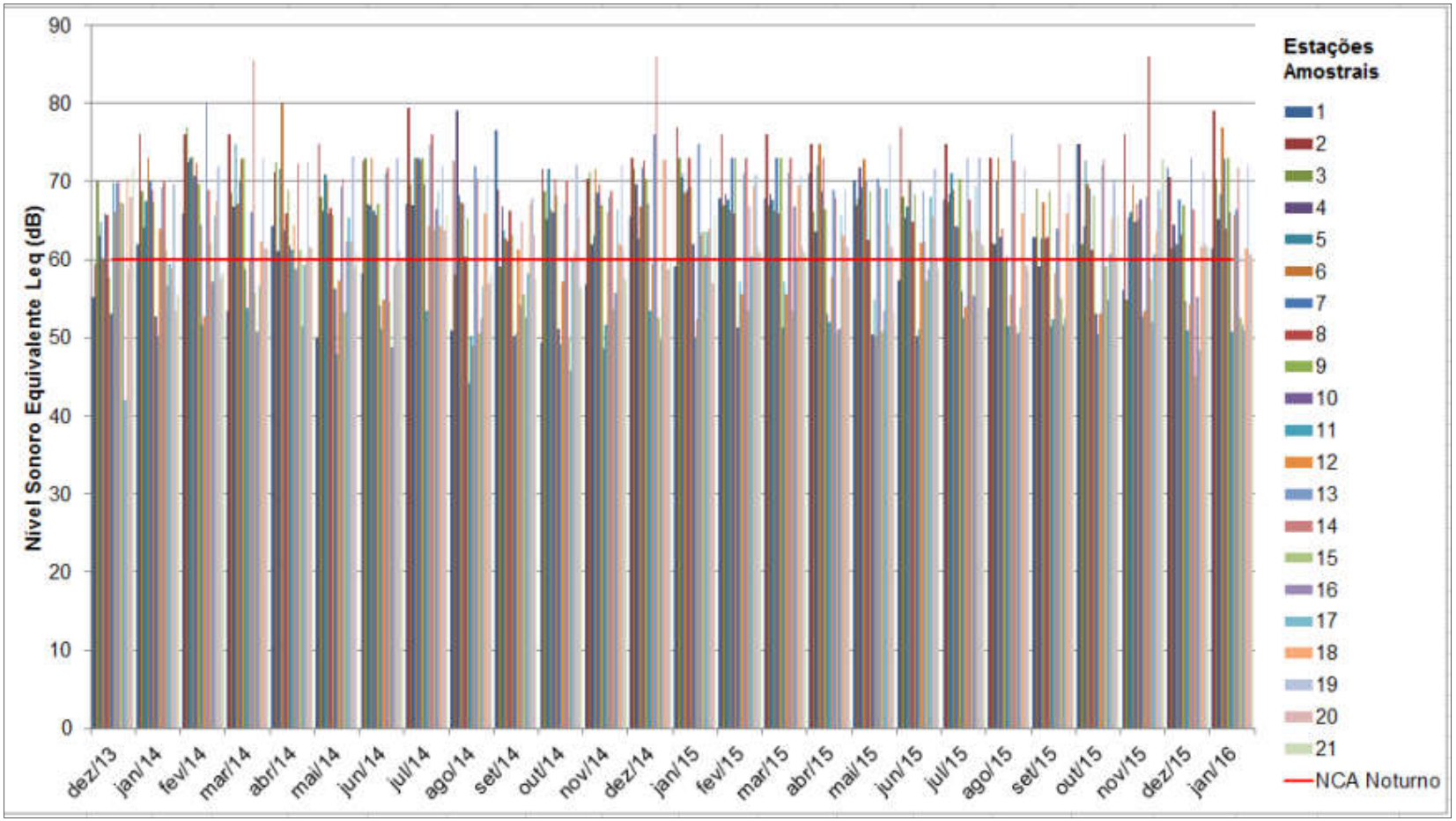


Fonte: Adaptado de Ambiens Consultoria (2014a, 2014b, 2015a, 2015b, 2016).

Gráfico 8.1.21 - Resultados do monitoramento de ruído no período diurno do Programa de Gerenciamento de Ruído do PCA da APPA.

Tabela 8.1.22 – Resultados do monitoramento de ruído no período noturno do Programa de Gerenciamento de Ruído do PCA da APPA.

Estações amostrais	2013	2014													2015												2016
	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan
1	55,2	61,9	65,8	53,4	64,3	49,9	58,3	67,2	51,0	76,6	49,4	56,8	65,6	59,1	67,9	67,9	71,0	70,1	57,3	67,7	53,7	62,8	74,7	56,1	71,8	61,4
2	59,4	76,0	76,0	76,0	71,3	74,7	72,6	79,5	72,7	69,0	71,5	70,4	73,0	76,9	76,0	76,0	74,7	66,9	76,9	74,7	73,0	62,8	74,7	76,0	70,5	79,0
3	70,0	68,8	76,9	68,5	72,4	68,1	73,0	69,7	58,0	59,1	68,8	71,2	71,6	73,0	66,9	66,9	66,1	67,8	68,0	67,4	62,1	69,1	61,9	54,9	61,5	70,4
4	63,1	64,1	72,5	66,7	61,0	66,3	67,2	67,0	79,0	66,8	65,2	61,9	69,6	70,6	68,3	68,3	63,5	71,7	65,4	68,3	62,0	59,2	64,2	65,3	64,5	65,1
5	64,9	67,5	73,0	74,7	71,6	70,8	66,9	73,0	68,2	63,7	71,6	63,0	62,6	71,0	67,6	67,6	72,1	69,2	66,7	71,0	70,0	62,7	72,7	66,1	61,9	68,4
6	60,2	73,0	73,1	67,2	79,9	69,9	73,0	73,0	67,3	62,6	66,4	71,6	66,7	68,6	66,3	66,3	74,7	72,8	70,3	68,9	73,0	67,4	69,6	69,6	61,9	76,9
7	65,9	69,9	70,7	69,9	63,8	65,9	66,2	73,0	67,1	62,3	66,0	68,5	71,7	68,9	73,0	73,0	68,7	70,2	69,9	64,2	62,9	62,7	69,1	64,9	67,6	72,8
8	65,7	69,0	72,3	72,8	65,8	66,6	65,7	72,6	60,3	66,2	70,3	69,6	72,7	73,0	65,8	65,8	73,0	62,5	64,8	64,1	63,9	62,9	61,2	67,1	63,2	63,9
9	57,7	67,3	69,7	73,0	69,0	65,7	67,2	73,0	65,3	63,3	68,2	66,9	70,3	69,3	73,0	73,0	66,5	68,8	68,4	70,3	59,9	68,8	68,2	65,1	66,9	73,0
10	53,1	52,8	64,4	58,7	61,8	56,2	54,1	69,6	44,1	50,3	51,2	48,6	67,2	62,0	51,3	51,3	53,1	50,4	50,3	55,9	60,4	51,4	53,0	67,6	54,7	66,0
11	69,8	50,2	51,6	53,7	61,2	47,9	51,2	53,4	50,3	50,5	49,2	51,6	53,5	50,0	57,1	57,1	52,0	54,9	51,2	52,6	51,4	52,3	50,4	52,8	51,0	50,7
12	66,0	63,9	52,7	60,1	64,5	57,3	54,9	64,2	49,0	61,3	57,2	66,1	59,5	52,4	55,5	55,5	57,7	50,2	62,2	53,9	55,4	58,2	53,1	53,4	54,3	65,7
13	69,8	69,3	79,9	66,0	58,8	69,3	71,1	74,7	72,0	54,2	67,1	68,0	76,0	74,7	71,1	71,1	68,9	70,3	68,8	73,0	76,0	64,0	72,1	68,1	73,0	66,4
14	70,2	70,2	68,9	85,5	72,3	70,4	71,8	76,0	70,4	64,9	70,1	68,7	86,0	63,3	73,0	73,0	67,8	69,2	62,4	67,7	72,7	74,7	72,9	86,0	66,4	71,8
15	67,4	61,3	62,2	55,8	61,3	53,3	54,6	63,7	50,6	55,6	50,0	53,6	52,6	63,6	53,5	53,5	50,7	50,7	57,4	63,5	51,5	55,1	59,1	57,5	45,0	52,6
16	67,2	56,6	57,2	50,8	51,5	62,3	48,8	66,4	52,6	52,6	45,8	55,7	49,7	60,6	66,8	66,8	51,2	53,5	58,7	55,4	50,6	51,7	54,8	52,0	55,2	51,7
17	42,0	59,5	65,6	56,6	59,3	65,3	59,2	68,8	56,7	58,2	60,2	66,4	59,6	63,5	60,4	60,4	65,7	69,1	68,0	69,5	54,0	52,6	60,8	60,8	48,5	51,0
18	70,6	58,9	67,5	62,4	60,0	62,4	59,7	64,2	65,8	67,2	61,1	61,9	72,8	64,0	69,4	69,4	63,1	64,5	65,5	63,8	65,9	65,8	65,4	63,5	61,7	61,4
19	58,7	69,6	72,0	73,0	72,5	73,1	73,0	72,0	70,8	67,8	72,2	72,1	72,7	73,0	70,8	70,8	69,0	74,7	71,6	73,0	71,7	68,6	70,4	69,0	71,3	71,9
20	68,1	53,5	57,6	61,4	61,6	59,1	61,1	63,8	57,0	63,2	65,3	61,7	58,8	57,0	61,6	61,6	61,6	61,6	60,0	61,9	59,3	60,0	60,4	66,4	62,0	60,8
21	71,7	55,4	58,3	61,3	61,4	60,9	59,8	65,7	58,3	57,5	56,5	57,6	60,2	65,6	60,9	60,9	57,7	53,0	58,6	61,8	58,5	61,9	65,6	72,8	61,7	60,2
NCA Noturno	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Pontos acima NCA	15	14	15	15	16	15	18	15	14	20	11	13	14	15	15	17	18	17	15	15	15	17	12	14	17	15



Fonte: Adaptado de Ambiens Consultoria (2014a, 2014b, 2015a, 2015b, 2016).

Gráfico 8.1.22 - Resultados do monitoramento de ruído no período noturno do Programa de Gerenciamento de Ruído do PCA da APPA.

A Tabela 8.1.22 apresenta os resultados do Programa de Gerenciamento de Ruídos no período noturno. Para este período, o NCA considerado nos relatórios semestrais é de 60 dB, relativo a áreas predominantemente industriais segundo a NBR 10.151:2000. Percebe-se que as amostragens cujos níveis sonoros superam o NCA foram mais frequentes do que no período diurno, devido ao NCA ser mais restritivo no período noturno.

Nos pontos amostrais #5, #6, #7, #8 e #14 ocorreram ultrapassagens em todas as amostragens. Já nas estações #11, #12, #16 e #21 as ultrapassagens ao NCA foram menos frequentes. No ponto #11, localizado próximo ao Rocio, foram registradas 2 ultrapassagens ao nível 60 dB no período noturno.

No Gráfico 8.1.22 é possível ver o histórico das medições do período noturno, de dezembro de 2013 a janeiro de 2016. Assim como no período diurno, verifica-se que no geral não houve alteração significativa ao longo do tempo na tendência geral dos níveis sonoros no período noturno.

O resumo da avaliação dos monitoramentos apontou que na grande maioria dos pontos amostrados o nível sonoro medido nas diversas campanhas de monitoramento superou o NCA mencionado acima. O número de ultrapassagens foi ainda maior no período noturno, já que nesse período o limite da norma é mais baixo do que no período diurno (AMBIENS CONSULTORIA, 2015).

Cabe lembrar que vários pontos se encontram na área interna à poligonal do Porto Organizado, e situam-se próximo a importantes fontes sonoras relacionadas ao tráfego de veículos e atividades do porto. As principais fontes sonoras mencionadas incluem: tráfego de veículos pesados, tráfego de veículos leves, operação portuária, movimentação de cargas, correia transportadora; *shiploader*, e tráfego ferroviário (AMBIENS CONSULTORIA, 2015).

Segundo esta referência, os níveis sonoros resultantes do monitoramento são semelhantes aos já observados durante a época do diagnóstico realizado para o Relatório de Controle Ambiental do Porto de Paranaguá, cujas amostragens foram realizadas em 2010 (AMBIENS CONSULTORIA, 2015).

Desta forma, verifica-se que os estudos já realizados no local de estudo apontaram que em geral os níveis sonoros nas proximidades do Porto de Paranaguá são mais elevados do que

o recomendado pelo NCA da NBR 10.151:2000 para áreas predominantemente industriais. Isto se deve à natureza das atividades portuárias e do tráfego pesado na região.

Entretanto, a avaliação dos níveis sonoros nos estudos analisados não abordou a presença de pontos sensíveis na comunidade do entorno, os quais podem ser eventualmente afetados pela geração de ruído das fontes sonoras relacionadas ao Porto e à sua ampliação. A carência desta informação dificulta a realização de um efetivo diagnóstico da paisagem sonora na comunidade, que possa ser usado como base de comparação com medições durante a operação do empreendimento.

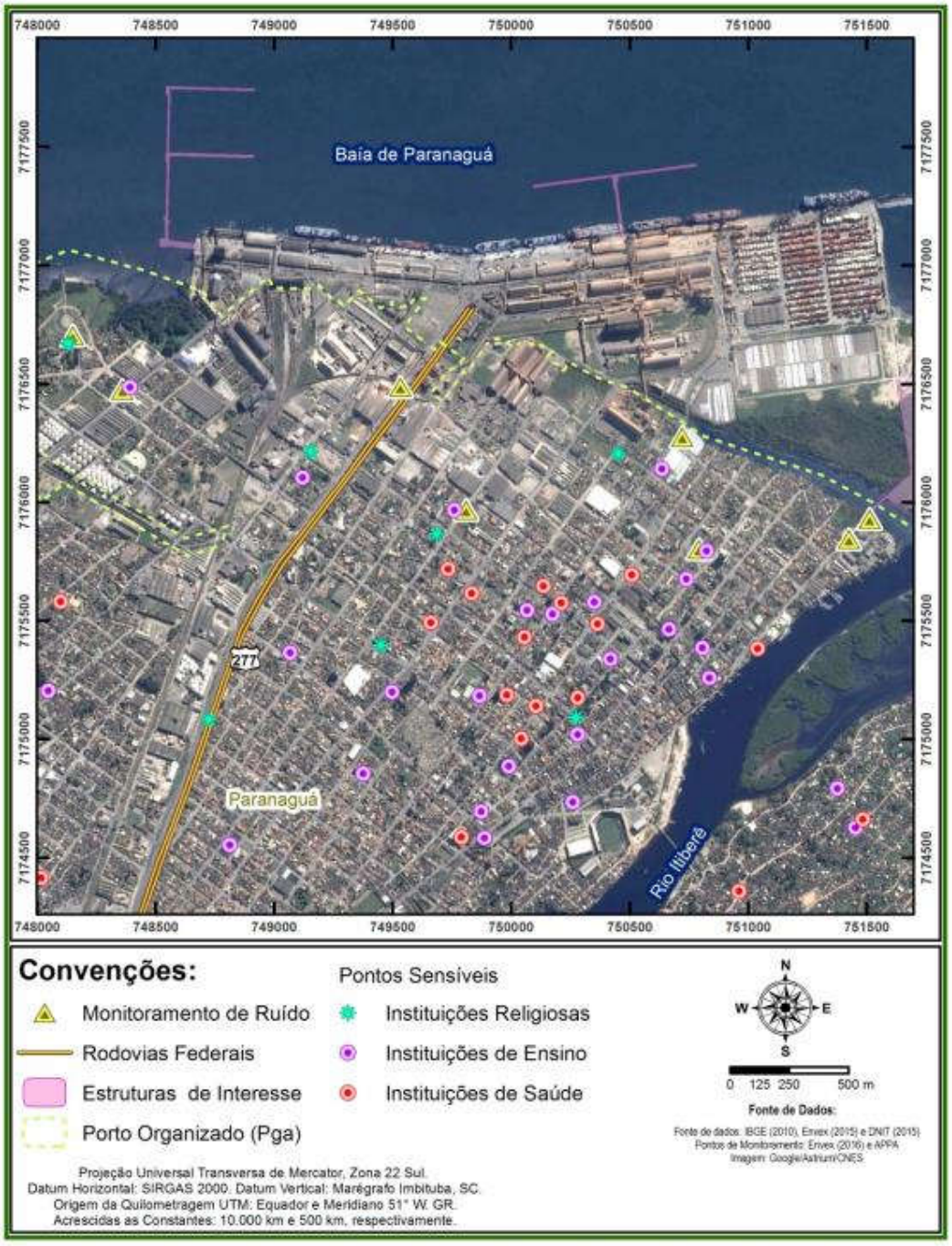
Desta forma, a fim de permitir um completo diagnóstico da área de estudo, os dados secundários aqui mencionados foram complementados com levantamento de dados primários realizado em campo, conforme descrito a seguir.

8.1.3.4 Levantamento de dados primários de níveis sonoros

Para maior detalhamento e atualização do diagnóstico de ruído, foi realizado o levantamento para diagnóstico dos níveis sonoros característicos da situação atual. A campanha ocorreu no dia 09/06/2016.

A localização dos pontos de monitoramento de ruído foi definida no interior da AEID, levando em conta a proximidade das futuras fontes sonoras da ADA com a comunidade, bem como a presença de pontos sensíveis nos arredores, como equipamentos públicos, residências, dentre outros.

A Figura 8.9 apresenta o levantamento de pontos sensíveis ao impacto do ruído, incluindo instituições de ensino (creches, escolas municipais, estaduais e particulares), instituições de saúde (hospitais, unidades de saúde, clínicas), e instituições religiosas (igrejas, templos, etc.). Os pontos marcados com triângulos são os pontos escolhidos para o levantamento de dados primários de monitoramento de ruído. A seleção dos pontos de monitoramento procurou privilegiar a avaliação nestes pontos críticos.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.9 – Levantamento dos pontos sensíveis ao impacto relacionado ao ruído na área de estudo, e pontos de monitoramento de ruído deste estudo.

A avaliação dos níveis sonoros resultantes e comparação com os NCA's propostos pela NBR 10.151:2000 levou em conta o zoneamento local para a definição da classificação de

cada ponto conforme a NBR 10.151:2000, conforme disposto na Lei Municipal Complementar 62/2000 e suas alterações.

8.1.3.4.1 Equipamentos utilizados

Para serem realizadas medições com grau satisfatório de qualidade são necessários instrumentos de medição confiáveis e calibrados. Dessa forma, foi preparado, para a campanha de monitoramento dos níveis de ruído atuais, o seguinte conjunto de equipamentos:

- Medidor de Nível de Pressão Sonora (sonômetro) com Filtro de Banda de Oitava e Terça de Oitava Solo *Black Edition*, da marca 01dB - Acoem. Este equipamento atende à NBR 10.151/2000 (Figura 8.10-a);
- Calibrador CAL21 classe 1, da marca 01dB - Acoem, com dois níveis de calibração e precisão de ±0,1 dB para calibrar o sonômetro antes e depois das medições. Este equipamento também atende à NBR 10.151/2000 (Figura 8.10-b);
- GPS de navegação GPSMap 62 S, marca GARMIN, para registro da localização e coordenadas dos pontos de amostragem (Figura 8.10-c).

Figura 8.10 – Sonômetro (a), Calibrador (b) e GPS de navegação (c).

Antes do início da campanha de medições o sonômetro foi calibrado, conforme registrado na Figura 8.11. Para a calibração, foi usado o calibrador CAL21 (Número de Série 35293397), que opera na faixa de 94 dB 1000 Hz, e atende às especificações da IEC 60942:1997. O procedimento de calibração do sonômetro é feito através do acoplamento do calibrador num nível de ruído definido (94 dB) e posterior regulagem do sonômetro para coincidência com o valor padronizado.

Figura 8.11 – Calibração do medidor de nível de pressão sonora.

Em conformidade à exigência da NBR 10.151/2000 tanto o medidor de nível de pressão sonora (sonômetro) e quanto o calibrador CAL 21 possuem calibração rastreável válida realizada por laboratório acreditado pelo INMETRO, conforme apresentado no Anexo.

O equipamento foi ajustado para calcular o LA_{eq} em cada ponto de medição, a partir de dados contínuos ao longo de 5 minutos, no método de resposta rápido (*Fast* – 8 hertz). Os registros a cada 1s (ao longo dos cinco minutos) de todas as medições realizadas foram simultaneamente armazenados na memória do sonômetro.

8.1.3.4.2 Método de determinação da pressão sonora

Para as campanhas de monitoramento, foi seguido o estabelecido pela norma brasileira NBR 10.151:2000. A norma exige que seja apresentado o nível de pressão sonora equivalente, $LA_{eq,T}$, ponderado em "A". Este nível é obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora referente a todo o intervalo de medição. Pode ser calculado, então, de acordo com a seguinte equação, conforme a NBR 16.131:2014:

$$L_{Aeq,T} = 10log_{10}\left[\frac{1}{T}\int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2}dt\right]$$

onde:

$L_{Aeq,T}$ é o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderado em A, expresso decibel (dB), lido em resposta rápida (fast) a cada 1 segundo, durante o tempo de medição;

$p_A\ (t)$ é a pressão sonora instantânea ponderada em A no instante t, expressa em pascal (Pa);

p_0 é a pressão sonora de referência ($p_0\ = 20\ \mu Pa$);

T é o tempo de integração.

O cálculo manual, todavia, não necessitou ser realizado visto que o equipamento utilizado, apresentado anteriormente, possui recursos para a medição e cálculo automático do nível de pressão sonora equivalente ponderado em "A", $LA_{eq,T}$.

8.1.3.4.3 Pontos de monitoramento e resultados

Previamente ao monitoramento, uma análise para a identificação de pontos acessíveis e representativos (proximidade de comunidades) foi realizada ainda em escritório. Para tanto se utilizou de bases cartográficas e do sensoriamento remoto. Todos os pontos foram alocados fora da poligonal do Porto Organizado de Paranaguá, a fim de avaliar a comunidade do seu entorno.

A definição dos pontos privilegiou locais considerados receptores sensíveis, conforme as normas NBR 10.151:2000 e 16.131:2014, como escolas e igrejas. Outros pontos foram escolhidos em locais próximo às futuras ampliações e novos terminais portuários objeto deste licenciamento, a fim de permitir o diagnóstico da situação atual, bem como futuras comparações com os níveis sonoros durante a operação do empreendimento.

A Tabela 8.1.23 apresenta a descrição dos pontos selecionados para monitoramento de ruído na região de influência do empreendimento, com destaque para a inclusão do referido zoneamento, definido na legislação municipal (Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo do Município de Paranaguá, instituído pela Lei Complementar nº 62/2007) e no Plano Diretor. É apresentado também o Nível de Critério de Avaliação (NCA) específico para cada local monitorado, para os períodos diurno e noturno.

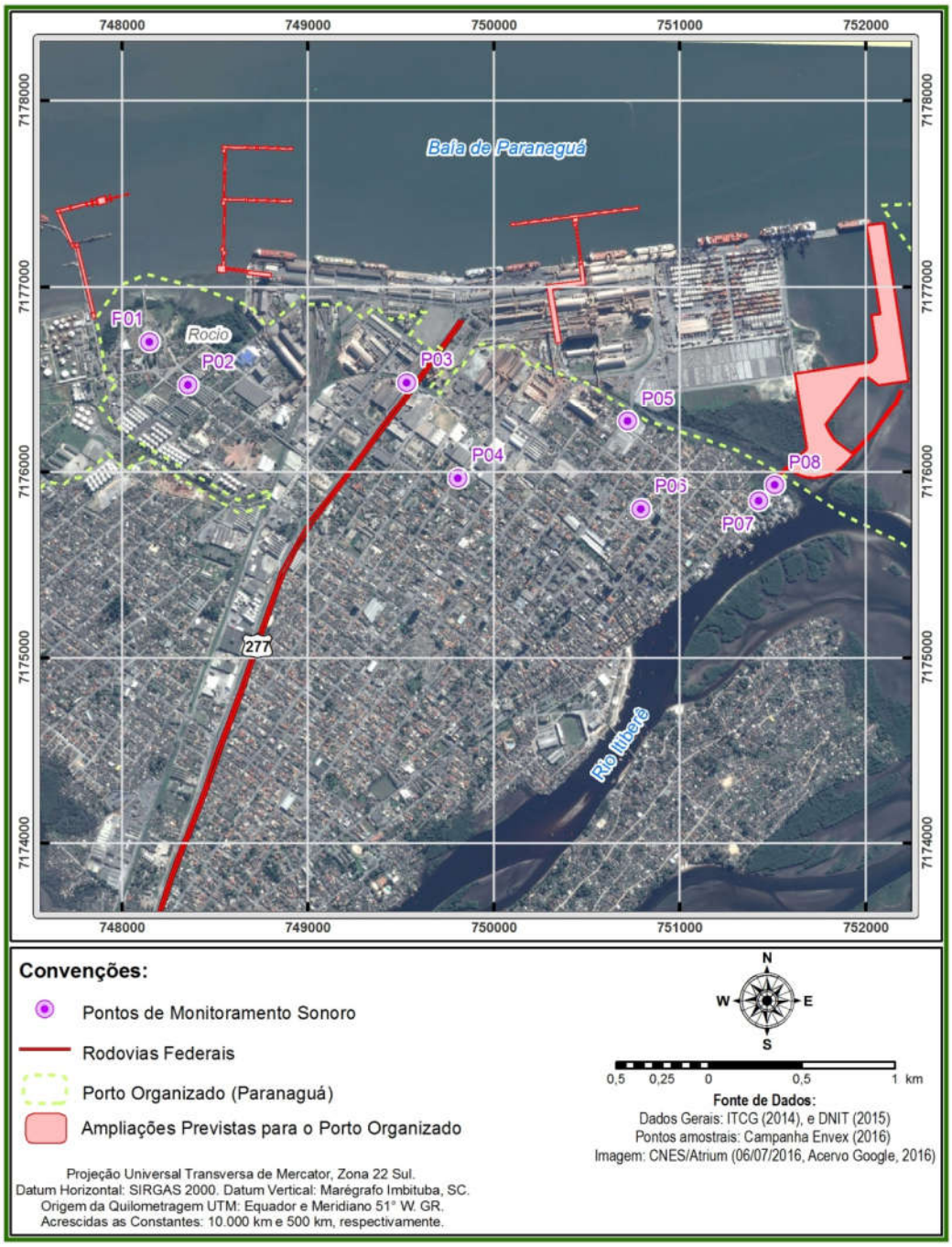
Tabela 8.1.23 – Descrição dos pontos de monitoramento sonoro.

Ponto	Descrição	Zoneamento	Tipo de área NBR 10.151	NCA (dB)		Coordenadas UTM SIRGAS
				Diu	Not	
P01	Na praça em frente ao Santuário do Rocio	ZPSR - Zona de proteção ao Santuário do Rocio	Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55	748.149 m E 7.176.706 m S
P02	Escola Mun. Pres. Costa e Silva.		Área de Escolas	50	45	748.358 m E 7.176.475 m S
P03	R. Antônio Pereira (BR277), cruzamento com a ferrovia.	ZIP - Zona de Interesse Portuário	Área predominantemente industrial	70	60	749.532 m E 7.176.487 m S
P04	Igreja Assembleia de Deus, R. Manoel Pereira.			70	60	749.808 m E 7.175.969 m S
P05	R. Manoel Correia, ponte ao lado da empresa COAMO, próximo ao TCP. Atual			70	60	750.721 m E 7.176.277 m S
P06	Escola Est. Helena V. Sundin.	ZRU - Zona de Requalificação Urbana	Área de Escolas	50	45	750.791 m E 7.175.803 m S
P07	Em frente à Marina da praticagem, bairro Oceania.		Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55	751.425 m E 7.175.846 m S
P08	Bairro Oceania, em frente ao Rio do Chumbo.			60	55	751.512 m E 7.175.931 m S

O mapa que ilustra os locais de monitoramento, bem como a poligonal do Porto Organizado é apresentado na Figura 8.12.

De acordo com o observado no mapa, os pontos P03, P04 e P05, por estarem localizados na Zona de Interesse Portuário, foram classificados como predominantemente industrial nos termos da NBR 10.151/2000. Já os pontos P07 e P08 foram classificados como área mista com vocação comercial e administrativa, por se situarem na ZRU - Zona de Requalificação Urbana. Esta foi a mesma classificação usada para o ponto P01, localizado na ZPSR - Zona de Proteção ao Santuário do Rocio. Além disso, devido ao fato dos pontos P02 e P06 estarem situados em frente a escolas, os padrões definidos pela norma são mais restritivos devido à natureza do local, por se tratar de uma área sensível.

A campanha de monitoramento de ruído deste diagnóstico foi realizada no dia 09/06/2016, e contemplou os períodos diurno e noturno em cada um dos pontos listados na Tabela 8.1.23. A duração de cada amostragem foi de 5 minutos. O procedimento de amostragem obedeceu às orientações da NBR 10.151:2000.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.12 – Pontos de monitoramento sonoro no entorno do empreendimento, onde foi realizado o levantamento de dados primários para este EIA.

Os níveis sonoros equivalentes resultantes ($LA_{eq,T}$) deste monitoramento são representados pelos gráficos de barras no Gráfico 8.1.23 e no Gráfico 8.1.24, para as medições realizadas no período diurno e noturno, respectivamente. Nestes gráficos também é mostrada a

comparação entre os resultados medidos e o Nível de Critério de Avaliação (NCA) estabelecido na referida norma brasileira, que é representado pelas linhas sólidas.

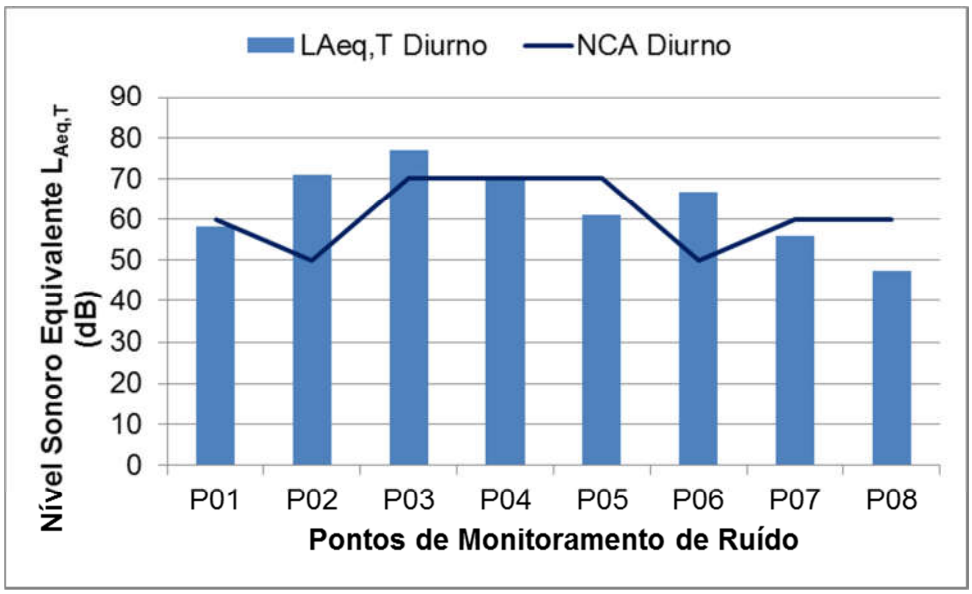


Gráfico 8.1.23 - Níveis Sonoros ($LA_{eq,T}$) referentes às medições realizadas no período diurno.

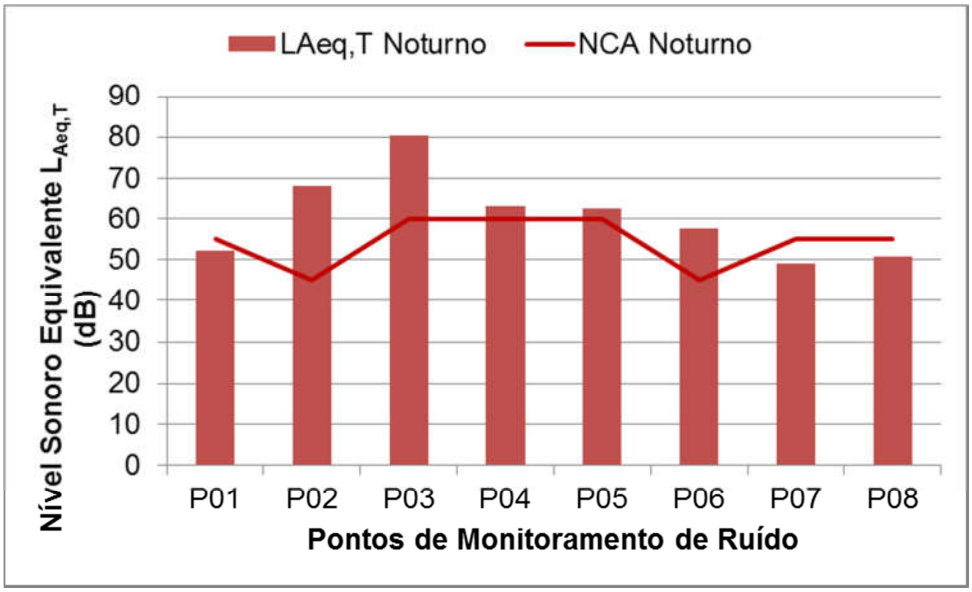


Gráfico 8.1.24 - Níveis Sonoros ($LA_{eq,T}$) referentes às medições realizadas no período noturno.

Os gráficos dos níveis sonoros resumidos nas figuras acima demonstram que os níveis atuais de ruído encontraram-se acima da legislação vigente para os pontos P02, P03, P04 e P06, em ambos os períodos. O ponto P05, localizado próximo à empresa COAMO, se

mostrou em desacordo com o NCA para o período noturno. Vale ressaltar que os pontos P03 a P05 se localizam na ZIP (Zona de Interesse Portuário), e, portanto não estão em área destinada a uso residencial.

Nestes pontos, o tráfego intenso – principalmente de caminhões – foi identificado como a fonte sonora predominante; principalmente nos pontos P02 (Escola Pres. Costa e Silva) e P03 (BR-277, cruzamento com a ferrovia), localizados em vias importantes que dão acesso ao Porto de Paranaguá. No ponto P04 (Igreja na R. Manoel Pereira), o ruído de fundo do tráfego das vias portuárias também teve influência, apesar de o movimento de veículos nesta rua ser pequeno. No ponto P06 (Escola Helena Sundin) a circulação de veículos também foi a principal fonte sonora, porém neste local o tráfego tem maior participação de veículos leves.

Já no ponto P01, localizado no Santuário do Rocio, o nível sonoro atendeu ao nível máximo permitido pela NBR 10.151, que neste caso é de 60 dB para o período diurno e 50 dB para o período noturno. Apesar da proximidade com o Porto, durante o monitoramento neste local o ruído das atividades portuárias teve pouca influência. Os níveis sonoros também atenderam a estes limites nos pontos P07 e P08, localizados a oeste do Porto de Paranaguá, em área residencial. Neste local o ruído do porto é perceptível, mas é atenuado pela distância e pela presença de extensa área vegetal.

De acordo com a Tabela 8.1.24, conforme já mencionado, verificou-se que apenas nos pontos P01, P07 e P08 o nível sonoro atendeu aos limites máximos permitidos pela NBR 10.151:2000 em ambos os períodos, e o P05 no período diurno. Os pontos P02 e P06, por estarem localizados em áreas de escolas com limites de níveis sonoros mais restritivos, apresentam uma maior diferença com relação ao NCA da NBR 10.151:2000.

Tabela 8.1.24 – Comparação dos níveis sonoros do período diurno com os limites máximos estabelecidos pela NBR 10.151/2000.

Ponto	Período Diurno				Período Noturno			
	$LA_{eq,T}$*	NCA**	NCA***	Situação	$LA_{eq,T}$*	NCA**	NCA***	Situação
	dB	dB	dB		dB	dB	dB	
P01	58,1	60	-1,9	DA	52,3	55	-2,7	DA
P02	70,9	50	20,9	ED	68,2	45	23,2	ED
P03	76,9	70	6,9	ED	80,2	60	20,2	ED
P04	70,5	70	0,5	ED	63,1	60	3,1	ED
P05	61,1	70	-8,9	DA	62,5	60	2,5	ED
P06	66,7	50	16,7	ED	57,5	45	12,5	ED
P07	56,0	60	-4,1	DA	48,9	55	-6,1	DA
P08	47,2	60	-12,8	DA	50,7	55	-4,3	DA

* Nível de pressão sonora equivalente expresso na banda A.
** Nível de critério de avaliação da NBR 10.151:2000. *** Diferença entre o NCA e o $LA_{eq,T}$.
ED = Em Desacordo, com base no zoneamento urbano definido pela Lei Complementar nº 2623/05
DA = De Acordo, com base no zoneamento urbano definido pela Lei Complementar nº 2623/05.

Para a contextualização de cada medição dos níveis de ruído, faz-se necessário uma descrição da localização de cada um dos pontos, bem como das condições locais no momento do monitoramento. Assim, os resultados individuais, as estatísticas de cada monitoramento, bem como as fontes que mais influenciaram nos níveis sonoros são apresentados no Apêndice deste relatório.

Em resumo, este diagnóstico apontou que a área de estudo atualmente já apresenta níveis sonoros elevados, principalmente em função das atividades características da área portuária próxima: tráfego rodoviário intenso de veículos pesados, e movimentação de cargas diversas em grande quantidade.

Os potenciais impactos da ampliação do Porto de Paranaguá são detalhados no Prognóstico. Mas de forma resumida prevê-se que, com a operação dos novos terminais objeto deste licenciamento ambiental, haverá aumento da capacidade de movimentação do Porto, e consequente crescimento no tráfego relacionado a esta atividade, que é a fonte sonora mais relevante. Portanto, prevê-se que haverá aumento dos níveis sonoros na área de estudo em geral, com destaque para os pontos de monitoramento localizados nas principais vias de acesso ao Porto e aos novos terminais: principalmente os pontos P02, P03, P05, P07 e P08.

É provável que os níveis sonoros nos pontos P07 e P08 sejam afetados pela operação do Complexo Náutico.

Desta forma, deve ser mantido o monitoramento dos níveis sonoros durante a construção e operação do empreendimento, e se necessário deve ser revisado o zoneamento destas áreas, adequando-as com o uso pretendido para a área, e adotando medidas de controle para o impacto sonoro, quando relevante.

8.1.3.5 Levantamento de dados primários de vibrações

Com relação a vibrações, não há dados secundários disponíveis nos diversos estudos ambientais já realizados na região de estudo. Portanto, para compor o diagnóstico ambiental do EIA da ampliação do Porto de Paranaguá, foi realizada uma campanha de levantamento de dados primários referentes a vibrações.

O monitoramento de vibrações e da pressão acústica foi realizado no dia 13/06/2016 em três pontos, selecionados dentre os mesmos pontos do monitoramento de ruído: P02, P03 e P07, distribuídos pelas proximidades da ADA do empreendimento.

Para a realização destas medições, foi utilizado o seguinte equipamento, o qual fora devidamente calibrado pelo fabricante no dia 15/10/2015: Sismógrafo modelo SSU 3000-EZ PLUS, da fabricante Geosonics-Vibratech, com geofone externo para medição de vibrações no solo, e microfone para medição da pressão acústica (vibração transmitida pelo ar), mostrado na Figura 8.13.

Figura 8.13 – Sismógrafo com geofone e microfone.

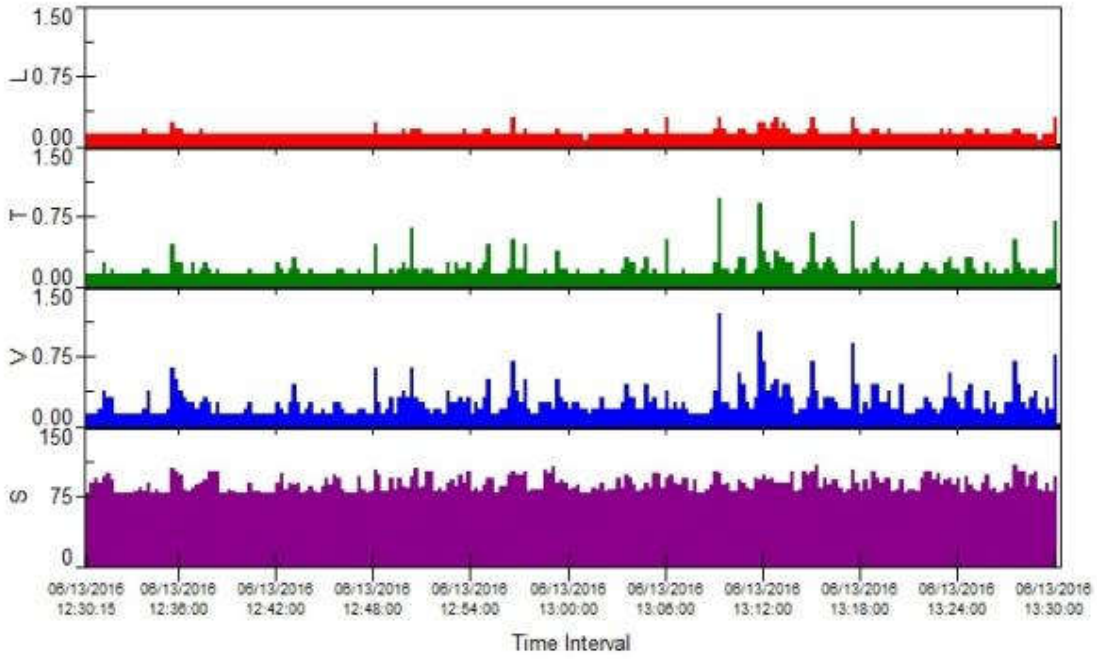
Para a área de estudo, a vibração a ser analisada é do tipo contínua, gerada principalmente pelo tráfego veicular. Por isso, o equipamento foi configurado para registrar as vibrações no

modo de histograma, registrando médias a cada 15 segundos nas três direções. Nos pontos P02 e P03 a duração total da amostragem foi de 1 hora, e no ponto P07, foi de meia hora, devido à pequena variação e magnitude da vibração observada no local.

Os resultados obtidos em cada ponto de monitoramento, bem como o registro fotográfico durante o monitoramento, são mostrados nas tabelas que se seguem: ponto P02 – Escola Municipal Pres. Costa e Silva (Tabela 8.1.25); P03 – Av. Ayrton Senna (BR-277), cruzamento com a ferrovia (Tabela 8.1.26); P07 – Bairro Oceania, em frente à Marina, R. Benjamin Constant (Tabela 8.1.27). Os gráficos apresentam os resultados de velocidade de vibração da partícula (PPV) e respectivas frequências (Hz) para os três eixos: L – Longitudinal; T - Transversal; e V – Vertical.

Tabela 8.1.25 – Resultado do monitoramento de vibrações no ponto P02.

Ponto:	P02	**Descrição do ponto:**		Escola Mun. Pres. Costa e Silva, Av. Bento Rocha.			
Intervalos:	15 s	**Condições meteorológicas:**		Céu claro, temperatura moderada, calmaria.			
Início:	12:30	**Fim:**	13:30	**Duração:**	1 hora	**Data:**	13/06/2016

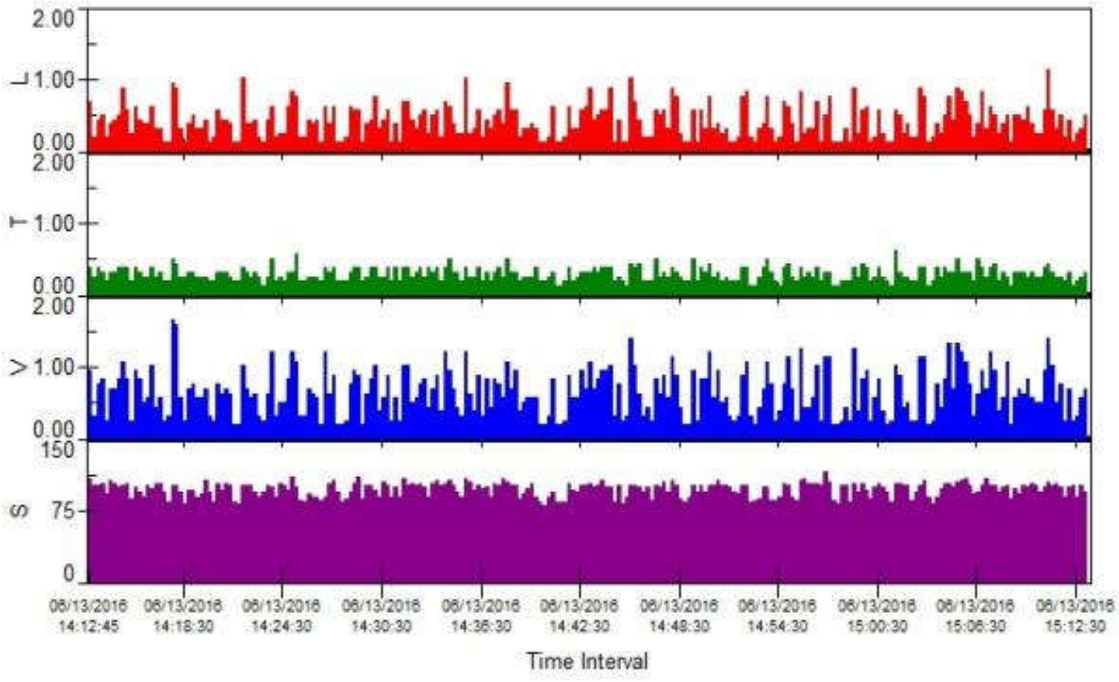


Resultados	L - Longitudinal	T - Transversal	V - Vertical
PPV (mm/s)	0,32	0,95	1,21
Freq. (Hz)	13,9	12,5	9,4

Principais fontes de vibração e Contagem de veículos durante o monitoramento:	Tráfego intenso na Av. Bento Rocha . Carros (253), Caminhões (120), Motos (99), ônibus (6).

Tabela 8.1.26 – Resultado do monitoramento de vibrações no ponto P03.

Ponto:	P03	**Descrição do ponto:**	Av. Ayrton Senna (BR277), cruzamento com a ferrovia.				
Intervalos:	15 s	**Condições meteorológicas:**	Céu claro, temperatura moderada, calmaria.				
Início:	14:12	**Fim:**	15:12	**Duração:**	1 hora	**Data:**	13/06/2016

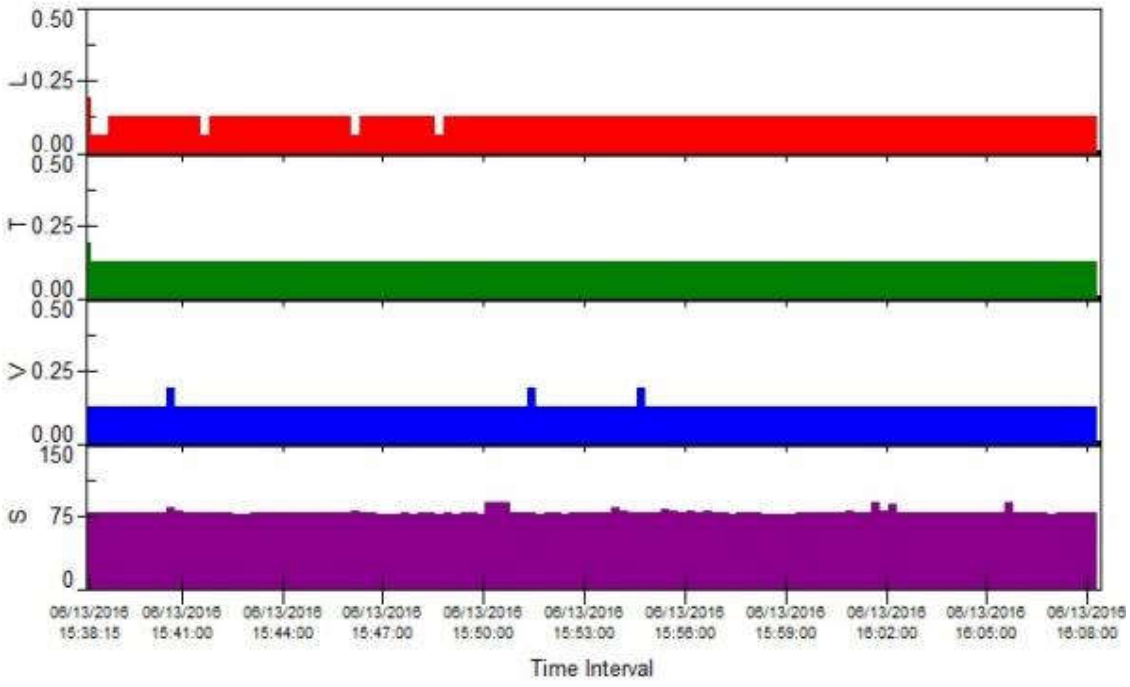


Resultados	L - Longitudinal	T - Transversal	V - Vertical
PPV (mm/s)	1,14	0,64	1,65
Freq. (Hz)	20	12,8	12,2

Principais fontes de vibração e Contagem de veículos durante o monitoramento:	Tráfego intenso na BR-277. Ocorre intensa vibração aos veículos cruzarem os trilhos. Carros (326), Caminhões (290), Motos (80), ônibus (3).

Tabela 8.1.27 – Resultado do monitoramento de vibrações no ponto P07.

Ponto:	P07	**Descrição do ponto:**	Bairro Oceania, em frente à Marina, R. Benjamin Constant				
Intervalos:	15 s	**Condições meteorológicas:**	Céu claro, temperatura moderada, calmaria.				
Início:	15:38	**Fim:**	16:08	**Duração:**	30 min	**Data:**	13/06/2016



Resultados	L - Longitudinal	T - Transversal	V - Vertical
PPV (mm/s)	0,19	0,19	0,19
Freq. (Hz)	0,4	1,3	10,6

Principais fontes de vibração:	Local mais tranquilo, pouco tráfego; Carros (6), Moto (1). Perceptíveis pequenos ruídos de motor de barcos e portão da marina.

A Tabela 8.1.28 apresenta o resumo dos resultados de velocidade de vibração da partícula (PPV) e respectivas frequências (Hz) para os três eixos: L – Longitudinal; T - Transversal; e V – Vertical, para cada ponto de monitoramento.

Tabela 8.1.28 – Resumo dos resultados do monitoramento de vibração realizado no dia 13/06/2016 na área de estudo.

Ponto	Local	Hora		Resultado nos Eixos		
				L - Longitudinal	T - Transversal	V - Vertical
P02	Escola Pres. Costa e Silva	12:30	**PPV (mm/s)**	0,32	0,95	1,21
			Freq. (Hz)	13,9	12,5	9,4
P03	Av. Ayrton Senna x ferrovia	14:12	**PPV (mm/s)**	1,14	0,64	1,65
			Freq. (Hz)	20	12,8	12,2
P07	Bairro Oceania, em frente à Marina	15:38	**PPV (mm/s)**	0,19	0,19	0,19
			Freq. (Hz)	0,4	1,3	10,6

A avaliação deste resultado indica que a intensidade de vibrações contínuas é mais elevada nos pontos caracterizados por locais de tráfego intenso de veículos – principalmente o ponto P03. O destaque é para a vibração no eixo vertical, que foi a de maior magnitude dentre as direções. Verifica-se que no ponto P07, localizado em área de pouco tráfego, as vibrações foram insignificantes, sendo que a média do período de meia hora não ultrapassou o limite mínimo de quantificação do sismógrafo (0,19 mm/s).

A legislação federal e estadual não estipula regras ou limites para a emissão de vibrações contínuas, tais quais as estudadas neste caso. A única referência deste tipo no Brasil é a Decisão da Diretoria da CETESB Nº 215/2007/E, de 07 de novembro de 2007, que dispõe sobre a sistemática para a avaliação de incômodo causado por vibrações geradas em atividades poluidoras. Apesar de ser aplicável apenas ao Estado de São Paulo, esta normativa é citada aqui apenas para fins comparativos e de referência, sem qualquer valor legal.

De acordo com esta Decisão da CETESB, para áreas predominantemente residenciais e para áreas de escolas, o limite da Velocidade de Vibração de Partícula – Pico sugerido é 0,3 mm/s. Este é o caso dos pontos P02 e P07. Já para o P03, que pode ser considerado como área industrial, o valor é 0,5 mm/s. Estes são valores bastante restritivos; ainda assim, no ponto P07, estes limites foram atendidos, por se tratar de local onde não há atividades geradoras de vibrações relevantes ao solo.

Já nos pontos P02 e P03, os resultados do monitoramento superaram os valores de referência da CETESB, para os três eixos, especialmente o eixo vertical. Estas vibrações são principalmente causadas pelo atrito dos pneus dos veículos com a pista, e são aumentadas em locais onde o pavimento é irregular, como é o caso do P03. Neste local há a presença dos trilhos de trem na pista, que devem ser atravessados pelos veículos, aumentando a trepidação.

Entretanto, vale ressaltar que a própria DD 215/2007/E esclarece que “os limites são valores de referência para avaliação do incômodo”. Ou seja, em locais onde não há população ou outros receptores sensíveis que possam ser impactados pelo incômodo, não há necessidade de realização de medidas de controle.

Este diagnóstico serviu para avaliar a situação atual da emissão de vibrações contínuas na área de estudo. Futuramente os resultados aqui registrados podem ser comparados com futuros monitoramentos, a fim de verificar se as atividades da expansão do Porto irão influenciar nesta situação. É provável que haja alteração da situação principalmente no ponto P07, que atualmente é um local com tráfego insignificante, mas que será alterado com a implantação do Complexo Náutico.

8.1.4 Geologia

8.1.4.1 Metodologia aplicada

A caracterização geológica é centrada em dados existentes para o estado paranaense e para a área de drenagem da Baía de Paranaguá, onde está inserida a área de estudo para determinação da área de influência indireta (AEII) considerada para o meio físico. Nesse sentido, a caracterização foi desenvolvida a partir da descrição da geologia regional, com base no Mapa Geológico do Paraná (MINEROPAR, 2005).

Para a geologia local, também foi considerado o Mapa Geológico do Paraná (MINEROPAR, 2005), além de dados adquiridos nos poços de monitoramento implantados para a caracterização de águas subterrâneas.

Por fim, compondo a caracterização geológica da área de estudo, buscou-se a identificação dos processos minerários incidentes, a fim de se identificar possíveis conflitos de ocupação do espaço necessário para o empreendimento, bem como áreas fontes de substâncias úteis e próximas para o emprego nas obras de ampliação do empreendimento.

O levantamento de todos os processos minerários considerou aqueles vigentes no dia 28 de junho de 2016. Os dados foram obtidos em arquivo *shapefile*, disponível pelo Sistema de Informações Geográficas de Mineração (SIGMINE), do site do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). A espacialização desses dados para permitir a análise foi executada em ambiente SIG, utilizando-se do *software* ArcGIS 10.

8.1.4.2 Geologia regional

Com base na Carta Geológica de Curitiba (MINEROPAR, 2005), nas áreas de estudo para determinação das áreas de Influência do meio físico ocorrem rochas datadas desde o Arqueano/Proterozoico Inferior até sedimentos recentes, do Mioceno e do Holoceno.

De forma geral, as rochas mais antigas da região (Arqueanas, Proterozoicas e Cambrianas) afloram no hemisfério ocidental da AEII, em zonas elevadas que correspondem à Serra do Mar e ao Primeiro Planalto Paranaense. Rochas Mesozoicas, representadas por diques básicos e intermediários de orientação NW-SE, cortam as unidades mais antigas.

Os sedimentos recentes ocorrem majoritariamente no hemisfério oriental e subordinadamente no hemisfério ocidental da AEII formando o canal estuarino e a Planície Flúvio-Marinha (Anexo I – Mapa 10 - Mapa Geológico Regional), predominando nos recortes espaciais considerados para a AEID e ADA.

8.1.4.3 Escudo Cristalino

No interior dos limites das área de estudo para determinação das áreas de influência do meio físico, o Escudo Cristalino reúne oito unidades geológicas, que são constituídas, principalmente, por rochas metamórficas de alto grau e ígneas intrusivas e, subordinadamente, por uma sequência Vulcano-sedimentar. Tais unidades são apresentadas resumidamente nos subitens a seguir, de acordo com o Mapa Geológico do Paraná (MINEROPAR, 2005).

8.1.4.3.1 Complexo Serra Negra (APIsn)

O Complexo Serra Negra data do Arqueano/ Proterozoico Inferior e é constituído pelos seguintes litotipos: enderbitos, opdalitos, granulitos gnáissicos, charnockitos, gnaisses,

kinzigitos, dioritos, tonalitos e granodioritos gnáissicos indiferenciados, retrometamorfizados e localmente migmatitizados.

8.1.4.3.2 Complexo Metamórfico Indiferenciado (APIrm)

O Complexo Metamórfico Indiferenciado data do Arqueano/ Proterozóico Inferior e é constituído por biotita-muscovita xistos e clorita-biotita-muscovita xistos, com ocorrências locais de quartzo xistos e quartzitos.

8.1.4.3.3 Complexo Cachoeira (APIc)

O Complexo Cachoeira data do Arqueano/ Proterozóico Inferior e é constituído por rochas metassedimentares e metamórficas de médio a alto grau. Nas áreas de estudo para determinação das áreas de influência do meio físico ocorrem as seguintes subunidades:

- APIca - anfibolitos, metabasitos e metaultrabasitos, gnaisses indiferenciados;
- ACIgm - xistos e quartzitos, parcialmente migmatizados;
- ACImq - magnetita quartzitos;
- APIcq - quartzitos, quartzo xistos, metarenitos e metarcósios, com intercalções de xistos e metacherts;
- APIcxm - xistos magnesianos, anfibolitos, metabasitos, metaultrabasitos, gnaisses e ectnitos parcialmente migmatizados.

8.1.4.3.4 Complexo Gnáissico-Migmatítico (APImg)

O Complexo Gnáissico-Migmatítico data do Arqueano/ Proterozóico Inferior e é constituído por rochas metamórficas e ígneas. Nas áreas de estudo para determinação das áreas de influência do meio físico ocorrem as seguintes subunidades:

- APImga - gnaisses, migmatitos estromaticos e xistos;
- APImgc - gnaisses cataclasados, gnaisses graníticos e migmatitos cataclasados;
- APImge - migmatitos estromáticos com paleosoma de gnaisse, xisto, ultrabasito, metabasito e anfibolito;
- APImgi - migmatitos indiferenciados, anfibolitos, veios de quartzo-feldspáticos, localmente pegmatitos e granitos;

- APImgm - migmatitos com paleosoma de gnaisse, localmente com quartzitos;
- APImgr - granitos gnáissicos e anatexitos, incluindo biotita-anfibólio tolanitos e biotita-anfibólio granodioritos.

8.1.4.3.5 Complexo Granítico-Gnáissico (APIg)

O Complexo Granítico-Gnáissico data do Arqueano/ Proterozoico Inferior. Dentro das as de estudo para determinação das áreas de influência do meio físico ocorrem as seguintes subunidades:

- APIg3 - Granito Miringuava ou São José dos Pinhais;
- APIg7 - Granito Faxinal;
- APIg8 - Granito Serra Canavieira.

8.1.4.3.6 Suíte Álcali-Granitos (P€)

A Suíte de Álcali-Granitos data do Proterozoico Superior/ Cambriano. Dentro das Áreas de Influência do meio físico ocorrem os seguintes corpos graníticos:

- P€ 1 - Granito Anhangava;
- P€ 2 - Granito Graciosa;
- P€ 4 - Granito Rio do Salto;
- P€ 6 - Granito Marumbi;
- P€ 7 - Granito Serra da Igreja.

8.1.4.3.7 Formação Guaratubinha (€g)

A Formação Guaratubinha é uma sequência Vulcano-sedimentar datada do Período Cambriano. Dentro das Áreas de Influência do meio físico ocorrem as seguintes subunidades:

- Ega - Sequencia vulcânica ácida: riolitos, tufos e brechas;
- Egg - Diques de riolito pórfiro, felsito e microgranito;
- Egm - Granófiros, granitos pórfiros, quartzo pórfiros, e microgranitos;
- Egs - Sequência sedimentar: arcosios, siltitos, argilitos e conglomerados.

8.1.4.3.8 Intrusivas Mesozoicas (JKb)

As rochas intrusivas Mesozoicas datam dos Períodos Jurássico e Cretáceo e ocorrem na forma de um denso enxame de diques de rochas básicas e intermediárias, com direção preferencial NW-SE. Os diques são compostos por três litotipos principais:

Diabásios: rochas de granulação fina à média, melanocráticas com tonalidades de cinza-escuro a preto;
Microdioritos: rochas de granulação fina à média e tonalidade cinza;
Diorito-pórfiros: rochas com textura porfirítica, contendo grandes fenocristais de plagioclásio, ocorrem em diques de grande espessura (superiores a 50 m).

Os diques foram gerados a partir de um evento tectônico, de caráter rúptil e distensivo, que culminou com a abertura do Oceano Atlântico Sul (ALMEIDA, 1976). Neste evento, houve reativação de estruturas crustais pré-existentes, como falhas e fraturas, que serviram de conduto às lavas básicos de um dos maiores derrames basálticos do planeta, que deu origem à Formação Serra Geral.

8.1.4.4 Cobertura Sedimentar Cenozoica

Os sedimentos cenozoicos da região litorânea do Estado do Paraná foram agrupados por Angulo (1992) em dois tipos principais: continentais e costeiros, com idades desde o Mioceno Inferior até o Holoceno, incluindo ambientes de sedimentação atuais. Angulo (2004) propôs a seguinte subdivisão:

Sedimentos Continentais

- Formação Alexandra (Mioceno Inferior)
- Leques e cones aluviais (Plio-quaternário)
- Tálus (Quaternário)
- Colúvios (Quaternário)
- Sedimentos Fluviais (Quaternário)

Sedimentos Costeiros

- Planície Costeira com Cordões Litorâneos (Pleistoceno Superior e Holoceno)

- Planícies Peloestuarinas (Pleistoceno Superior e Holoceno)
- Dunas (Holoceno)
- Planícies de Maré Atuais
- Fundos Rasos Atuais
- Deltas de Maré Atuais
- Depressões Intercordões Atuais
- Praias Atuais

8.1.4.4.1 Formação Alexandra (Mioceno Inferior)

A Formação Alexandra foi originalmente proposta por Bigarella *et al.* (1959) para designar depósitos sedimentares continentais que ocorrem no litoral paranaense próximo à Vila de Alexandra.

Angulo (1992), ao realizar uma extensa revisão bibliográfica acerca do tema, salienta que até então haviam sido incluídos nesta unidade sedimentos de caráter muito diverso, que dificilmente poderiam ser considerados como pertencentes a uma única formação.

Segundo Angulo (1995), os depósitos da Formação Alexandra ocorre em colinas isoladas, niveladas topograficamente em altitudes em torno de 30 m. Os tipos principais de sedimentos que a constituem são areias arcoseanas e lamas e, subsidiariamente, cascalhos, argilas e, num único afloramento, uma camada de linhito. As cores predominantes dos sedimentos são cinza esverdeado e vermelho, sendo que as lamas também apresentam tons azulados ou violáceos. Nos sedimentos mais intemperizados, as cores tendem para o vermelho, laranja e amarelo.

Lima & Angulo (1990), com base no conteúdo palinológico da camada linhítica, posicionaram os depósitos da Formação Alexandra no Mioceno Inferior.

8.1.4.4.2 Leques e Cones Aluviais (Plio-quaternário)

Os leques e cones aluviais incluídos nesta unidade apresentam sua morfologia preservada total ou parcialmente e ocorrem associados às grandes vertentes da Serra do Mar (ANGULO, 1995). Essa unidade inclui os sedimentos da Formação Iquererim definida por Bigarella *et al.* (1961).

Os leques e cones formam-se onde uma drenagem secundária alcança a planície costeira ou o vale do rio principal. Angulo (1995) observou que a ocorrência de leques é mais frequente onde as rochas do embasamento são graníticas ou migmatíticas.

Os leques e cones aluviais apresentam morfologia semelhante, distinguindo-se pela sua inclinação. Tem raio entre 100 m e 400 m e declives entre 2º e 20º, sendo que os que possuem declives superiores a 10º se enquadrariam na categoria de cones de Rapp e Fairbridge (1968).

Em vários locais, é possível distinguir três gerações de leques, sendo as gerações mais dissecadas aquelas localizadas a montante. Essas três gerações já tinham sido identificadas por Bigarella *et al.* (1961), quando da definição da Formação Iquererim. Nos leques maiores, geralmente, o canal fluvial principal está encaixado e retrabalha os depósitos do leque, evidenciando o predomínio da erosão vertical do canal fluvial, sugerindo que a dinâmica atual é diferente da que originou os depósitos do leque.

Em superfície, os sedimentos dos leques definem uma superfície suavemente inclinada, com grandes blocos esparsos. Em diversos locais, esses sedimentos jazem sobre uma superfície irregular das rochas de embasamento e apresentam espessuras variáveis, sendo a maior observada de 10 m.

Segundo Bessa Jr. (1996), os leques são constituídos por areias arcoseanas, lamas, cascalhos clasto-suportados e matriz-suportados, com estruturas de escavação e preenchimento, estratificação cruzada acanalada e tabular, estratificação plano-paralela, granodecrescência ascendente, pelotas de argila e restos vegetais.

A datação de duas amostras de restos vegetais forneceram idades de 13.850 ± 120 anos A.P. e 8.330 ± 80 anos A.P., ou seja, do final do Pleistoceno e início do Holoceno. Contudo, evidências geomorfológicas indicam a existência de pelo menos três gerações de leques e os mais antigos podem, segundo Angulo (1995), alcançar o Plioceno.

8.1.4.4.3 Tálus (Quaternário)

No sopé das vertentes mais íngremes da Serra do Mar, frequentemente, ocorrem acúmulos de sedimentos, cujas superfícies de deposição apresentam-se na forma de rampas de forte inclinação. Essas rampas não apresentam evidências de processos fluviais, ocorrendo aparentemente um predomínio do processo de queda de detritos. Em alguns casos, as

rampas apresentam ravinamento com padrão paralelo e não radial, como nos leques. Os sedimentos que formam essas rampas íngremes são interpretados como depósitos de tálus (ANGULO, 1992; 1995).

8.1.4.4.4 Colúvios (Quaternário)

Os colúvios correspondem aos sedimentos associados às vertentes da Serra do Mar nos quais não se observam evidências de transporte por fluxos de baixa viscosidade. Predominam nos colúvios os sedimentos finos com proporções variáveis de areia e seixos, geralmente, sem estruturas. Os seixos podem estar dispersos na matriz ou concentrados em níveis ou linhas (*stone lines*). É frequente a superposição de colúvios, com características texturais ou de coloração diferentes, e possibilidade de ocorrência de solos enterrados. Alguns colúvios parecem ter sido originados por processos de movimentos de massa lentos, envolvendo o manto de intemperismo, porém, as linhas de seixos e os solos enterrados atestam a complexidade de sua evolução (ANGULO, 2004).

8.1.4.4.5 Sedimentos Fluviais (Quaternário)

Os sedimentos fluviais estão amplamente distribuídos em toda a região litorânea do Paraná. Em cada tipo de paisagem, as planícies aluviais e os canais fluviais apresentam características distintas. Na Serra do Mar, os rios são encaixados, com padrão retilíneo e planícies aluviais estreitas. Um tipo particular de planície aluvial, frequente na Serra do Mar, são as planícies de soleira, formadas a montante de obstáculos no curso fluvial, constituídos por rochas mais resistentes. Na planície costeira, uma das principais características é a desproporção entre o tamanho da planície aluvial e o do canal fluvial. Segundo Angulo (1992b), trata-se de rios desproporcionados, originados pelo afogamento de grandes vales fluviais escavados durante períodos de mar baixo e afogados durante os períodos de mar alto. Outra característica dos rios da planície é a mudança do padrão do canal ao longo do seu curso, que, segundo Ângulo (1992b), estaria associada aos diferentes níveis de base do rio durante o Quaternário, decorrentes das variações do nível do mar.

As principais fácies observadas foram: cascalhos clasto-suportados, com grânulos até matacões, imbricações e estruturas de corte e preenchimento de canal; areias pobremente e muito pobremente selecionadas, com estratificações cruzadas acanaladas; e argilas maciças (ANGULO, 1992b).

Os sedimentos fluviais ocorrem em terraços nas planícies aluviais atuais que podem ser atribuídos ao Quaternário. Ângulo (1992b) identificou, por meio da morfologia, planícies aluviais anteriores e posteriores à transgressão pós-glacial, sendo portanto as primeiras do Pleistoceno e as últimas do Holoceno.

8.1.4.4.6 Planícies Costeiras com Cordões Litorâneos (Pleistoceno Superior e Holoceno)

As planícies costeiras com cordões litorâneos são uma das feições mais marcantes do litoral brasileiro, sendo que no litoral paranaense se estendem ao longo de toda sua costa. Essas planícies formaram-se como consequência das oscilações do nível relativo do mar durante o Quaternário, estando os cordões litorâneos relacionados a antigas linhas de praia.

As planícies com cordões litorâneos são constituídas por areias finas e muito finas, moderada a muito bem selecionadas e assimetria predominantemente negativa (BIGARELLA *et al.*, 1978; TESSLER e SUGUIO 1987; ANGULO 1992a,b). Os sedimentos dessa unidade podem apresentar teores de finos de até 20%, que Ângulo (1992a,b) interpretou como de origem epigenética, principalmente pedogenética.

Ângulo (1992a,b) identificou estratificação cruzada de baixo ângulo; estratificação cruzada acanalada, tangencial, sigmoide, planar e truncada por ondas; estrutura de corte e preenchimento de canal; laminação cruzada de marcas onduladas simétricas e assimétricas; laminação convoluta e diversos tipos de bioturbações, destacando-se os tubos (*Ophiomorpha*) atribuídos a. *Callichirus* major. Os depósitos foram interpretados como formados principalmente em ambiente de ante praia (*foreshore*) e face litorânea superior (*upper shore face*).

Características morfológicas e datações 14C permitiram distinguir planícies correspondentes a pelo menos dois eventos transgressivo-regressivos, um do Pleistoceno Superior e outro do Holoceno (MARTIN & SUGUIO, 1986; MARTIN et al, 1988; ANGULO, 1992b; LESSA et al, 2000).

8.1.4.4.7 Planícies Paleoestuarinas (Pleistoceno Superior e Holoceno)

Os sedimentos paleoestuarinos encontram-se amplamente distribuídos no litoral paranaense, não apresentando alinhamentos visíveis, ocorrendo em áreas planas com altitude inferior a 7 m. As planícies paleoestuarinas são predominantemente constituídas por

areias e subordinadamente por areias argilosas, areias siltosas e siltes argilo-arenosos, sendo que a seleção varia entre muito bem e muito pobremente selecionados (ANGULO, 1992).

Tais sedimentos podem ser interpretados como depositados em ambiente estuarino ou lagunar. Sedimentos com estratificação ondulada e bioturbações sugerem ambiente de planície de maré e sedimentos argilo-arenosos com abundantes conchas, corresponderiam à parte inferior da planície de maré ou fundos rasos (ANGULO, 1992b; ANGULO & ABSHER, 1992).

Datações 14C realizadas em concha de moluscos fornecem idades inferiores a 6.000 anos A.P. (BIGARELLA, 1971; BIGARELLA & BECKER, 1975; MARTIN et al, 1988), o que corresponde ao último ciclo transgressivo-regressivo do Holoceno. Em contrapartida, a datação de um fragmento de tronco forneceu idade além do alcance do 14C (> 40.000 anos A.P., CENA-121), o que permite atribuir os depósitos ao ciclo transgressivo-regressivo do último interglacial no Pleistoceno (ANGULO et al, 2002).

8.1.4.4.8 Dunas (Holoceno)

Em seu trabalho pioneiro sobre o litoral paranaense, Bigarella (1946) descreveu as dunas costeiras. Posteriormente, outros autores acrescentaram informações sobre as dunas do litoral paranaense (ANGULO 1993a).

Os sedimentos eólicos que ocorrem na costa do Paraná próximos ao litoral constituem feições que podem ser denominadas, genericamente, de cordões dunares costeiros, identificando-se, assim, sua configuração linear, sua origem eólica e sua relação geográfica e genética com a costa (ANGULO 1993a). Os cordões podem ser agrupados em dois tipos principais: os desenvolvidos e os incipientes ou embrionários, podendo ocorrer formas transicionais (ANGULO 1993a). Os desenvolvidos são paralelos à linha de costa, têm largura entre 20 e 80 m, podendo alcançar até 250 m. O comprimento pode alcançar 15 km. A altura raramente ultrapassa 6 m sobre o nível da planície, sendo mais frequentes alturas de 3 a 5 m. Uma exceção são as dunas existentes na Ilha do Mel, entre os morros Bento Alves e do Meio, que atingem altitude superior a 20 m (ANGULO 1993a). Os cordões incipientes são feições com altura inferiores a 3 m, às vezes formados pela coalescência de pequenas dunas linguóides ou nebkhas.

Angulo (1993a) interpretou que todos os cordões dunares da costa paranaense se desenvolveram a partir de dunas frontais com o auxílio efetivo da vegetação.

Segundo Angulo (1993a), os cordões de dunas, tanto os desenvolvidos como os incipientes, formaram-se no Holoceno, com exceção do existente entre os morros Bento Alves e do Meio, na Ilha do Mel, que poderia ser do Pleistoceno Superior ou do Holoceno.

8.1.4.4.9 Planícies de Maré Atuais

Segundo Reineck e Singh (1973), as planícies de maré (*tidal-flats*) se desenvolvem ao longo de costas de baixo declive, com marcado ciclo de marés, onde há suficiente sedimento disponível e não há forte ação das ondas. No Paraná, áreas com essas características têm extensão de aproximadamente 310 km^2.

Em diversos trabalhos sobre o litoral paranaense, essas áreas são referidas como manguezais; porém Angulo (1990) propôs a utilização da denominação planície de maré, pois nela ocorrem diversos ecossistemas, sendo o manguezal apenas um deles. No litoral paranaense foram mapeadas seis unidades correspondentes à planície de maré: manguezais; marismas e bancos não vegetados; manguezal com Acrostichum e Hibiscus; zona de Cladium; pântano de maré e; brejo de maré.

A maior parte da planície de maré é ocupada pelos manguezais. Na parte inferior, entre os manguezais e o estuário, ocorrem os marismas e os bancos arenosos e areno-argilosos, sem vegetação. Na parte superior da planície de maré é frequente a ocorrência da zona de Cladium, que é inundada apenas durante as preamares de sizígia e as tempestades (ANGULO e MÜLLER, 1990). Nas partes mais internas das baías, nos locais onde existe importante aporte fluvial, que impede ou dificulta a intrusão salina, os marismas e manguezais são substituídos por brejos e pântanos de maré (ANGULO e MÜLLER, 1990).

Os sedimentos da planície de maré variam de areias a argilas arenosas, geralmente ricas em matéria orgânica, podendo conter grânulos e seixos (BIGARELLA, 1946; MARTIN *et al.*, 1988; LANA e GUISS, 1991; ANGULO, 1992b).

8.1.4.4.10 Fundos Rasos Atuais

Os fundos rasos localizam-se no interior dos estuários, têm profundidades inferiores a 2 m, podendo ficar emersos durante as marés mais baixas. Formam-se principalmente nas áreas

de sombra das correntes de maré vazante. No complexo estuarino de Paranaguá, destacam-se o Baixio do Perigo, entre a Baía das Laranjeiras e a Baía de Paranaguá, e o Baixio do Bagre, ao sul da Ilha Rasa, que têm comprimento de aproximadamente 7 km (ANGULO, 2004).

8.1.4.4.11 Deltas de Maré Atuais

As feições deposicionais arenosas, submersas e semi-submersas, que ocorrem associadas às desembocaduras das baías de Guaratuba e Paranaguá, do Canal do Superagüi e do Mar do Ararapira, no litoral do Estado do Paraná, foram interpretadas por Angulo (1992b, 1999) como deltas de maré. Os deltas de maré ocorrem em costas com regimes de micro e mesomarés; do lado do mar ocorre o delta de maré vazante (*ebb-tidal delta*) e no interior do estuário ou laguna, o delta de maré enchente (*flood-tidal delta*) (HAYES, 1975).

Segundo Angulo (1999), no litoral paranaense, os deltas de vazante são mais desenvolvidos que os de enchente. Somente nas desembocaduras sul da Baía de Paranaguá e Mar do Ararapira foram identificadas feições interpretadas como deltas de enchente. Segundo os modelos propostos por Oertel (1975), os deltas de maré das baías de Paranaguá e Guaratuba e do Canal do Superagüi seriam deltas dominados por marés (ANGULO, 1999).

8.1.4.4.12 Depressões Intercordões Atuais

Entre os cordões litorâneos da planície costeira, ocorrem depressões rasas, estreitas e alongadas, com largura inferior a 100 m e comprimento de até 13 km. Constituem áreas alagadas, com vegetação principalmente de Cladium e Scirpus (KLEIN,1975), às vezes associadas a pequenas lagoas e cursos fluviais. Apresentam sedimentos arenosos com abundantes restos vegetais e de matéria orgânica.

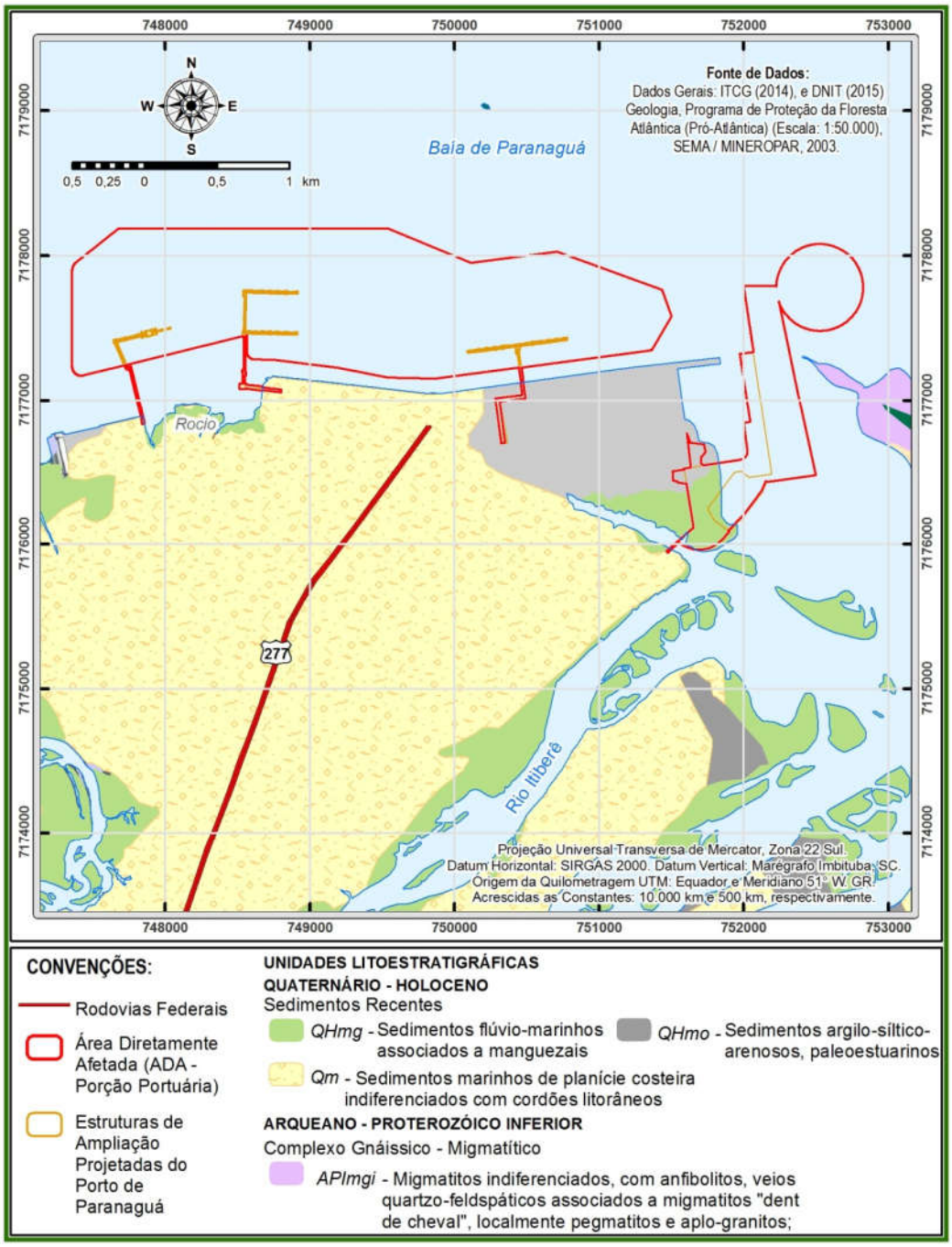
8.1.4.4.13 Praias Atuais

As praias paranaenses têm extensão de aproximadamente 126 km e com base na sua dinâmica foram classificadas em oceânicas ou de mar aberto, oceânicas sob influências das desembocaduras estuarina, e estuarinas (ANGULO, 1993b; ANGULO e ARAÚJO, 1996). As praias são constituídas por areias finas a médias, bem selecionadas, compostas principalmente por quartzo e teores variáveis de fragmentos carbonáticos biodetríticos e minerais pesados (ANGULO *et al.*, 1996).

8.1.4.5 Geologia local

Considerando as unidades propostas na Carta Geológica de Curitiba (MINEROPAR, 2005), as porções emersas da região portuária de Paranaguá abrangem Sedimentos marinhos de planície costeira com cordões litorâneos (Qm) e Sedimentos marinhos associados a manguezais (Qhmg).

Em função da construção do Porto, a paisagem foi modificada através de intervenções humanas e parte do substrato original foi substituído por aterros. Embora a Carta Geológica de Curitiba (MINEROPAR, 2005) indique que o Complexo Náutico está inteiramente sobre um aterro, na realidade este terminal está projetado quase completamente sobre um terreno natural, e apenas uma parcela de sua ADA engloba substrato aterrado (Figura 8.14).



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.14 - Geologia da região das estruturas projetadas e Áreas Diretamente Afetadas (Modificado de Carta Geológica de Curitiba – MINEROPAR, 2005).

Considerando a proposição de Angulo (1990), o Complexo Náutico será implementado sobre uma Planície de Maré Atual que, em campo, pode ser dividida em duas subunidades: manguezal e bancos arenosos. A primeira, que corresponde à maior fração do substrato

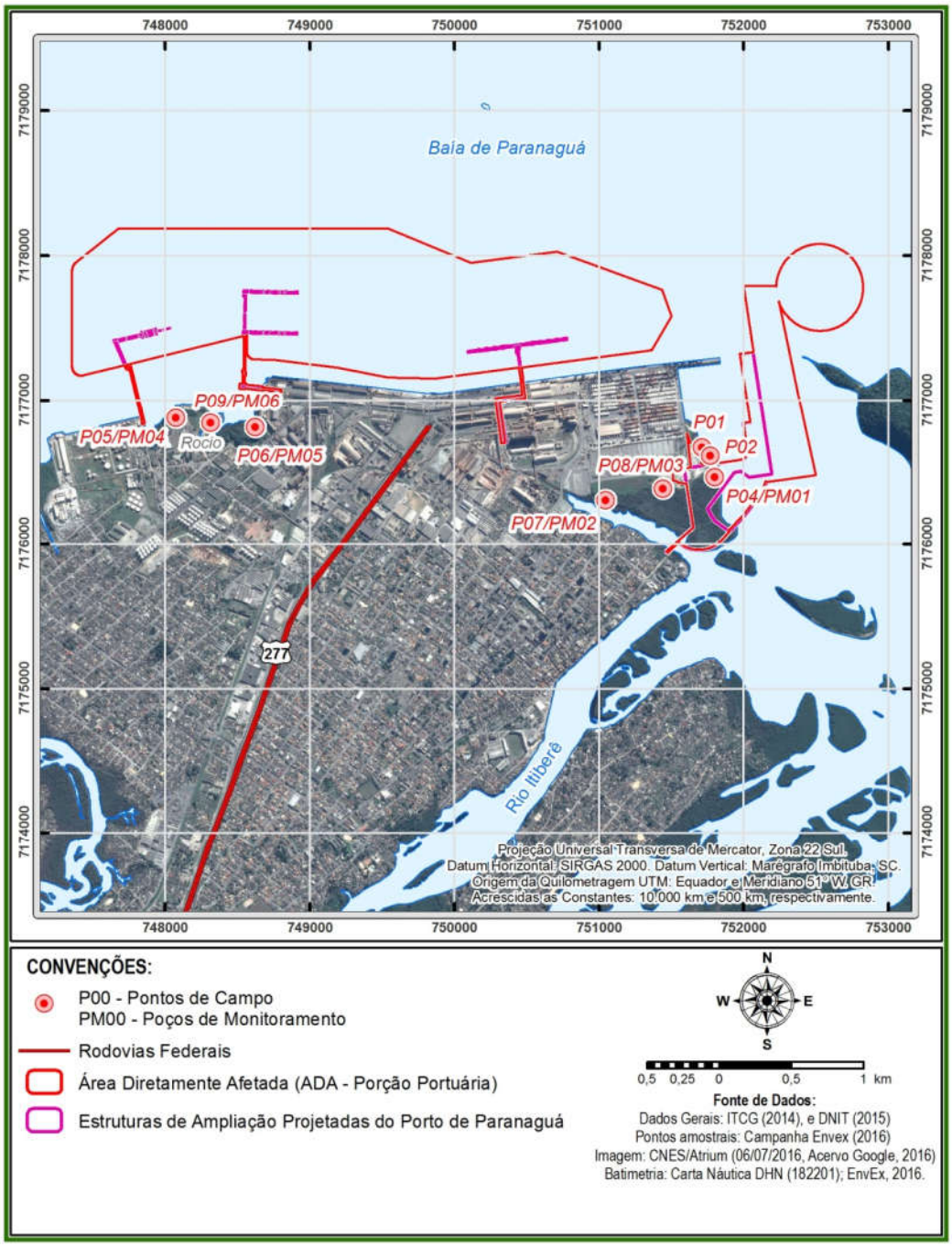
deste terminal, tem solo predominantemente lamoso, orgânico, úmido a saturado e pouco compacto; a vegetação é típica de manguezal com raízes aéreas. Já os bancos arenosos ocorrem em uma estreita faixa marginal, que separa o manguezal do canal estuarino. O solo nestes bancos varia de arenoso a areno-argiloso e a vegetação é menos densa do que no manguezal.

Os demais píeres estão projetados por completo em zonas submersas do canal estuarino e devem se situar sobre Sedimentos de Fundos Rasos Atuais, de acordo com a proposta de Angulo (1990). As Áreas Diretamente Afetadas abrangem porções submersas, uma estreita faixa de manguezal (Mangue do Rocio no caso dos píeres em F e em L), sedimentos costeiros quaternários e terrenos aterrados.

8.1.4.5.1 Levantamentos de campo

Entre os dias 9 e 13 de junho de 2016 foram realizados caminhamentos de campo, percorrendo-se o entorno das Áreas Diretamente Afetadas (ADA) dos Píeres em F, em L e de Passageiros (Figura 8.15), e descrevendo-se os afloramentos relevantes de sedimentos inconsolidados (Tabela 8.1.29). O Píer em T projetado está localizado dentro dos limites atuais do Porto, em zona totalmente modificada pela ação humana, não havendo exposição de feições geológicas neste local.

No dia 9 de junho executaram-se perfurações a trado em seis pontos de interesse para o projeto, onde se instalaram Poços de Monitoramento de água subterrânea (PM). No dia 13 de junho, foram coletadas amostras dos seis poços para realização de ensaios de qualidade de água (Laboratório TECLAB), cujos resultados serão apresentados no item Hidrogeologia Locais.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.15 - Imagem do Google Earth com indicação dos trajetos percorridos, pontos descritos (P00) e locais dos Poços de Monitoramento (PM-00).

Tabela 8.1.29 - Resumo dos pontos descritos em campo.

Ponto GPS	Coordenadas (UTM Datum WGS-84)		Local		Descrição do local	Poço de Monitoramento
	N	E	Obra	Terreno		
01	7.176.641	751.744	ADA Complexo Náutico	Acesso para o Manguezal Oceania	Prainha na margem do Manguezal. Solo predominantemente arenoso com porções lamosas, e fragmentos de rocha e de concreto. Lixo jogado.	-
02	7.176.598	751.789	ADA Complexo Náutico	Margem do Manguezal Oceania	Prainha na margem do Manguezal. Solo predominantemente arenoso com porções lamosas avermelhadas; fragmentos de rocha e de concreto. Barranco de 1,5m de altura exposto (material predominantemente argiloso) - evidência de erosão.	-
03	7.176.459	751.809	ADA Complexo Náutico	Margem do Manguezal Oceania - Local próximo ao PM-01.	Banco arenoso que separa o Manguezal da prainha. Solo predominantemente arenoso.	-
04	7.176.464	751.804	ADA Complexo Náutico	Margem do Manguezal Oceania - Local exato do PM-01.	Barra marginal que separa o Manguezal da prainha. Solo predominantemente arenoso.	PM-01
05	7.176.876	748.079	Próximo ao Píer em L	Margem do Manguezal do Rocio (Zona do canal estuarino principal) - Local do PM-04.	Local elevado em relação ao mangue adjacente. Solo firme recoberto por vegetação gramínea.	PM-04
06	7.176.809	748.627	Próximo ao Píer em F	Margem do Manguezal do Rocio (Zona do canal estuarino principal) - Local do PM-05.	Local elevado em relação ao mangue adjacente. Solo firme. Vegetação de mata.	PM-05
07	7.176.306	751.050	ADA Complexo Náutico	Manguezal Oceania - Local exato do PM-02.	Local de mangue. Solo superficial argiloso. Vegetação típica de mangue com raízes aéreas. Água retida na superfície pela baixa permeabilidade do material.	PM-02
08	7.176.383	751.445	ADA	Manguezal Oceania -	Local de mangue. Solo superficial argiloso. Vegetação típica	PM-03

Ponto GPS	Coordenadas (UTM Datum WGS-84)		Local		Descrição do local	Poço de Monitoramento
	N	E	Obra	Terreno		
			Complexo Náutico	Local exato do PM-03.	de mangue com raízes aéreas. Água retida na superfície pela baixa permeabilidade do material.	
09	7.176.843	748.316	Próximo aos Píeres em L e em F	Margem do Manguezal do Rocio (Zona do canal estuarino principal) - Local do PM-06.	Local elevado em relação ao mangue adjacente. Solo firme. Vegetação de gramínea. Próximo ao furo há um canal afluente do estuário principal. Na margem deste canal ocorre um barranco de um material arenoso (Fm. Alexandra?), exposto por erosão.	PM-06

8.1.4.5.2 Geologia dos poços de monitoramento

Os Poços PM-01, PM-02 e PM-03 foram instalados ao redor do Centro Náutico projetado, no domínio do Manguezal Oceania. O PM-01 está localizado à margem do canal estuarino, sobre um banco arenoso que o separa do manguezal (Figura 8.17 e Figura 8.18). Já os Poços PM-02 e PM-03 situam-se no próprio manguezal (Figura 8.20, Figura 8.21, Figura 8.23 e Figura 8.24), atravessando um perfil de solo com composição mais argilosa e contribuição orgânica nos níveis superiores.

Os Poços PM-04, PM-05 e PM-06 estão localizados nas proximidades das Áreas Diretamente Afetadas dos píeres em F e em L, em relevo plano e relativamente elevado, se comparado ao manguezal e à prainha adjacente (Figura 8.26, Figura 8.27, Figura 8.29, Figura 8.30, Figura 8.32 e Figura 8.33).

A seguir, são apresentados os Perfis Geológicos dos Poços de Monitoramento (Figura 8.16, Figura 8.19, Figura 8.22, Figura 8.25, Figura 8.28 e Figura 8.31) e algumas fotos dos locais.

As localizações dos seis poços de monitoramento são apresentadas na Tabela 8.1.30.

Tabela 8.1.30 - Localização dos Poços de Monitoramento.

Poço de Monitoramento	Coordenadas (UTM Datum WGS-84)		Obras próximas projetadas
	N	E	
PM-01	7.176.464	751.804	Complexo Náutico
PM-02	7.176.306	751.050	
PM-03	7.176.383	751.445	
PM-04	7.176.876	748.079	Píeres em L e F
PM-05	7.176.809	748.627	
PM-06	7.176.843	748.316	

GEOPETRUM
Geologia, Agrimensura e Meio Ambiente

FICHA / PERFIL INDIVIDUAL DE POÇO

Cliente:	Envex Eng. E Consultoria	**Furo:**	PM-01	**UTM Norte:**	751.804	**E.A.:**	0,30m
Projeto:	Expansão do Porto	**Data Início:**	09/06/16	**UTM Leste:**	7.176.464	**N.A.:**	0,15m
Local:	Paranaguá	**Data Fim:**	09/06/16	**Cota:**		**Obs.:**	

Prof. (m)	Perfil	Intervalo	Classificação	Descrição
0		0,00-0,50m	Areia Fina a Média	Areia fina a média com pouca argila na matriz, cinza.
1,00		*0,50m*		*Paralisado*
2,00				

Figura 8.16 - Perfil Individual do Poço de Monitoramento PM-01.

Figura 8.17 - Solo arenoso no local de execução do Poço PM-01.

Figura 8.18 - Local da execução do Poço PM-01 - barra arenosa adjacente ao manguezal.

GEOPETRUM
Geologia, Agrimensura e Meio Ambiente

FICHA / PERFIL INDIVIDUAL DE POÇO

Cliente:	Envex Eng. E Consultoria	**Furo:**	PM-02	**UTM Norte:**	7.176.306	**E.A.:**	0,30m
Projeto:	Expansão do Porto	**Data Início:**	09/06/16	**UTM Leste:**	751.050	**N.A.:**	0,00m
Local:	Paranaguá	**Data Fim:**	09/06/16	**Cota:**		**Obs.:**	

Prof. (m)	Perfil	Intervalo	Classificação	Descrição
0				
		0,00-0,45m	Argila	Argila preta, orgânica, com restos vegetais.
		0,45-0,60m	Areia	Areia fina a média com pouca argila na matriz, cinza escuro.
1,00		*0,60m*		*Paralisado.*
2,00				

Figura 8.19 - Perfil Individual do Poço de Monitoramento PM-02.

Figura 8.20 - Manguezal onde foi executado o Poço PM-02.

Figura 8.21 - Local de instalação do Poço PM-02 – solo superficial argiloso em manguezal.

GEOPETRUM Geologia, Agrimensura e Meio Ambiente

FICHA / PERFIL INDIVIDUAL DE POÇO

Cliente:	Envex Eng. E Consultoria	**Furo:**	PM-03	**UTM Norte:**	7.176.383	**E.A.:**	0,40m
Projeto:	Expansão do Porto	**Data Início:**	09/06/16	**UTM Leste:**	751.445	**N.A.:**	0,00m
Local:	Paranaguá	**Data Fim:**	09/06/16	**Cota:**		**Obs.:**	

Prof. (m)	Perfil	Intervalo	Classificação	Descrição
0				
		0,00-0,60m	Argila arenosa	Argila arenosa, marrom escuro.
1,00		*0,60m*		*Paralisado.*
2,00				

Figura 8.22 - Perfil Individual do Poço de Monitoramento PM-03.

Figura 8.23 - Manguezal onde foi executado o Poço PM-03.

Figura 8.24 - Local de instalação do Poço PM-03 – solo superficial argiloso em manguezal.

GEOPETRUM Geologia, Agrimensura e Meio Ambiente

FICHA / PERFIL INDIVIDUAL DE POÇO

Cliente:	Envex Eng. E Consultoria	**Furo:**	PM-04	**UTM Norte:**	7.176.876	**E.A.:**	1,00m
Projeto:	Expansão do Porto	**Data Início:**	09/06/16	**UTM Leste:**	748.079	**N.A.:**	0,89m
Local:	Paranaguá	**Data Fim:**	09/06/16	**Cota:**		**Obs.:**	

Prof. (m)	Perfil	Intervalo	Classificação	Descrição
0				
		0,00-0,15m	Argila arenosa	Argila arenosa, marrom, com restos vegetais.
		0,15-1,50m	Areia Fina	Areia fina, cinza claro.
1,00		*1,50m*		*Paralisado.*
2,00				

Figura 8.25 - Perfil Individual do Poço de Monitoramento PM-04.

Figura 8.26 - Local onde foi executado o PM-04, à margem do canal estuarino, separado deste por porções de mangue.

Figura 8.27 - Local de instalação do PM-04 – solo arenoso cinza claro ao lado do Poço.

GEOPETRUM Geologia, Agrimensura e Meio Ambiente

FICHA / PERFIL INDIVIDUAL DE POÇO

Cliente:	Envex Eng. E Consultoria	**Furo:**	PM-05	**UTM Norte:**	7.176.809	**E.A.:**	0,90m
Projeto:	Expansão do Porto	**Data Início:**	09/06/16	**UTM Leste:**	748.627	**N.A.:**	0,685m
Local:	Paranaguá	**Data Fim:**	09/06/16	**Cota:**		**Obs.:**	

Prof. (m)	Perfil	Intervalo	Classificação	Descrição
0				
		0,00-0,15m	Argila arenosa	Argila arenosa, marrom, com restos vegetais.
		0,15-1,40m	Areia Fina	Areia fina, cinza claro.
1,00				
		1,40m		*Paralisado.*
2,00				

Figura 8.28 - Perfil Individual do Poço de Monitoramento PM-05.

Figura 8.29 - Local onde foi executado o PM-05.

Figura 8.30 - Local de instalação do PM-05 – zona relativamente elevada adjacente ao estuário.

GEOPETRUM Geologia, Agrimensura e Meio Ambiente

FICHA / PERFIL INDIVIDUAL DE POÇO

Cliente:	Envex Eng. E Consultoria	**Furo:**	PM-06	**UTM Norte:**	7.176.843	**E.A.:**	0,60m
Projeto:	Expansão do Porto	**Data Início:**	09/06/16	**UTM Leste:**	748.316	**N.A.:**	0,71m
Local:	Paranaguá	**Data Fim:**	09/06/16	**Cota:**		**Obs.:**	

Prof. (m)	Perfil	Intervalo	Classificação	Descrição
0				
		0,00-0,20m	Argila arenosa	Argila arenosa, preta com restos vegetais.
		0,20-1,20m	Areia Fina	Areia fina, cinza claro.
1,00		*1,20m*		*Paralisado.*
2,00				

Figura 8.31 - Perfil Individual do Poço de Monitoramento PM-06.

Figura 8.32 - Local onde foi executado o PM-06 - zona adjacente ao canal do estuário.

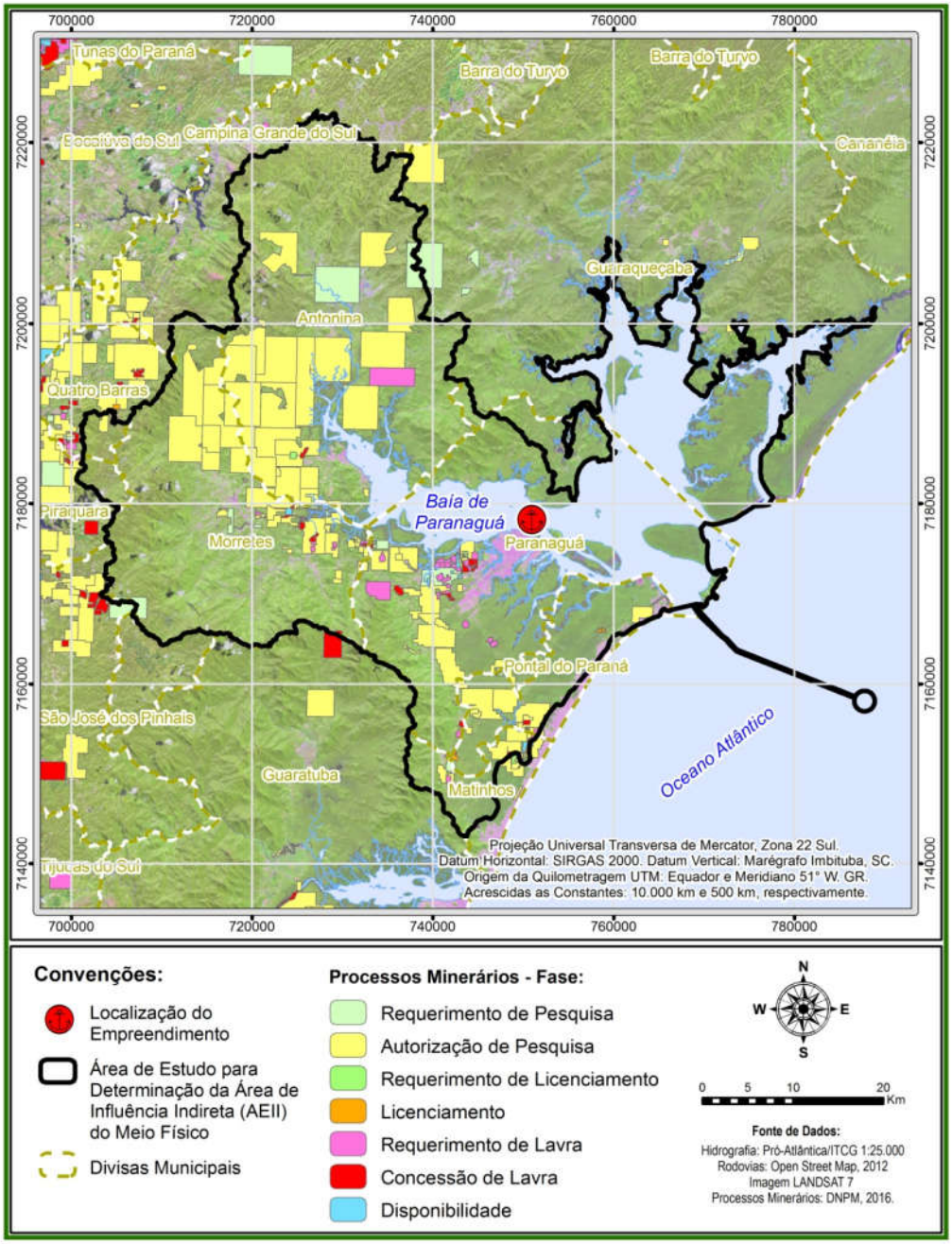
Figura 8.33 - Local de instalação do PM-06 – solo arenoso cinza ao lado do Poço.

8.1.4.6 Direitos minerários

Foi realizado um levantamento de todos os processos minerários vigentes no dia 28 de junho de 2016 dentro dos limites das Áreas de Estudo para determinação da Área de Influência Direta (AEID) e Indireta (AEII) do meio físico. Os dados foram obtidos em arquivo *shapefile*, baixado pelo Sistema de Informações Geográficas de Mineração (SIGMINE), do site do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

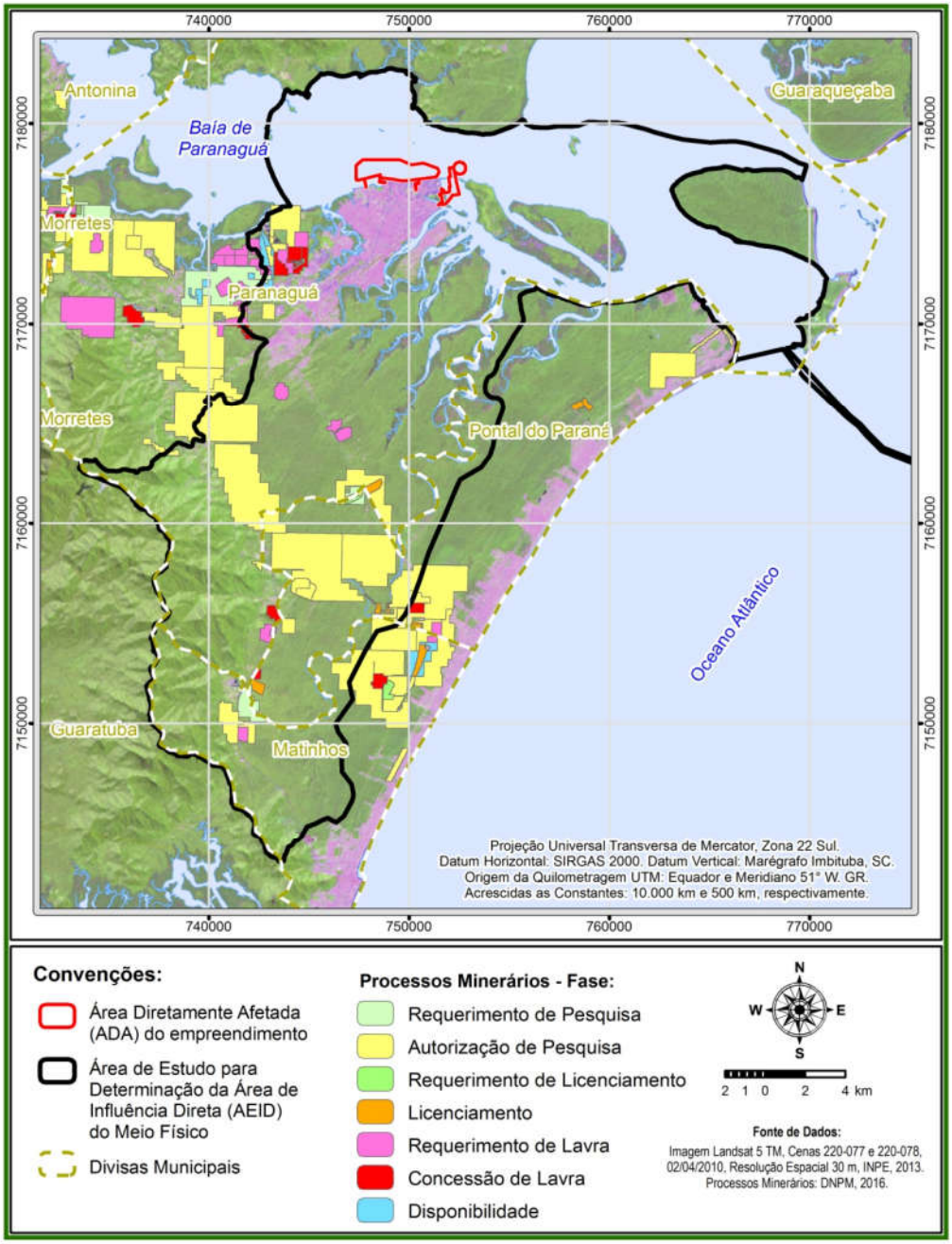
A AEII abarca 183 processos em diversas fases, os quais estão listados na Tabela 8.1.32. Destes, 65 também estão inclusos, total ou parcialmente, na AEID. A maior parte dos processos está em fases de Requerimento e de Autorização de Pesquisa. Não existem processos minerários na Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento.

A Figura 8.34 apresenta a distribuição espacial dos processos minerários presentes na AEII, enquanto a Figura 8.35 detalha estes processos que se inserem na AEID do empreendimento.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.34 – Processos Minerários encontrados na AEII do empreendimento.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.35 – Processos Minerários encontrados na AEID do empreendimento.

A principal substância alvo é a Areia, que perfaz 54% em área dos processos na AEII e 83% na AEID. Cerca de 37% em área dos processos da AEII são para Minério de Ferro, mas todos estes se encontram fora dos limites da AEID. Outras substâncias minerais relevantes são a Argila e o Saibro, que somam cerca de 4% em área dos processos da AEII e 12% da

AEID. Os percentuais residuais contemplam minérios como Granito, Migmatito, Ouro, Ilmenita, Água Mineral, Caulim e Cascalho (Tabela 8.1.31).

Tabela 8.1.31 - Relação de substância alvo dos processos minerários que ocorrem nas Áreas AEID e AEII, vigentes em 28/06/2016.

Substância	Áreas DNPM - AEID		Áreas DNPM - AEII	
	(Km²)	%	(Km²)	%
Granito	0,2	0,3	6,8	1,2
Migmatito	0,4	0,7	0,9	0,2
Ouro			0,7	0,1
Ilmenita			10,0	1,8
Areia	49,2	83,2	295,4	54,1
Saibro	0,9	1,5	6,6	1,2
Água Mineral	0,6	1,1	1,6	0,3
Argila	5,8	9,9	15,4	2,8
Culim			0,0	0,0
Minério de Ferro			200,4	36,7
Minério de Ouro			5,0	0,9
Cascalho	1,6	2,7	1,6	0,3
Dado não Cadastrado	0,4	0,7	1,3	0,2
Total	**59**	**100**	**546**	**100**

Tabela 8.1.32 - Lista de processos minerários que ocorrem na AEII, vigentes em 28/06/2016.

Processo	Área (ha)	Fase	Substância	Uso
803380/1974	78,85	CONCESSÃO DE LAVRA	GRANITO	NÃO INFORMADO
820677/1981	2,63	CONCESSÃO DE LAVRA	MIGMATITO	NÃO INFORMADO
820723/1983	600	CONCESSÃO DE LAVRA	OURO	NÃO INFORMADO
820481/1984	1000	REQUERIMENTO DE LAVRA	ILMENITA	NÃO INFORMADO
820619/1985	489,9	REQUERIMENTO DE LAVRA	GRANITO	NÃO INFORMADO
826035/1989	39	CONCESSÃO DE LAVRA	MIGMATITO	NÃO INFORMADO
826101/1991	39,84	LICENCIAMENTO	AREIA	NÃO INFORMADO
826253/1992	49	CONCESSÃO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826295/1995	43,77	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO
826427/1996	26	REQUERIMENTO DE LAVRA	SAIBRO	NÃO INFORMADO
826494/1996	39,76	CONCESSÃO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO
826301/1997	49,53	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	NÃO INFORMADO
826215/1998	48,1	CONCESSÃO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO
826239/1998	43,25	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO
826364/1998	49,89	CONCESSÃO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO
826216/1999	11,25	REQUERIMENTO DE LAVRA	SAIBRO	NÃO INFORMADO
826400/1999	46,18	CONCESSÃO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO
826087/1993	28,57	CONCESSÃO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL

Processo	Área (ha)	Fase	Substância	Uso
826386/2001	41	CONCESSÃO DE LAVRA	ÁGUA MINERAL	INDUSTRIAL
826257/2002	8	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826335/2002	49,99	CONCESSÃO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO
826336/2002	49,93	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO
826369/2002	49	CONCESSÃO DE LAVRA	MIGMATITO	CONSTRUÇÃO CIVIL
826617/2002	9,2	REQUERIMENTO DE LAVRA	ARGILA	NÃO INFORMADO
826254/2003	49,98	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826066/2004	314,67	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	CAULIM	INDUSTRIAL
826392/2005	2000	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826364/2006	49,23	REQUERIMENTO DE LAVRA	SAIBRO	CONSTRUÇÃO CIVIL
826274/2007	50	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826103/2008	47,5	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	SAIBRO	CONSTRUÇÃO CIVIL
826471/2008	38,16	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826472/2008	27,8	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826470/2008	31,89	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826473/2008	33,15	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826476/2008	9,07	REQUERIMENTO DE LAVRA	GRANITO	BRITA
826393/2007	72,18	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	INDUSTRIAL
826361/1997	17,99	CONCESSÃO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO
826176/2009	6,94	REQUERIMENTO DE LAVRA	SAIBRO	CONSTRUÇÃO CIVIL
826550/2009	143,71	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826690/2009	1920,51	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826170/2002	31,08	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826217/1999	10,1	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO
826226/2010	49,55	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	SAIBRO	CONSTRUÇÃO CIVIL
826733/2010	49,8	CONCESSÃO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826638/2010	895,79	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826799/2010	425	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826080/2011	50	CONCESSÃO DE LAVRA	GRANITO	BRITA
826087/2011	50	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826090/2011	50	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826092/2011	50	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826135/2011	49,65	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826136/2011	49,69	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826358/2011	48,1	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826285/2006	35,4	REQUERIMENTO DE LAVRA	SAIBRO	CONSTRUÇÃO CIVIL
826546/2007	50	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826442/2011	575,01	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826450/2011	268,09	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826561/2011	329,85	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826044/2005	25,03	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826407/2007	49,63	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826088/2011	26,75	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826089/2011	45,92	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL

Processo	Área (ha)	Fase	Substância	Uso
826091/2011	41,43	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826283/2012	15,89	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826578/2012	48,08	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826460/2013	17,81	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826570/2013	49,95	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO
826572/2013	23,71	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826359/2013	968,06	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	INDUSTRIAL
802308/1974	159,08	CONCESSÃO DE LAVRA	ARGILA	NÃO INFORMADO
826672/2013	959,43	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826349/2013	1,36	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826339/2013	3,78	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826350/2013	22,23	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826001/2007	46,1	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826175/2007	49,96	REQUERIMENTO DE LAVRA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826566/2010	50	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826102/2014	17,55	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826046/2014	1169,46	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826050/2014	939,67	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	INDUSTRIAL
826416/2014	49,67	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826413/2014	5,09	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826129/2014	191,58	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826475/2008	7,38	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826474/2008	22,43	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826362/2014	48,11	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826361/2014	49,08	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826359/2014	355,38	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826632/2014	195,79	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826330/2014	25,99	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826332/2014	234,97	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826370/2014	119,96	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826469/2014	1894,32	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826468/2014	1574,33	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826077/2013	801,36	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826470/2014	945,64	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826467/2014	1949,94	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826384/2014	45,99	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	SAIBRO	CONSTRUÇÃO CIVIL
826393/2014	646,93	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826676/2014	64,9	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826394/2014	979,25	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826441/2014	83,76	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826721/2014	11,97	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826788/2014	49,92	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826789/2014	44,25	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826791/2014	49,99	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL

Processo	Área (ha)	Fase	Substância	Uso
826790/2014	49,35	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826792/2014	45,49	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826808/2014	327,17	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826431/2013	344,87	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826817/2014	35,11	LICENCIAMENTO	ÁREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826356/2012	68,81	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ÁREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826878/2014	16,27	LICENCIAMENTO	ÁREIA	NÃO INFORMADO
826991/2014	12,83	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ÁREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826807/2014	317,88	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ÁREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826063/2015	49,88	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ÁGUA MINERAL	ENGARRAFAMENTO
826086/2015	24,04	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826490/2014	10,51	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826088/2015	49,98	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826120/2014	684,99	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	SAIBRO	CONSTRUÇÃO CIVIL
826894/2014	316,7	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826903/2014	1414,46	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826940/2014	168,29	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826942/2014	841,7	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826904/2014	1506,45	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826233/2015	5,03	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ÁGUA MINERAL	ENGARRAFAMENTO
826899/2013	44,97	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	SAIBRO	CONSTRUÇÃO CIVIL
826316/2015	49,69	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826321/2015	48,78	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ÁGUA MINERAL	ENGARRAFAMENTO
826175/2015	479,42	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826323/2015	77,06	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826214/2015	797,21	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826236/2015	12,8	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ÁGUA MINERAL	ENGARRAFAMENTO
826317/2015	12,84	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826525/2015	46,76	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826524/2015	26,51	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826231/2015	740,32	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826413/2015	771,79	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826394/2015	118,32	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826999/1996	11,7	REQUERIMENTO DE LAVRA	SAIBRO	NÃO INFORMADO
826655/2015	101,41	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL
826637/2015	26,71	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826705/2013	40,72	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826547/2015	50	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	BRITA
826566/2015	329,84	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826012/2016	49,36	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826013/2016	8,51	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826590/2015	44,49	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826712/2015	160,59	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	CASCALHO	CONSTRUÇÃO CIVIL
826206/2016	1999,64	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL

Processo	Área (ha)	Fase	Substância	Uso
826782/2015	14,31	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826269/2016	148,04	REQUERIMENTO DE PESQUISA	SAIBRO	CONSTRUÇÃO CIVIL
826297/2016	1555,28	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL
826311/2016	1971,26	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL
826127/2016	521,89	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826152/2016	29,71	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826174/2016	1805,06	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826175/2016	1867,25	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826292/2016	143,8	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826491/2014	22,13	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826390/2016	219,08	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826391/2016	113,89	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826211/2016	1957,5	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL
826415/2016	5,03	REQUERIMENTO DE PESQUISA	ÁGUA MINERAL	ENGARRAFAMENTO
826422/2016	45,31	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
826176/2016	1782,1	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL
826205/2016	1965,23	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL
826213/2016	1252,02	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL
826208/2016	1953,46	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL
826435/2016	977,33	REQUERIMENTO DE PESQUISA	ARGILA	INDUSTRIAL
826207/2016	1115,75	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL
826209/2016	1319,19	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL
826212/2016	1222,81	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL
826210/2016	1989,71	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL
826477/2008	46,24	DISPONIBILIDADE	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL
300374/2014	19,84	DISPONIBILIDADE	DADO NÃO CADASTRADO	DADO NÃO CADASTRADO
300136/2014	99,75	DISPONIBILIDADE	DADO NÃO CADASTRADO	DADO NÃO CADASTRADO
300137/2014	3,4	DISPONIBILIDADE	DADO NÃO CADASTRADO	DADO NÃO CADASTRADO
300375/2014	20,39	DISPONIBILIDADE	DADO NÃO CADASTRADO	DADO NÃO CADASTRADO
826085/2007	43,96	DISPONIBILIDADE	AREIA	INDUSTRIAL
826491/1996	8,7	DISPONIBILIDADE	AREIA	NÃO INFORMADO
303051/2015	14,01	DISPONIBILIDADE	DADO NÃO CADASTRADO	DADO NÃO CADASTRADO
826618/2002	41,23	DISPONIBILIDADE	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL

8.1.5 Geomorfologia

8.1.5.1 Metodologia aplicada

A geomorfologia constitui conhecimento específico, cujo objetivo refere-se à análise das formas do relevo. Estas formas, embora aparentemente estáticas, estão sendo modeladas há mais de quatro bilhões de anos, por meio de processos erosivos ou deposicionais, ambos decorrentes da ação de forças exógenas. Antagônicas às forças exógenas têm-se as forças endógenas, que podem promover soerguimentos e rebaixamentos da superfície terrestre. Deve-se considerar, ainda, a ação conjunta das duas forças e as implicações altimétricas geradas em decorrência das variações do nível do mar.

De acordo com Argento (1994), a geomorfologia serve de base para a compreensão das estruturas espaciais, não só em relação à natureza física dos fenômenos, como à natureza socioeconômica dos mesmos. Neste sentido, o mapeamento geomorfológico tem sido priorizado no desenvolvimento de projetos de gerenciamento ambiental, ou até mesmo numa concepção mais integradora, na gestão do território, como é caso do Macrozoneamento do Litoral Paranaense, descrito em IPARDES (1989).

Nesse contexto, a presente caracterização geomorfológica fundamenta-se em dados fornecidos pelo Macrozoneamento do Litoral Paranaense (IPARDES, 1989), descrevendo-se cada unidade geomorfológica existente na porção do território em análise, cuja dinâmica geomorfológica ou processos morfodinâmicos atuantes em função das amplitudes altimétricas e declividades predominantes, regem a modelagem da superfície da área de estudo.

Assim, análises espaciais em ambiente SIG foram empregadas em complementação ao trabalho desenvolvido pelo IPARDES (1989), extraindo-se parâmetros morfométricos de um Modelo Digital de Terreno (MDT), tais quais a hipsometria e a clinometria (declividade). A elaboração do MDT foi possível a partir de dados altimétricos provenientes das cartas topográficas em escala 1:25.000 produzidas pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG, 2002).

Para a geomorfologia de fundo do estuário de Paranaguá, dados batimétricos provenientes de cartas náuticas e levantamentos primários foram empregados, cuja interação e produto final foi elaborado por meio de ferramentas de geoprocessamento.

8.1.5.2 Macrozoneamento geomorfológico da área de drenagem da Baía de Paranaguá

No mencionado mapeamento os municípios litorâneos foram delimitados em Unidades Ambientais Naturais (UAN), sendo as mesmas definidas a partir de características geomorfológicas. Isto porque, estas características têm o potencial de integrar diversos aspectos da paisagem, tais como declive, forma e comprimento das vertentes, solos e vegetação. Consequentemente, as UAN apresentam uma dinâmica ambiental própria que condiciona não somente sua evolução natural, como também as formas de ocupação e potencialidades para as diversas atividades humanas.

Desta forma, a região litorânea foi dividida em três sub-regiões principais: Montanhosa Litorânea, Planícies Litorâneas e Planaltos. A partir deste mapeamento efetuou-se a confecção da carta geomorfológica e quantificação de suas unidades presentes na AEII e AEID do meio físico. A citada carta refere-se ao Anexo I – Mapa 11 - Mapa Geomorfológico Regional, no qual se observa a presença de 10 compartimentos geomorfológicos na AEII e três na AEID, cujas suas extensões territoriais estão indicadas na Tabela 8.1.33.

Tomando-se por referência IPARDES (1989) far-se-á na sequência a descrição de cada unidade geomorfológica existente na porção do território em análise, cuja dinâmica geomorfológica ou processos morfodinâmicos atuantes em função das amplitudes altimétricas e declividades predominantes, regem a modelagem da superfície da área de estudo.

Ainda, no que diz respeito à dinâmica geomorfológica e, portanto, à ocorrência de processos morfodinâmicos, uma caracterização acerca das suscetibilidades a deflagração de processos erosivos e de movimentos de massa é apresentada em tópico específico, complementando assim a caracterização geotécnica da área de estudo.

Tabela 8.1.33 – Unidades geomorfológicas nas áreas de influência do meio físico.

Unidade Geomorfológica	AEII		AEID	
	Área (Km^2)	Área (%)	Área (Km^2)	Área (%)
Serras	1.004,20	34,31	70,83	12,72
Áreas Coluviais Montanhosas	82,30	2,81	1,98	0,36
Planícies Aluviais (Não Significativas)	5,30	0,18	0,26	0,05
Sub-Região Montanhosa Litorânea (Total)	**1.091,80**	**37,30**	**73,07**	**13,12**
Planícies Aluviais	323,40	11,05	28,3	5,08
Planícies de Restingas	565,29	19,31	216,69	38,92

Unidade Geomorfológica	AEII		AEID	
	Área (Km²)	Área (%)	Área (Km²)	Área (%)
Morros	62,00	2,12	2,94	0,53
Colinas	43,00	1,47	2,53	0,45
Áreas Coluviais	22,10	0,75	0,56	0,10
Mangues	110,30	3,77	33,75	6,06
Sub-Região Planícies Litorâneas (Total)	**991,10**	**33,86**	**284,77**	**51,15**
Área Urbana	34,30	1,17	19,91	3,58
Massa d'água	810,05	27,67	178,99	32,15
Total Geral	**2.927,25**	**100,00**	**556,74**	**100,00**

A sub-região Montanhosa Litorânea faz parte de uma feição orográfica maior, que abrange vários estados, denominada Serra do Mar. No Paraná essa serra apresenta características diferentes da dos outros estados, pois não constitui apenas uma serra de borda de planalto ou de escarpa, mas também possui setores originados por erosão diferencial. Desta maneira, nas áreas onde as rochas são resistentes, as serras sobressaem algumas centenas de metros do nível geral do planalto.

O primeiro compartimento desta sub-região refere-se às Serras, propriamente ditas, as quais possuem relevos muito energéticos com grandes desníveis, que podem alcançar mais de 1.800 metros (993 metros na área de estudo) e fortes declividades, geralmente superiores a 45%. Os solos são pouco desenvolvidos, ocorrendo grandes áreas com afloramentos rochosos. Os altos volumes de precipitação relegam alta potencialidade morfogenética, isto é, com capacidade de promover uma rápida evolução das vertentes. Por outro lado, a vegetação natural que cresce nas encostas da serra constitui o principal elemento ambiental de estabilização da paisagem. A ruptura desse frágil equilíbrio dinâmico por intervenções inadequadas deverá reproduzir de forma ampliada os processos erosivos ocorridos no passado. Este compartimento totaliza 34,31% da AEII.

No compartimento de Áreas Coluviais Montanhosas, que soma apenas 2,81% da AEII, foram incluídas as partes baixas das vertentes onde ocorrem processos de acumulação de sedimentos provenientes das partes altas. Esses sedimentos, diferentemente daqueles das áreas aluviais, não apresentam evidências de terem sido transportados por meio fluvial e sim por processos comandados pela gravidade. Ocorrem neste compartimento solos mais profundos e desenvolvidos e as declividades predominantes são de 10 a 45%.

Os rios da área serrana geralmente estão encaixados em vales com perfil transversal em forma de "V", devido a uma predominância de erosão vertical. Contudo, é frequente que, pela existência de rochas mais resistentes ao longo do percurso dos rios, se formem

pequenas planícies aluviais a montante dos pontos de estrangulamento de drenagem. Essas planícies originadas por sedimentação fluvial possuem relevo plano, às vezes dispostos em mais de um nível, configurando terraços. Em geral, os solos são profundos, sendo aqueles localizados na planície de inundação caracterizados por problemas de drenagem, além do risco de inundação. Para efeito de mapeamento este compartimento foi denominado de Planícies Aluviais Não-Significativas, já que suas extensões não superam 5,3 km². Na área de estudo (AEII) identificou-se somente uma unidade com estas características, cuja área soma 0,18 km².

A sub-região das Planícies Litorâneas possui relevo plano à suave ondulado, denotando altitude inferior a 40 metros. Dela sobressaem morros e colinas de tamanhos diversos. Para fins de mapeamento essa sub-região foi dividida em seis compartimentos.

As Planícies Aluviais são áreas compostas por diversas formas elaboradas pela ação fluvial, tais como planícies de inundação, terraços e rampas. Esta última apresenta sedimentos provenientes das encostas. O relevo em geral é plano, sendo que muitas áreas deste compartimento apresentam solos com problemas de drenagem, além de riscos de inundação. São correspondentes a 11,05% da AEII.

As Planícies de Restingas, que somam 565,29 km² (38,92% da AEID, 19,31% da AEII) referem-se ao mais importante compartimento em termos de área. Estas planícies são formadas por uma sucessão de cordões litorâneos e revelam constituição arenosa. Os solos associados são facilmente degradáveis e detém horizonte sub-superficial impermeável, o que origina problemas de encharcamento.

Os Morros são elevações sustentadas por rochas do embasamento que sobressaem da planície. Em alguns aspectos, como declividade e tipo de solos, são semelhantes às Serras, porém têm extensão menor e estão circundados por terrenos de planície e/ou corpos d'água. Internamente à AEII correspondem a 2,12% da mesma.

As Colinas são elevações de perfil convexo e relevo mais suave que os morros. A declividade das encostas é geralmente inferior a 20% e a relação diâmetro médio da base/altura inferior a seis. O substrato geológico é formado por sedimentos ou pelas rochas mais friáveis do embasamento. Na AEII são referentes a 1,47% da área total. Os solos são relativamente profundos e bem desenvolvidos.

Os Mangues são áreas sujeitas aos fluxos e refluxos das marés, localizados nas áreas de baías. Sua vegetação é altamente especializada, sendo que na região está constituída por três espécies: *Rhisophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*. Este compartimento totaliza 6,06% da AEID e 3,77% da AEII.

O último compartimento da sub-região Planícies Litorâneas refere-se às Áreas Coluviais, o qual soma apenas 0,75% da AEII e apresenta as mesmas características das Áreas Coluviais Montanhosas, no entanto ocorrem nas planícies, geralmente entre morros e colinas.

Visando a caracterização geomorfológica das áreas de influência do meio físico do empreendimento, e somando-se o fato de se dispor de mapeamento topográfico em escala 1:25.000, optou-se pela realização da análise da hipsometria e da declividade da área de drenagem da baía de Paranaguá. Para tanto, a elaboração do Modelo Digital do Terreno (MDT) tornou-se imprescindível.

8.1.5.3 Análise de hipsometria

A delimitação e análise da hipsometria da área de estudo possibilitam a observação do gradiente altimétrico do relevo da área, fator importante na análise da intensidade com que os processos erosivos se desenvolvem, uma vez que quanto maior a amplitude altimétrica de uma bacia hidrográfica, a velocidade do desgaste do relevo também é maior.

A partir do MDT (Modelo Digital do Terreno) foi confeccionada a Carta de Hipsometria (Anexo I – Mapa 12 - Mapa Hipsométrico Regional), na qual a distribuição das classes de altitudes varia de acordo com a amplitude altimétrica (ponto mais elevado e ponto menos elevado). A amplitude altimétrica verificada para a AEII é de zero a 1.877,32 m, representando em seu máximo altimétrico o cume do Pico Paraná. Na AEID, em função das nascentes do rio Guaraguaçu ocorrer na Serra da Prata, nota-se amplitude altimétrica de zero a 993 m, devendo-se ressaltar, contudo que 86% das cotas altimétricas apresentam valores inferiores à cota de 25 m. Na ADA essa amplitude também se demonstra reduzida variando de zero a 14 m.

8.1.5.4 Análise de declividade

Dentre os elementos morfométricos do relevo a análise da declividade deve ser destacada por evidenciar a distribuição das inclinações das superfícies do relevo, sendo esta

característica muito importante quando da análise do uso e ocupação do solo de uma área, bem como do fluxo torrencial de superfície e os consequentes processos erosivos e deslizamento de materiais para o sistema de drenagem da bacia hidrográfica.

Quanto maior a inclinação das vertentes de determinada área, mais facilmente os processos erosivos se desenvolverão. A ausência de cobertura vegetal também contribuirá, neste caso, para a aceleração destes processos, além de contribuir para as perdas agrícolas e a ocorrência de deslizamentos de terreno.

Tanto a ADA quanto a AEID ocorrem em localidades de relevo exclusivamente plano. Na AEII predominam as áreas planas que somam 35,34% da área total, conforme representado no Anexo I – Mapa 13 - Mapa Clinométrico Regional e quantificado na Tabela 8.1.34. As áreas de relevo suave ondulado, cuja declividade abrange o intervalo de 3 a 8%, correspondem a 1,41% da AEII. As porções de relevo moderadamente ondulado e ondulado representam respectivamente 1,44% e 4,11% de toda a AEII. As vertentes com relevo forte ondulado e montanhoso correspondem a 18,75% e 11,29% da AEII, respectivamente.

Tabela 8.1.34 - Classes de declividade existentes da área de drenagem da baía de Paranaguá.

Declividade (%)	Relevo	AEII		AEID	
		Área (Km²)	Área (%)	Área (Km²)	Área (%)
0 a 3 %	Plano	1.034,35	35,34	306,06	54,97
3 a 8 %	Suave Ondulado	41,16	1,41	5,79	1,04
8 a 13 %	Moderadamente Ondulado	42,11	1,44	3,45	0,62
13 a 20 %	Ondulado	120,41	4,11	7,52	1,35
20 a 45 %	Forte Ondulado	548,72	18,75	32,57	5,85
> 45 %	Montanhoso	330,45	11,29	21,15	3,80
Massa d'Água		797,4	797,4	27,24	180,2
Total		**2.927,25**	**100,00**	**556,74**	**100**

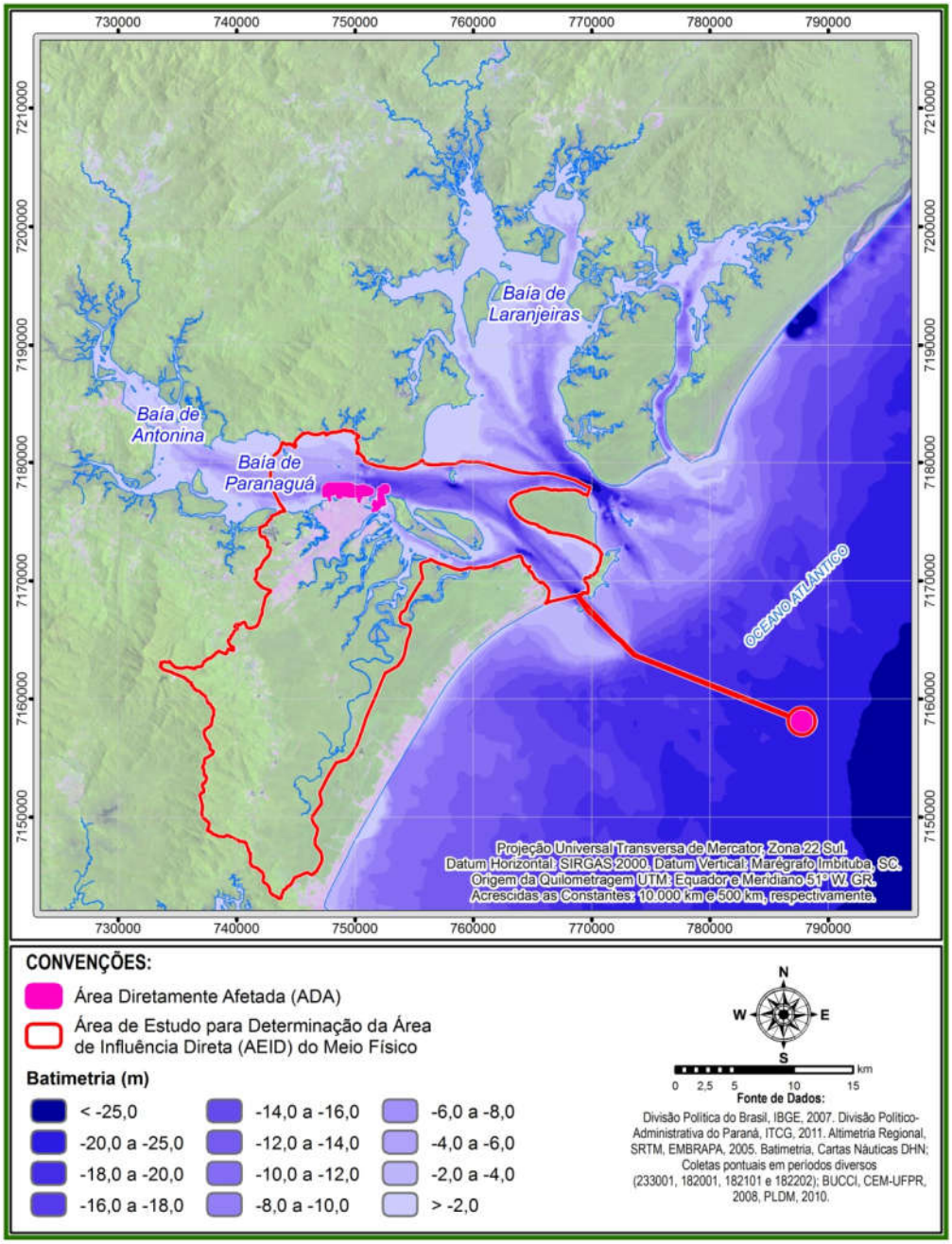
8.1.5.5 Geomorfologia de fundo do Estuário de Paranaguá

A geomorfologia de um estuário é o produto de interações entre os processos naturais (aporte sedimentar e as forçantes hidrodinâmicas), as atividades antrópicas e as respostas sedimentológicas para tais processos (PERILLO *et al.*, 2005; PRANDLE, 2009; PERILLO e SYVITSKI, 2010). Assim, mudanças na geomorfologia e sedimentologia são continuas em ambientes estuarinos, e seus efeitos têm características específicas que dependem da sua evolução. Sendo assim, a posição atual e evolução futura de um estuário podem estar

relacionadas com as variações do nível relativo do mar, o suprimento de sedimentos e a atividade tectônica (BOYD *et al.*, 2006).

A batimetria é utilizada como parte da análise geomorfológica, pois é um fator importante que afeta a estabilidade das encostas e as taxas de circulação dos fluxos. Mapas batimétricos também podem ser úteis para auxiliar a interpretação dos dados biológicos (JEROSCH *et al.*, 2006), classificação e interpretação dos fundos marinhos. A interpretação dos processos de preenchimento dos ambientes marinhos decorre de uma caracterização geomorfológica preliminar, que considera cada estuário individualmente, pois respondem aos mecanismos de transporte, erosão e deposição de maneiras diferentes (PERILLO, 1995; BOYD *et al.*, 2006). A capacidade de retenção de sedimentos destes ambientes é dada pelas suas características geomorfológicas e dinâmicas, as quais são uma função do espaço disponível para a sedimentação e da quantidade de sedimentos recebidos no balanço sedimentar (PERILLO e SYVITSKI, 2010).

Verifica-se, com base no modelo digital de fundo do estuário segundo a Figura 8.36 (batimetria da AEID), criado com base nos dados batimétricos disponíveis, que a plataforma continental interna apresenta profundidades da ordem de 21,0 m com redução progressiva em direção à desembocadura do estuário. O canal de acesso aos portos se encontra bem representado com profundidades entre 15,0 e 10,0 m, estendendo-se até a área do terminal da Ponta do Felix, onde apresenta profundidades variando entre 6,0 e 9,0 m.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.36 – Batimetria Atual da AEID.

8.1.5.6 Análise geomorfológica da área diretamente afetada

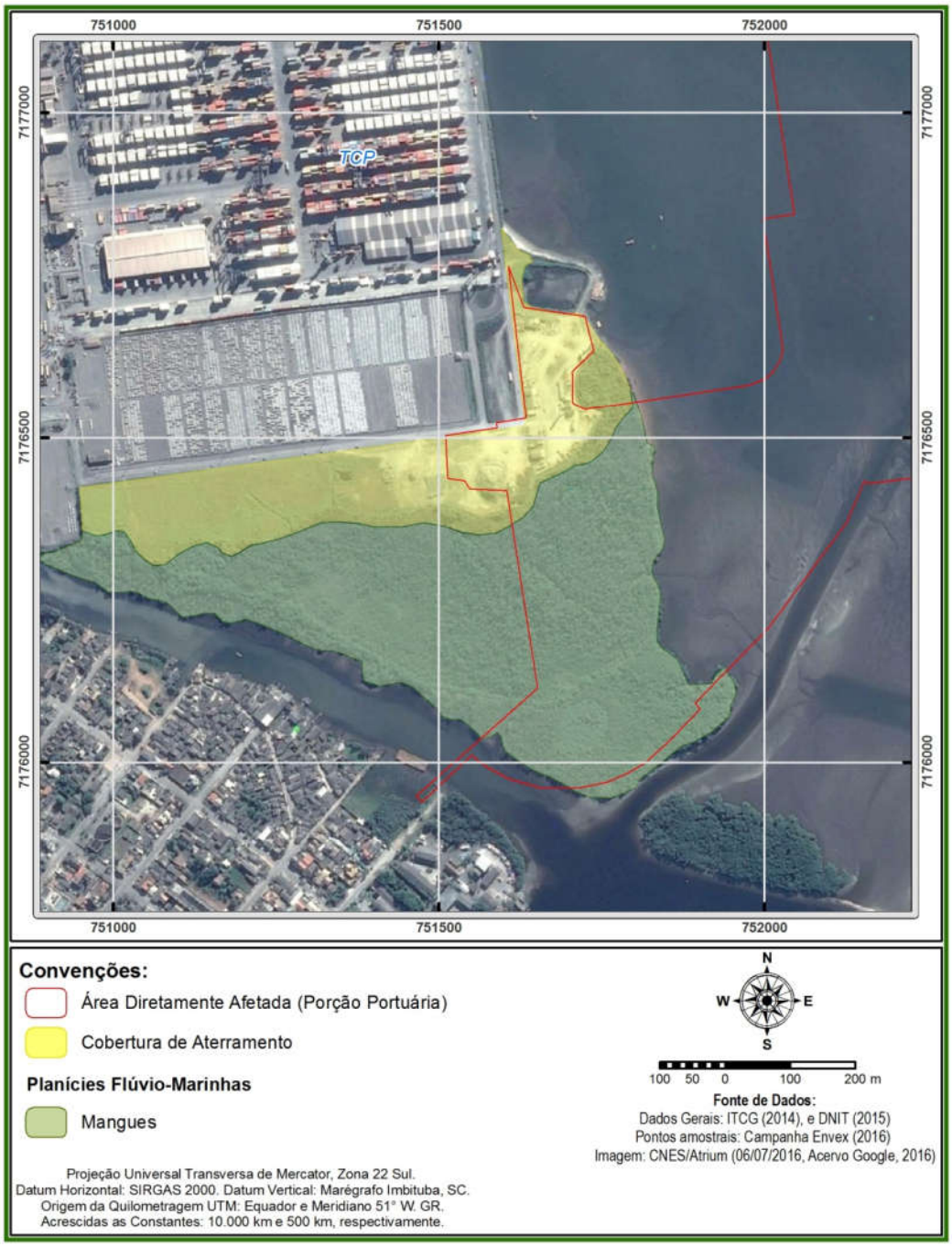
A análise geomorfológica da Área Diretamente Afetada (ADA), referindo-se à porção em terra portuária, especificamente para a área destinada à implantação prevista do complexo náutico, é centrada num primeiro momento no emprego de dados secundários. É prevista a

aquisição de dados primários a partir de levantamento planialtimétrico na área de interesse, cujos resultados permitirão atualizar e validar a caracterização atual.

Por tratar-se de área constituída em sua grande parte por cobertura de aterramento, a ADA mostra-se essencialmente plana em altitudes que variam de zero a 5 m. Consequentemente, a declividade predominante na ADA do empreendimento apresenta-se entre zero e 3%, caracterizando o relevo como plano. Importante destacar a formação de uma unidade geomorfológica natural no entorno da cobertura de aterramento, trata-se de uma planície fluvio-marinha composta essencialmente de manguezais. A Figura 8.37 ilustra a espacialização das unidades geomorfológicas incidentes na ADA.

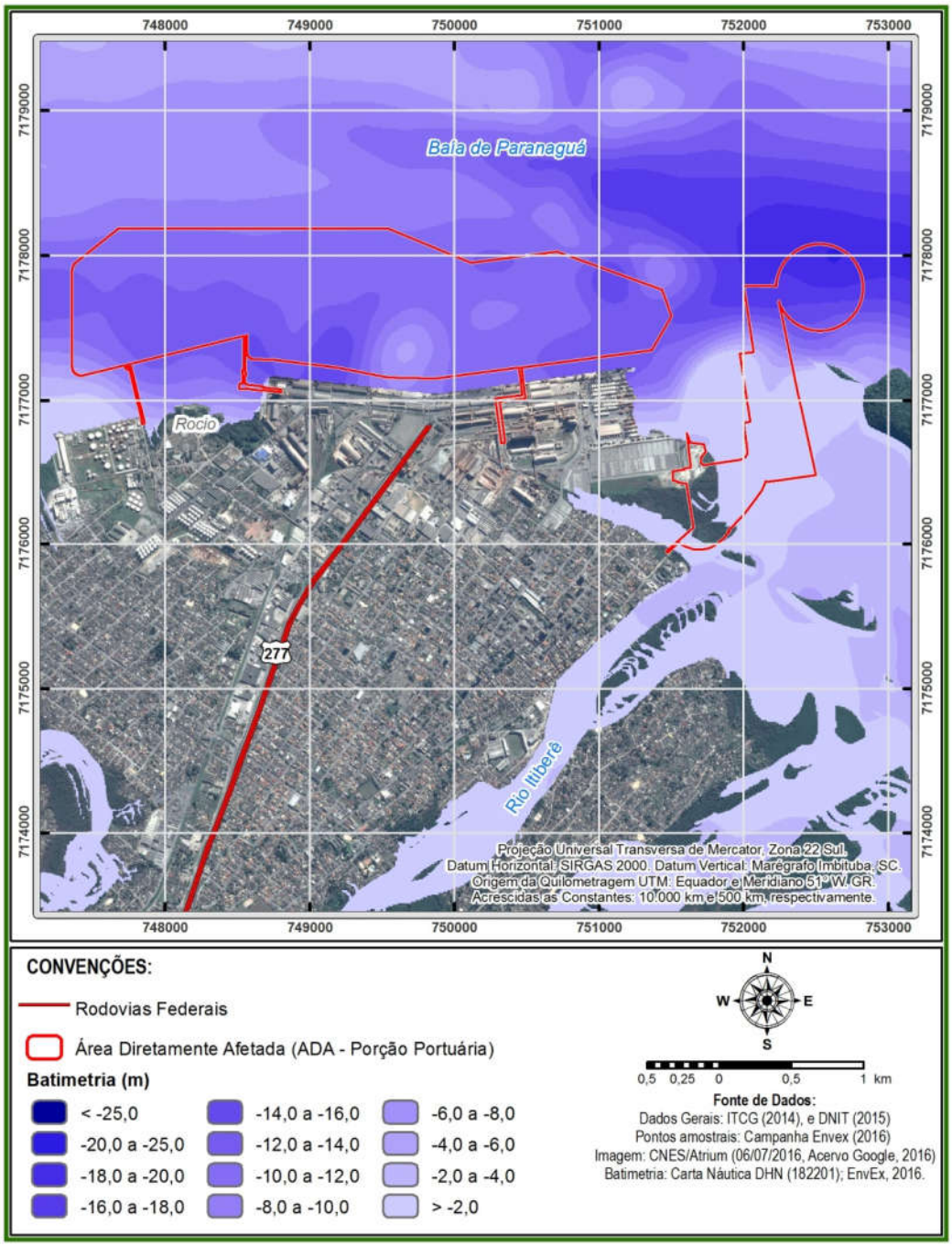
No tocante à batimetria, a Figura 8.38 demonstra a situação atual das profundidades na porção estuarina que compõe a ADA. Observa-se que nos píeres em “L” e “F” a profundidade máxima está entre 12 e 14 metros, no píer em “T” a profundidade varia entre 10 e 12 metros, e o complexo náutico com profundidade máxima de apenas 2 metros.

Nesse contexto, intervenções de aprofundamento da superfície de fundo são previstas para a implantação e ampliação de estruturas portuárias.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.37 – Unidades geomorfológicas presentes na porção continental da ADA do empreendimento.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.38 – Batimetria da Área Diretamente Afetada.

8.1.5.7 Possíveis implicações para ampliação do empreendimento

Do ponto de vista geomorfológico e considerando as unidades geomorfológicas descritas, é cabível salientar que para a execução ou efetivação da ampliação do empreendimento

algumas implicações são previstas no tocante a modificações da paisagem. Tanto para os píeres quanto para o complexo náutico previstos, haverá necessidade de dragagem e até mesmo derrocagem, trazendo modificações à superfície submersa e à composição das margens do estuário.

De outra maneira, a implantação das estruturas previstas terá como consequência alterações na dinâmica sedimentar de maneira isolada assim como cumulativa, considerando as estruturas portuárias já existentes. Destaca-se que a caracterização da direção de fluxo sedimentar em diferentes cenários, considerando as estruturas de ampliação previstas e outras intervenções necessárias, é apresentada em tópico específico em atendimento ao termo de referência, a partir de modelagens hidrodinâmicas.

8.1.6 Pedologia

Dentre os recursos naturais de nosso planeta os solos apresentam-se com significativa importância, entendendo que a produção de grande parte de nossos alimentos, de maneira direta ou indireta, necessita de campos para o cultivo e pastagens sobre eles implantados. Sua importância é dada também pela sustentação de fitofisionomias, tais quais os campos, cerrados e florestas, bem como possuem a função de retenção das águas das chuvas para posteriormente emergirem a partir de nascentes e mananciais (LEPSCH, 2002).

8.1.6.1 Metodologia aplicada

De modo geral, as cartas pedológicas podem ser definidas como a aplicação sintética das informações pertinentes à formação e distribuição geográfica dos diferentes solos existentes em uma determinada localidade. As cartas pedológicas podem ter diferentes graus de detalhe, o que depende tanto da intensidade dos trabalhos de levantamento, como da escala de publicação (LEPSCH, 2002).

Para a AEII do empreendimento, dispõe-se de mapeamento de reconhecimento de baixa intensidade, isto é, trata-se de um mapeamento cuja finalidade é identificar os solos existentes na região para o planejamento territorial considerando extensas áreas, no caso, o Estado do Paraná.

A representação espacial existente para as classes pedológicas que recobrem o estado paranaense e por consequência a AEII do empreendimento é dada na escala 1:250.000, conforme publicação do EMBRAPA/IAPAR (2008). Assim, não se faz possível sua utilização

em aplicações que exige maior nível de detalhamento, tal como para a ADA do presente estudo.

Em escala de maior detalhe (1:50.000), e especificamente para a planície litorânea do Paraná, tem-se o mapeamento realizado por Rauen *et al.* (1994), além do Levantamento Geomorfológico com Ênfase em Solos da Porção Sul de Tombamento da Serra do Mar / PR, apresentado por Rocha *et al.* (2002). Entretanto, ambos os mapeamentos contemplam parcialmente o litoral paranaense e não abrangem completamente a área de drenagem da Baía de Paranaguá, a qual representa a AEII deste estudo.

Diante disso, com o auxílio de recursos em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), desenvolveu-se a elaboração de um mapa de solos considerando os dados pedológicos disponíveis para a área em análise, bem como os produtos cartográficos relativos aos fatores de formação dos solos, conforme maior importância para a região focada, a saber: i) geomorfologia (macrozoneamento geomorfológico e declividade) e, ii) de forma secundária, a geologia, a cobertura vegetal e o uso da terra.

Para tanto, tomou-se por referência o estudo técnico desenvolvido por Paula e Santos (2008), que a partir da definição das relações existentes entre pedologia e geomorfologia, confeccionaram e validaram a Carta Pedológica da Área de Drenagem da Baía de Antonina. A delimitação se mostrou imediata para as unidades geomorfológicas que apresentaram alta relação com uma única unidade pedológica. Entretanto, para os compartimentos geomorfológicos que denotaram relação com mais de uma unidade pedológica, efetuou-se o que se chamou de análise de contexto, ou seja, foram considerados os polígonos já classificados em seu entorno.

Para fins de caracterização pedológica da ADA do empreendimento, necessitando, portanto, de escala de maior detalhe para a identificação dos tipos de solos que compõem a área de estudo, efetuou-se trabalho de campo, no dia 11 de junho de 2016, para análise expedita de solos a partir de sondagens diretas com uso de trado manual para reconhecimento dos horizontes pedológicos em profundidade, coleta de amostras e análises físico-químicas. Este trabalho permitiu a validação dos corpos pedológicos com base em dados primários, assim como o refinamento da espacialização dos corpos pedológicos através de base cartográfica em escala 1:10.000 (PARANACIDADE, 2007), considerando novamente a morfometria do terreno e o uso e cobertura da terra, compreendendo as especificidades de tipos vegetacionais em relação aos tipos de solos.

8.1.6.2 Caracterização pedológica das áreas de estudo para determinação das áreas de influência do meio físico

Ao todo, são reconhecidos dezoito diferentes tipos de solos na área de abrangência da AEII do empreendimento, identificadas em nove subordens e nove associações entre duas subordens pedológicas, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SBCS) da EMBRAPA (2013).

A representação espacial dos tipos pedológicos presentes nas áreas de estudo para determinação das áreas de influência do meio físico pode ser verificada através do mapa do Anexo I – Mapa 14 - Mapa Pedológico Regional, enquanto que a quantificação dessas classes é apresentada pela Tabela 8.1.35.

Tabela 8.1.35 – Tipos de Solos Existentes nas Áreas de Estudo para Determinação da Áreas de Influência do Empreendimento.

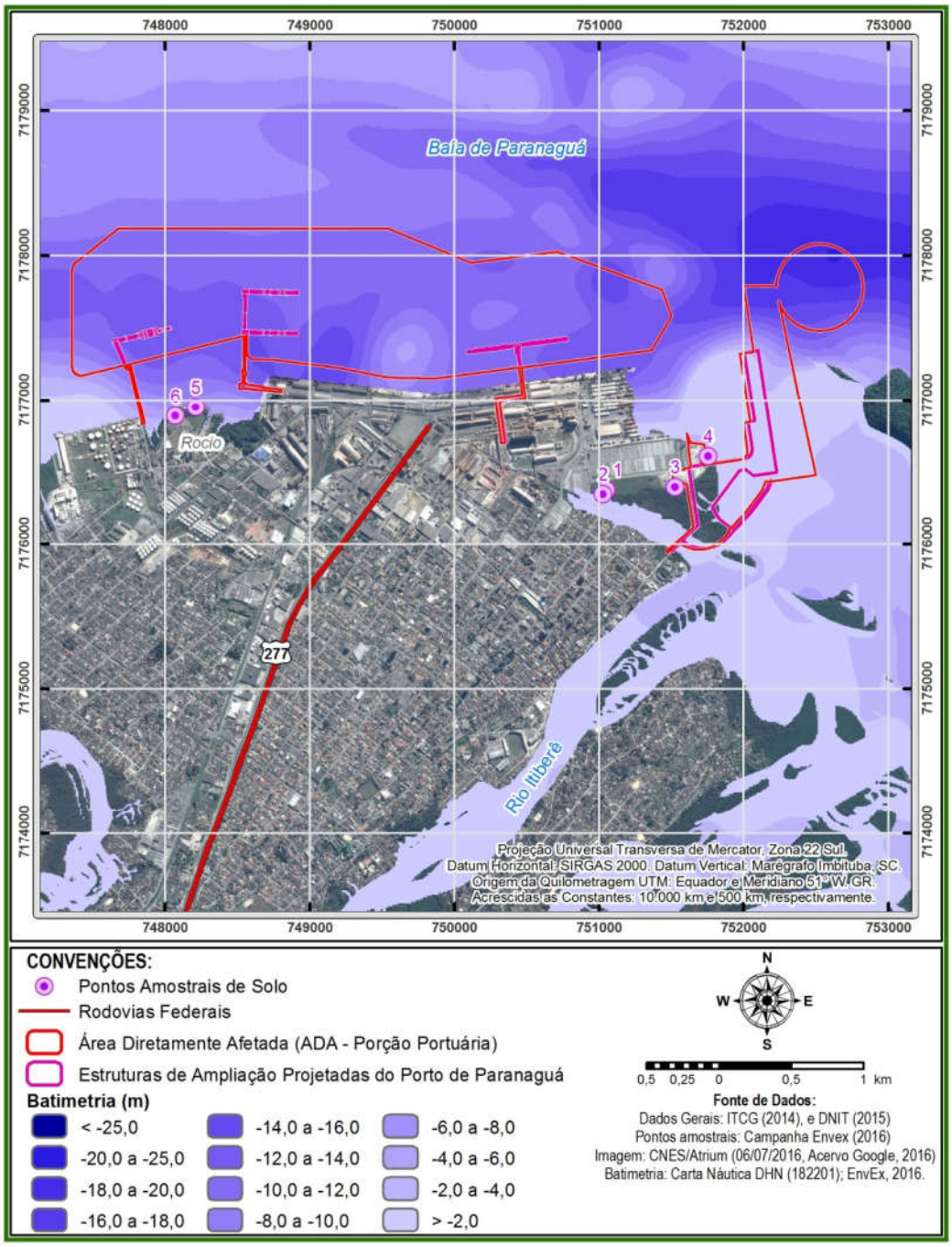
Tipos de Solos	AEII		AEID	
	Área (Km²)	Área (%)	Área (Km²)	Área (%)
CX (Cambissolos Háplicos)	353,88	12,09	54,2	9,74
CX1 (Associação entre Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos)	236,88	8,09	14,17	2,55
CX2 (Associação entre Cambissolos Háplicos e Argissolos Vermelho-Amarelos)	392,55	13,41	6,09	1,09
CX3 (Associação entre Cambissolos Háplicos e Latossolos Vermelho-Amarelos)	92,93	3,17	2,12	0,38
CY (Cambissolos Flúvicos)	91,77	3,14	10,57	1,90
EK (Espodossolos Humilúvicos)	489,94	16,74	202,33	36,34
EK1 (Associação entre Espodossolos Humilúvicos e Gleissolos Háplicos)	10,00	0,34	0,41	0,07
EK2 (Associação entre Espodossolos Humilúvicos e Organossolos Háplicos)	76,92	2,63	33,81	6,07
GJ (Gleissolos Tiomórficos)	82,55	2,82	9,2	1,65
GJ1 (Associação entre Gleissolos Tiomórficos e Neossolos Flúvicos)	31,95	1,09	24,53	4,41
GM (Gleissolos Melânicos)	5,88	0,20	5,24	0,94
GX (Gleissolos Háplicos)	147,22	5,03	2,77	0,50
GX1 (Associação entre Gleissolos Háplicos e Cambissolos Flúvicos)	65,87	2,25	-	-
GX2 (Associação entre Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos)	104,41	3,57	-	-
OO (Organossolos Fólicos)	7,99	0,27	-	-
RL (Neossolos Litólicos)	181,13	6,19	0,09	0,02
RQ (Neossolos Quartzarênicos)	13,39	0,46	6,93	1,24
RQ1 (Associação entre Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos Humilúvicos)	2,34	0,08	2,34	0,42
Demais Áreas (Corpos d'água, aterros, etc.)	527,00	18,00	1,2	0,22
Total	**2.927,25**	**100,00**	**556,74**	**100**

Observa-se que predominam os Espodossolos Humilúvicos na AEII, compreendendo a aproximadamente 16,81% da área total. Ocupam as áreas de planícies litorâneas com amplitudes altimétricas de até 200m, caracterizados por relevo com inclinações menores que 3%.

O segundo conjunto de solos com significativo recobrimento sobre a AEII, representando solos de relevos caracterizados como sendo moderadamente ondulados a fortemente ondulados, refere-se às associações de Cambissolos Háplicos e Argissolos Vermelho-Amarelos, somando 13,47% da área total. Recobrem vertentes com inclinações entre 8 e 45%, isto é, em porções do terreno que apresentam declividades intermediárias de transporte e em sopés coluviais, com amplitudes altimétricas entre 200 e 900m.

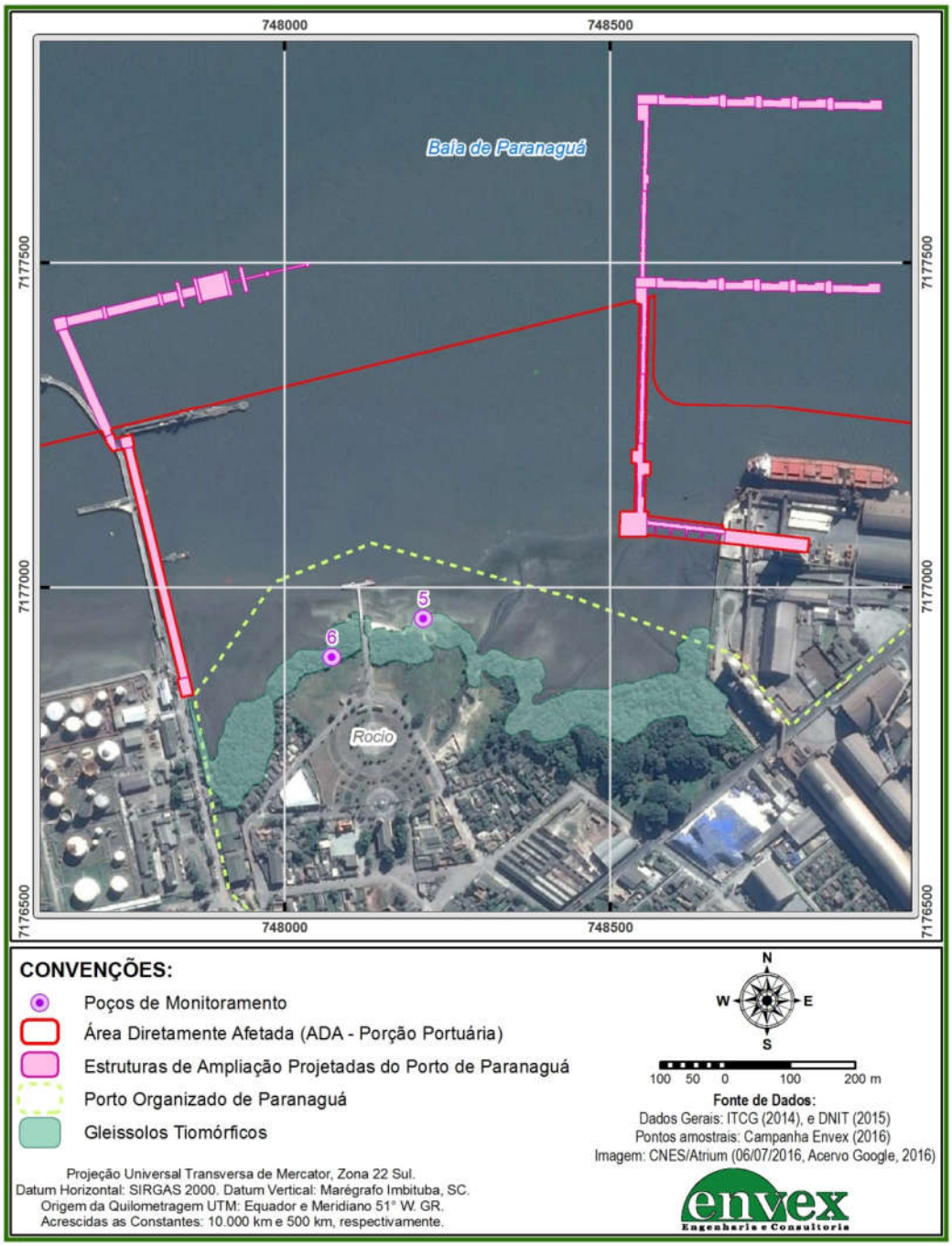
Para a validação dos dados secundários de solos existentes para a região, foram efetuadas prospecções com sondagens diretas em seis pontos (Figura 8.39) distribuídos de forma a recobrir o entorno da Área Diretamente Afetada (ADA), correspondente à porção portuária (excetuando-se então a área de descarte – ACE), a fim de abranger cada tipo de solo incidente no local, sendo encaminhadas as amostras para análises laboratoriais, cujos laudos são apresentados através dos Anexos.

Especificamente para a área diretamente afetada do empreendimento e seu entorno, dois tipos de solos são reconhecidos, como bem ilustram a Figura 8.40 e Figura 8.41, os Gleissolos Tiomórficos (GJ) e Antropossolos Sômicos.



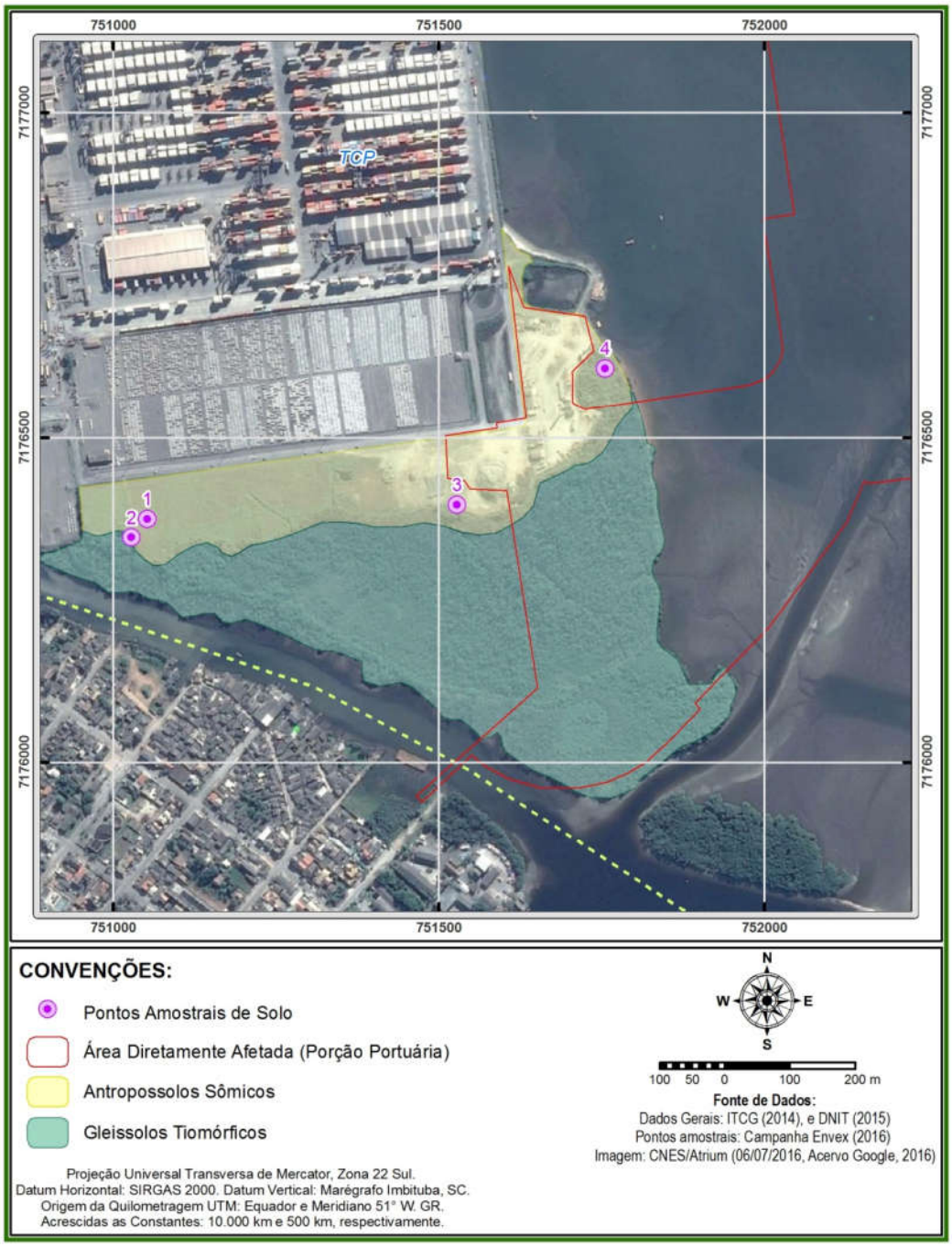
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.39 - Localização dos Pontos de Coleta de Amostras.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.40 - Caracterização Pedológica do entorno da Área Diretamente Afetada no setor dos píeres projetados do Rocio.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.41 - Caracterização Pedológica do entorno da Área Diretamente Afetada no setor da área projetada para embarque de passageiros.

Uma breve descrição dos solos existentes na ADA do empreendimento é apresentada a seguir, respeitando as informações fornecidas por Rauen *et al.* (1994), Rocha *et al.* (2002) e EMBRAPA (2013).

8.1.6.2.1 Gleissolos Tiomórficos (GJ)

Os Gleissolos ocorrem normalmente em regiões com clima permanentemente úmido, tanto em planícies ribeirinhas como na parte inferior das encostas adjacentes. Desenvolvem-se em materiais inconsolidados e muito influenciados por ocorrências de saturação hídrica por tempo prolongado. Assim, solos desta classe são permanentes ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados. A água de saturação ou permanece estagnada internamente, ou a saturação é por fluxo lateral do solo. Em qualquer circunstância, a água do solo pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície do mesmo.

De acordo com sua definição, são constituídos por material mineral, com horizonte glei dentro dos primeiros 50 cm da superfície, ou entre 50 e 125 cm desde que imediatamente abaixo de horizonte A ou E, ou precedido por horizonte B incipiente, B textural ou horizonte C com presença de mosqueados abundantes com cores de redução e satisfazendo, ainda, os seguintes requisitos:

i) ausência de qualquer tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei;
ii) ausência de horizonte vértico ou plíntico acima do horizonte glei ou coincidente com este;
iii) ausência de horizonte B textural com mudança textural abrupta;
iv) ausência de horizonte hístico com 40 cm ou mais de espessura.

Para a ADA, identificou-se a ocorrência da subordem dos Gleissolos Tiomórficos órticos (GJo), que são solos com horizontes sulfúricos e/ou materiais sulfídricos, dentro de 100 cm da superfície do solo. Se drenados artificialmente tornam-se excessivamente ácidos e altamente tóxicos para as plantas. Não devem ser usados, mas preservados em estado natural.

Estão situados nas porções recobertas por manguezais, sustentando formações pioneiras de influência fluviomarinha, sendo identificado através das sondagens 02, 05 e 06, enviadas para análise e tendo a descrição dos horizontes reconhecidos através da Tabela 8.1.36 até a Tabela 8.1.38.

A Figura 8.42, a Figura 8.43 e a Figura 8.44 ilustram a paisagem do local de coleta das amostras. Por sua vez, o Gráfico 8.1.25, o Gráfico 8.1.26 e Gráfico 8.1.27 representam

graficamente a distribuição granulométrica dos resultados obtidos pelo método de análise com pipeta seguindo parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 344/04.

Tabela 8.1.36 – Descrição Morfológica dos Horizontes Pedológicos para o Ponto de Coleta 02.

Horizonte		Profundidade	Cor	Composição Granulométrica de Terra Fina (%)			Classe Textural
				Areia	Silte	Argila	
A		0 a 20 cm	Gley 1 2,5/10Y (Preto Esverdeado)	83,8	6,6	9,6	Areia Franca
Cg		50 a 70 cm	Gley 1 5/10Y (Cinza Esverdeado)	77,6	5,7	16,7	Franco-Arenosa

Figura 8.42 - Configuração da paisagem no local de coleta solos (Ponto 02).

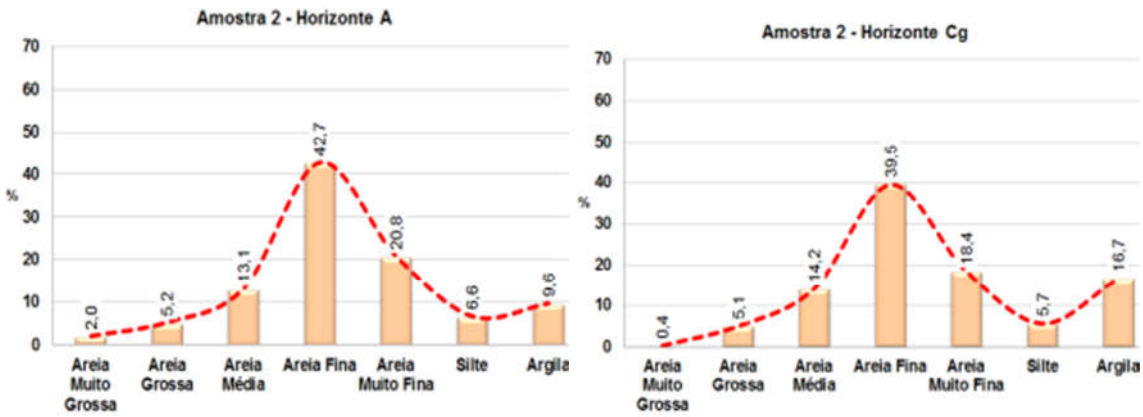


Gráfico 8.1.25 - Distribuição granulométrica no Ponto de Coleta 02.

Tabela 8.1.37 – Descrição Morfológica dos Horizontes Pedológicos para o Ponto de Coleta 05.

Horizonte		Profundidade	Cor	Composição Granulométrica de Terra Fina (%)			Classe Textural
				Areia	Silte	Argila	
A		0 a 20 cm	Gley 1 2,5/10Y (Preto Esverdeado)	85,5	3,7	10,8	Areia Franca
Cg		40 a 50 cm	Gley 1 5/10Y (Cinza Esverdeado)	95,3	1,4	3,3	Areia

Figura 8.43 - Configuração da paisagem no local de coleta solos (Ponto 05).

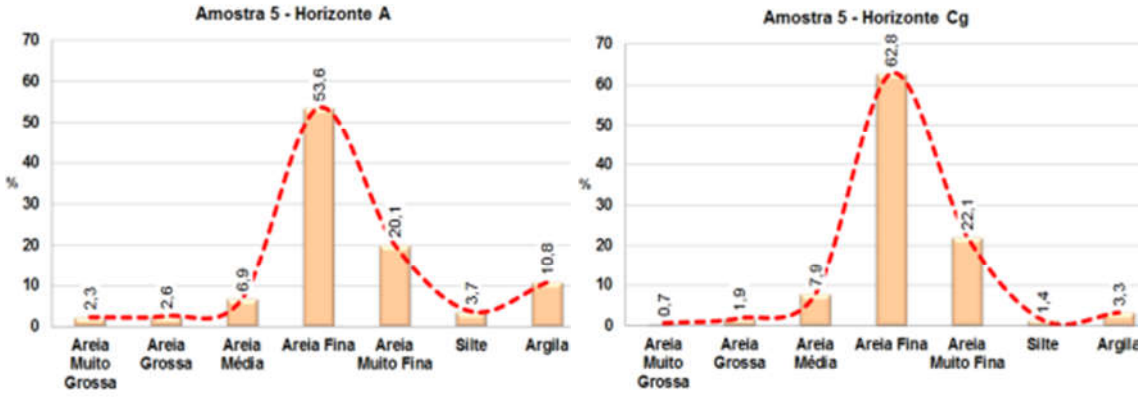


Gráfico 8.1.26 - Distribuição granulométrica no Ponto de Coleta 05.

Tabela 8.1.38 – Descrição Morfológica dos Horizontes Pedológicos para o Ponto de Coleta 06.

Horizonte		Profundidade	Cor	Composição Granulométrica de Terra Fina (%)			Classe Textural
				Areia	Silte	Argila	
A		0 a 20 cm	2,5YR 6/1 (Cinzento-Avermelhado)	95,7	1,1	3,2	Areia
Cg		40 a 50 cm	Gley 1 6/10Y (Cinza Esverdeado)	95,7	1,2	3,1	Areia

Figura 8.44 - Configuração da paisagem no local de coleta solos (Ponto 06).

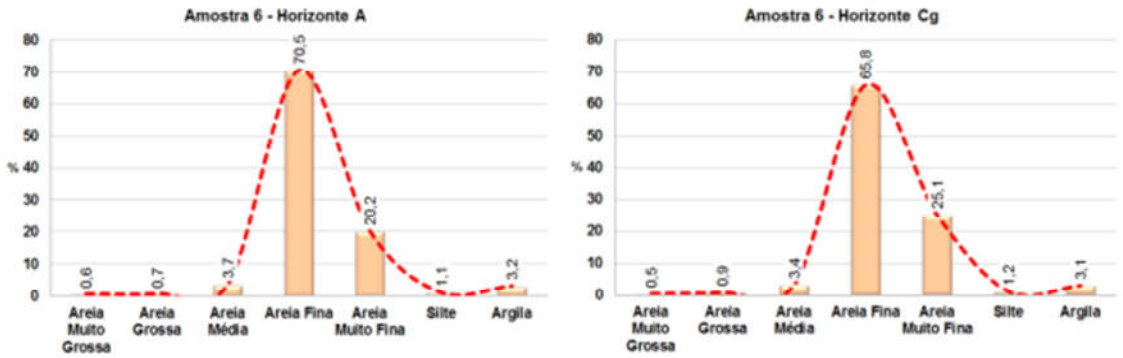


Gráfico 8.1.27 - Distribuição granulométrica no Ponto de Coleta 06.

8.1.6.2.2 Antropossolos Sômicos

Os Antropossolos são caracterizados como volumes formados por uma ou mais camadas de materiais de origem antrópica, sejam orgânicos ou inorgânicos, desde que se apresentem com espessura mínima de 40 cm (EMBRAPA, 2004). A morfologia e as condições de

drenagem desses volumes são bastante variáveis e estão diretamente relacionadas com a natureza dos materiais que os compõe (EMBRAPA, 2004).

Por definição, os Antropossolos Sômicos referem-se a volumes de constituídos especificamente pela ação antrópica direta, com a deposição de materiais em camadas ou misturados (aterro), podendo:

i) ocorrer mistura de fragmentos e/ou saprolitos de rocha;
ii) possuir adição de materiais antrópicos não nocivos ao ambiente.

Na região em análise encontra-se a subordem dos Antropossolos Sômicos Mésclicos, com incidência no setor destinado a receber as estruturas para o terminal de embarque de passageiros. Esta subordem é caracterizada como volumes sem a formação de camadas, contendo materiais de origens distintas depositados de maneira assistemática. Trata-se, portanto, de uma área de aterro, na qual volumes de materiais distintos foram depositados sobre a superfície original, cujo volume pedológico hoje é desconhecido.

Os pontos de amostragem que identificam esse tipo de solo na ADA referem-se aos pontos 01, 03 e 04, cuja descrição de seus horizontes é apresentada de forma resumida da Tabela 8.1.39 a Tabela 8.1.41, enquanto a Figura 8.45, Figura 8.46 e Figura 8.47 ilustram o local e cobertura vegetal existente, sendo ambas as amostras direcionadas para análises laboratoriais. Por sua vez, o Gráfico 8.1.28, Gráfico 8.1.29 e Gráfico 8.1.30 representam graficamente a distribuição granulométrica dos resultados obtidos pelo método de análise com pipeta seguindo parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 344/04.

Tabela 8.1.39 – Descrição Morfológica dos Horizontes Pedológicos para o Ponto de Coleta 01.

Horizonte		Profundidade	Cor	Composição Granulométrica de Terra Fina (%)			Classe Textural
				Areia	Silte	Argila	
A1		0 a 10 cm	2,5Y 6/2 (Cinzento-Bruno-Claro)	88,6	5,2	6,2	Areia

Figura 8.45 - Configuração da paisagem no local de coleta solos (Ponto 01).

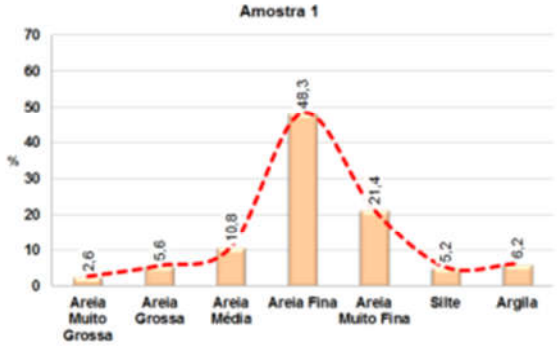


Gráfico 8.1.28 - Distribuição granulométrica no Ponto de Coleta 01.

Tabela 8.1.40 – Descrição Morfológica dos Horizontes Pedológicos para o Ponto de Coleta 03.

Horizonte		Profundidade	Cor	Composição Granulométrica de Terra Fina (%)			Classe Textural
				Areia	Silte	Argila	
A1		0 a 20 cm	5YR 2,5/1 (Preto)	35,8	19,7	44,5	Argila
A2		50 a 70 cm	7,5YR 5/2 (Bruno)	54,7	12,7	32,6	Franco-argiloarenosa

Figura 8.46 - Configuração da paisagem no local de coleta solos (Ponto 03).

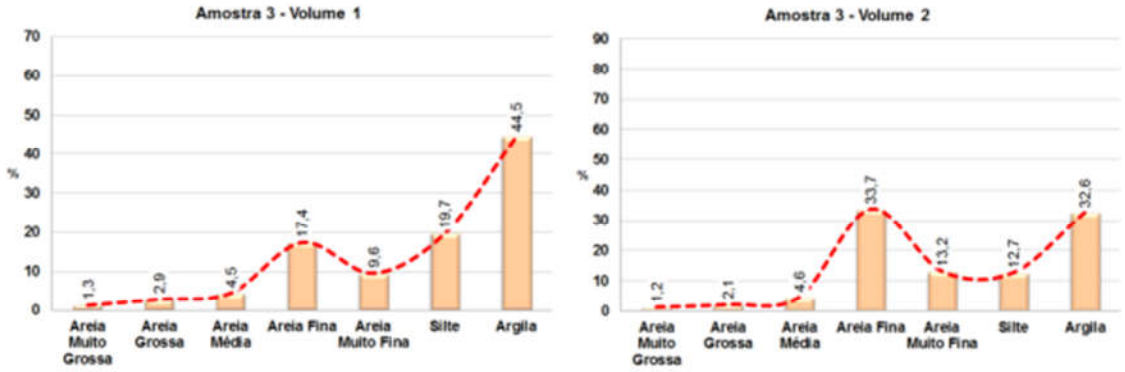


Gráfico 8.1.29 - Distribuição granulométrica no Ponto de Coleta 03.

Tabela 8.1.41 – Descrição Morfológica dos Horizontes Pedológicos para o Ponto de Coleta 04.

Horizonte		Profundidade	Cor	Composição Granulométrica de Terra Fina (%)			Classe Textural
				Areia	Silte	Argila	
A1		0 a 5 cm	7,5YR 3/2 (Bruno-Escuro)	87,5	4,3	8,2	Areia-franca
A2		30 a 40 cm	7,5YR 7/2 (Cinzento-Rosado)	90,6	3,5	5,9	Areia
A3		50 a 70 cm	7,5YR 5/2 (Bruno)	90,4	3,8	5,6	Areia

Figura 8.47 - Configuração da paisagem no local de coleta solos (Ponto 04).

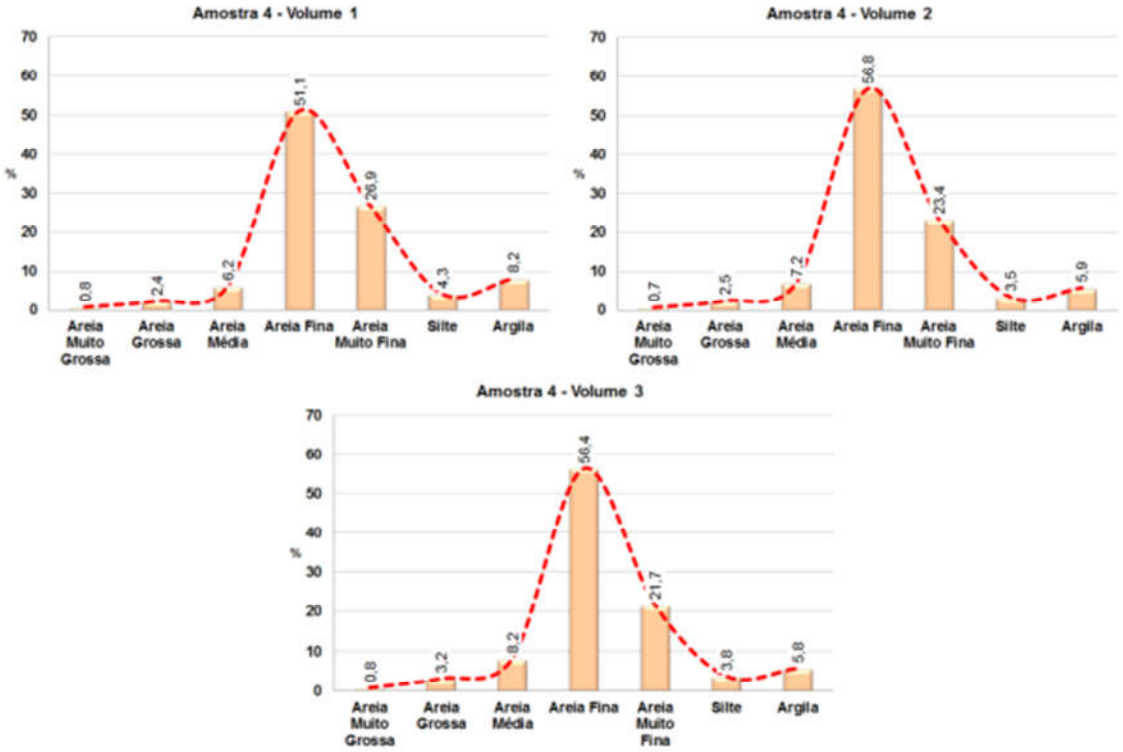


Gráfico 8.1.30 - Distribuição granulométrica no Ponto de Coleta 04.

8.1.6.2.3 Caracterização química dos solos

Para verificar a concentração de metais pesados nos solos incidentes na área do empreendimento e seu entorno, foram efetuadas análises laboratoriais em amostras de solos coletadas nos seis pontos de sondagem. Os ensaios foram executados pelo Laboratório de Análise Química de Fertilizantes e Resíduos do Instituto Agronômico (IAC), localizado em Campinas no estado de São Paulo.

A Tabela 8.1.42 apresenta um resumo dos parâmetros analisados e valores máximos permissíveis (VMP) estabelecidos na resolução CONAMA 420/2009, que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade de solo e água quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

De acordo com os resultados, nota-se expressiva concentração de alumínio nas amostras coletadas, principalmente no ponto de coleta 03. Tal condição pode estar associada ás grandes quantidades de matéria orgânica ou mesmo a fontes externas. Também se verificam altas concentrações de ferro, principalmente no ponto 03, cuja ocorrência pode estar associada aos materiais empregados na composição do aterro do terreno.

Tabela 8.1.42 – Tipos de Solos Existentes nas Áreas de Estudo para Determinação das Áreas de Influência do Empreendimento.

Amostra	Coleta 1	Coleta 2		Coleta 3		Coleta 4			Coleta 5		Coleta 6		Valor Máximo Permitido		
Parâmetros	Única	A	Cg	Volume 1	Volume 2	Volume 1	Volume 2	Volume 3	A	Cg	A	Cg	Agrícola	Residencial	Industrial
Alumínio	4446,0	3506,0	9135,0	13608,0	3337,0	1650,0	1970,0	1669,0	2775,0	1010,0	878,0	612,0	-	-	-
Cobre	19,1	9,4	7,5	9,6	4,4	4,7	5,3	4,6	16,2	2,6	2,7	3,8	200,0	400,0	600,0
Cromo	8,5	6,8	13,1	26,2	9,2	3,9	4,8	4,3	6,5	2,6	2,1	1,9	150,0	300,0	400,0
Ferro	7682,0	7421,0	11841,0	25699,0	7664,0	4129,0	4750,0	3858,0	3763,0	1770,0	988,0	2588,0	-	-	-
Manganês	100,0	44,7	110,0	122,0	114,0	132,0	49,4	36,2	17,8	19,4	11,3	27,6	-	-	-
Níquel	29,6	3,0	9,0	8,8	7,5	4,9	3,6	1,3	9,1	7,6	9,4	3,0	70,0	100,0	130,0
Zinco	45,8	10,1	20,9	52,4	11,6	13,0	18,3	15,1	56,8	6,3	6,0	8,5	450,0	1000,0	2000,0

OBS: mg/kg de peso seco

8.1.6.2.4 Considerações finais (Geopedologia)

Considerando o projeto proposto para implantação do empreendimento, as porções em que incidem os solos hidromórficos serão parcialmente preservadas. A ampliação com implantação de novos píeres não afetará diretamente esses tipos de solos.

É cabível salientar que os Gleissolos Tiomórficos possuem elevada suscetibilidade à contaminação do lençol freático devido à nula capacidade de filtro quando saturados. Essa composição pedológica também é reconhecida por sua fragilidade à deflagração de processos erosivos mesmo que se encontrem sobre superfície do terreno de baixa declividade (0 a 3%), sobretudo quando há supressão da vegetação, de maneira a expor a cobertura de solos aos eventos de escoamento superficial.

Dessa maneira, tanto os Gleissolos do setor do Rocio quanto do setor projetado para receber as instalações do terminal de embarque de passageiros, devem ser mantidos como Área de Preservação Permanente, respeitando assim a legislação vigente.

Por sua vez, ainda no setor do terminal de embarque projetado, o volume pedológico incidente refere-se aos Antropossolos Sômicos, área já modificada devido a deposição de materiais diversos (aterro), devendo-se, portanto, ter em consideração a capacidade de filtro e drenagem variados, justamente em função da natureza diversa dos materiais ali depositados.

8.1.7 Risco Geotécnico

8.1.7.1 Introdução

No Brasil, os termos “carta de risco” e “carta de suscetibilidade” são comumente utilizados de forma indiscriminada, fazendo referência a documentos de mesma espécie. Entretanto, em cartografia geotécnica, há uma conceituação aceita internacionalmente que distingue tais documentos com base no tipo de informação que apresentam (ZUQUETTE & GANDOLFI, 2004). Neste trabalho, tentou-se seguir os conceitos internacionais para evitar eventuais equívocos de interpretação das cartas geradas.

Entende-se por “suscetibilidade” a propensão de uma região ao desenvolvimento de um certo fenômeno ou processo, que pode ocorrer de forma natural ou de forma induzida/

potencializada pela intervenção humana. Já o "risco" é uma medida da ameaça (fenômeno cuja dinâmica pode gerar consequência negativas aos elementos expostos) e dos danos que podem ser ocasionados por ela em um dado intervalo de tempo (IPT, 2005). Segundo VANES (1974) e HAYS (1991), "cartas de risco geotécnico" necessariamente relacionam "eventos perigosos", "ocupação" e a "vulnerabilidade da ocupação diante de eventos perigosos".

Outro termo importante na cartografia geotécnica é "atributo", que pode ser entendido como o elemento básico que será inserido e operado sobre um documento cartográfico como informação que representa parte dos componentes do meio físico (ZUQUETTE & GANDOLFI, 2004). Assim, um atributo isolado é a informação que pode ser identificada (ato de reconhecer), caracterizada (ato de descrever) e classificada (ato de interpretar).

8.1.7.1.1 Escala e atributos

É sabido que cada um dos três fenômenos analisados é condicionado por uma extensa gama de fatores naturais, podendo ser influenciado pela intervenção antrópica. Por exemplo, a suscetibilidade a inundações de uma determinada área está diretamente relacionada a aspectos de geomorfologia, pedologia, uso e ocupação do solo, hidrografia, vegetação, fatores climáticos etc. (DIAS et al, 2004).

Contudo, num processo de mapeamento geotécnico, raramente é possível levar em conta todos os fatores existentes. Os atributos a serem considerados dependem da extensão da área a ser estudada, que por sua vez condiciona a exequibilidade de obtenção de dados. Segundo ZUQUETTE & GANDOLFI (2004), para áreas com centenas de quilômetros quadradas, como é o caso da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta (AEID) do empreendimento, o mapeamento é feito de forma regional, com escala inferior a 1:50.000.

Desta forma, para o presente estudo, selecionaram-se os seguintes atributos, tomados como fundamentais para as respectivas análises:

- Suscetibilidade a inundações: altimetria, declividade e urbanização;
- Suscetibilidade a movimentos de massa – escorregamentos: declividade, orientação da encosta, uso e ocupação do solo e vegetação;
- Suscetibilidade a processos erosivos: declividade, forma da encosta, uso e ocupação do solo e vegetação.

8.1.7.1.2 Materiais e métodos

Para obtenção dos parâmetros geomorfológicos foi utilizado o Modelo Digital de Terreno (MDT), gerado a partir das Cartas Topográficas elaboradas no âmbito do Projeto Pró-Atlântica (2002), de escala 1:25.000. A partir do MDT foram produzidos os mapas hipsométricos, de declividade, de orientação e de curvatura das vertentes.

Os dados de solos utilizados na análise de suscetibilidade à erosão foram obtidos a partir do Mapa Pedológico Regional, escala 1:50.000, de SANTOS et al. (2009). Os tipos de vegetação e os limites das áreas urbanizadas provém da Carta de Vegetação, escala 1: 50.000, do Mapeamento Pró-Atlântica da SEMA (2001). Além disso, fez-se uso de imagens do Google Earth para identificar cicatrizes de deslizamentos, a fim de balizar a análise de suscetibilidade a movimentos de massa.

As análises e a elaboração dos mapas finais foram feitas com auxílio do programa ArcGIS 10.3, que é um software de sistema de informações geográficas (SIG) com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem de terreno e gestão de banco de dados.

8.1.7.2 Suscetibilidade a inundações

8.1.7.2.1 Tipos e condicionantes

As inundações são eventos naturais que ocorrem devido ao extravasamento das águas do leito de um rio. São mais afetadas pelas inundações as áreas localizadas em relevos com baixa declividade e altimetria, como as planícies fluviais, onde há acúmulo de água e de sedimentos, segundo ENOMOTO (2004).

Inundações também se desenvolvem em regiões costeiras, podendo estar associadas a fenômenos climáticos, como chuvas tropicais e furacões; a tsunamis; a efeitos de maré; e ainda a rompimento de diques. No Brasil, geralmente está associado a chuvas fortes e efeitos de maré (LIMA, 2001).

Os condicionantes naturais que propiciam a ocorrência de inundações em uma bacia são as formas de relevo, taxa de infiltração do solo, fatores climáticos, influência das marés e

cobertura vegetal. Em geral, a vegetação reduz a velocidade de fluxo d'água e aumenta a capacidade de infiltração do solo, reduzindo o risco de inundação. Quando a vegetação é removida, a taxa de infiltração cai, aumentando o escoamento superficial de águas pluviais e consequentemente o potencial a inundações (LIMA, 2001).

No caso de regiões estuarinas, as inundações são normalmente causadas por uma combinação de marés altas e elevação do nível do mar por grandes ondas de tempestades, resultantes de fortes ciclones aquáticos (LIMA, 2001). Nestes ambientes, o transbordamento é maior quando o nível da maré alta é maior que o normal para condições de ocorrência de tempestades; ou quando grandes fluxos de águas doces são movidos ao longo de um estuário (SMITH e WARD, 1998); ou ainda pela combinação de tais fatores. Neste caso, a área de inundação aumenta, podendo atingir as terras baixas de rios que drenam para o estuário.

8.1.7.2.1 Atributos e mapas base

A análise de suscetibilidade a inundações foi realizada a partir da sobreposição de mapas de declividade, hipsometria e urbanização, considerando que a implantação de infraestrutura urbana invariavelmente gera impermeabilização do solo. Para cada um destes fatores foi atribuído um peso proporcional ao seu grau de importância, de modo que a declividade e a urbanização foram considerados os fatores mais relevantes, e a hipsometria, um fator secundário para o desenvolvimento deste tipo de fenômeno (Figura 8.48).

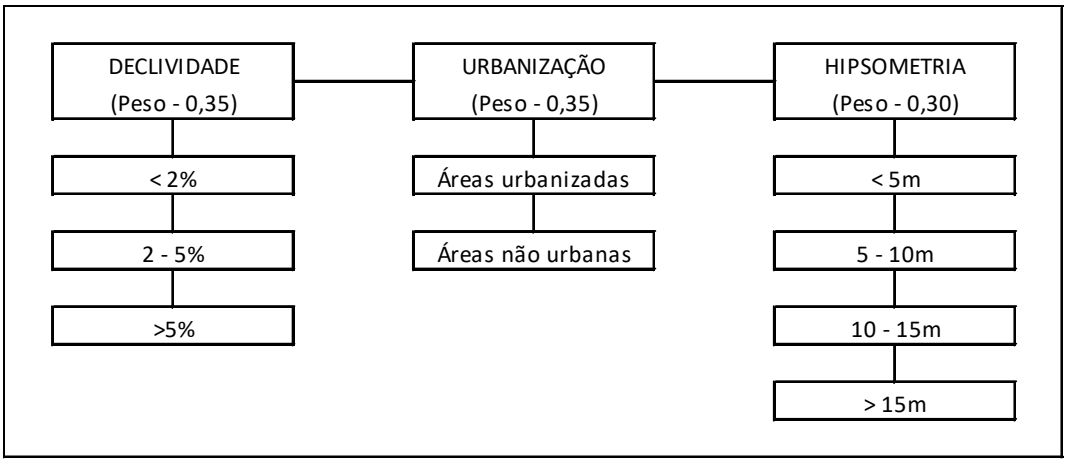


Figura 8.48 - Critérios adotadas para análise de suscetibilidade a inundações.

A partir do MDT foi gerado um mapa de declividade no qual a AID foi dividida em três classes de declividade percentual: 0-2%, 2-5% e > 5%. A maior parte da AID apresenta

declividades de até 2%, sendo o relevo muito plano, o que favorece a ocorrência de inundações. Foi gerado também o mapa hipsométrico, no qual a área foi dividida em quatro intervalos altimétricos: <5m, 5-10m, 10-15m e >15m.

8.1.7.2.1 Resultado

Zonas com altimetria inferior a 5m, e com declividade de 2 a 5% foram classificadas como Média e Baixa Suscetibilidade, a depender do cruzamento com áreas urbanizadas, e perfazem juntas cerca de 0,04% da porção emersa da AEID. A Tabela 8.1.43 apresenta de A álgebra de mapas realizada a partir dos dados de declividade, hipsometria e urbanização resultou na Carta de Suscetibilidade a Inundações (Anexo I – Mapa 16 – Mapa de Suscetibilidade de Inundações na Área de Estudo para Definição da Área de Influência Direta (AEID) do Meio Físico), a qual mostra que a maior parte da porção emersa da Área de Influência Direta (cerca de 65%) apresenta suscetibilidade média a esse tipo de fenômeno.

Suscetibilidades altas e muito altas, que perfazem cerca de 11,5% da AID, ocorrem, principalmente, na zona urbana de Paranaguá e, subordinadamente, em depressões localizadas junto a alguns setores de rios afluentes do canal estuarino.

Suscetibilidades baixas e muito baixas a nulas limitam-se ao setor sudoeste da AID, devido ao relevo acidentado que ocorre nessa porção.

Sobre o mapa de suscetibilidade a inundações foram lançados pontos de alagamentos frequentes na zona urbana de Paranaguá, de acordo com o Plano de Contingência Municipal de Proteção e Defesa Civil - Paranaguá (2017). Constatou-se que estes pontos ocorrem prioritariamente sobre zonas classificadas como “muito alta suscetibilidade” e subordinadamente sobre zonas classificadas como “alta suscetibilidade” (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).
A Tabela 8.1.43 apresenta, de forma resumida, a subdivisão da AID em termos de suscetibilidade a inundações.

Tabela 8.1.43 – Resumo da Suscetibilidade a Inundações da porção emersa da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta.

Suscetibilidade a Inundações	Área	
	km²	%
Muito baixa a nula	73,19	19,5%
Baixa	16,86	4,5%
Média	242,23	64,5%
Alta	23,68	6,3%
Muito Alta	19,75	5,2%
Total (Área Emersa da AEID):	**375,7**	**100**

8.1.7.3 Suscetibilidade a movimentos de massa

8.1.7.3.1 Tipos e condicionantes

Os movimentos de massa são comumente classificados em 4 tipos: escoamento ou rastejo, escorregamentos, movimentos de blocos e corridas (OLIVEIRA e BRITO, 1998).

Os rastejos são processos lentos e contínuos, caracterizados pelo movimento descendente da massa de solo de um talude, sem geometria e superfície de ruptura definida. Ocorrem geralmente em horizontes superficiais de solo e de transição solo/rocha, como também em rochas alteradas e fraturadas.

Escorregamentos são movimentos rápidos de massas do solo e/ou rocha, com volume bem definido, sendo que o centro de gravidade do material se desloca para baixo e para fora do talude, seja ele natural, de corte ou aterro. Esse processo está associado a ruptura de cisalhamento, devido ao aumento das forças de tensões ou a queda de resistência, em períodos relativamente curtos. De acordo com a geometria e natureza do material podem ser classificados como planares, circulares e em cunha.

Os movimentos de blocos são deslocamentos de blocos de rocha por gravidade, podendo ser divididos em queda, tombamento, rolamento e desplacamento.

Por fim, as corridas são movimentos de escoamento rápido, envolvendo grandes volumes de materiais. São classificadas quanto ao volume de material envolvido e à extensão do raio de alcance, apresentando alto poder destrutivo. Considerando o tipo de material mobilizado, as corridas podem ser de terra, de lama ou de detritos.

Cada tipo de movimento se desenvolve em situações próprias, sendo condicionadas por fatores distintos. Por exemplo, rastejos tendem a ocorrer em encostas com inclinação intermediária, sobre perfis de solo/saprolito espesso. Já quedas de blocos ocorrem em vertentes rochosas, escarpadas, sendo geralmente condicionadas por descontinuidades de qualquer natureza (tectônica, atectônica), desde que signifiquem superfícies de fragilidade na rocha.

Dito isso, é extremamente complexo avaliar a suscetibilidade de uma área a todos os tipos de movimentos de massa existentes, ainda mais na escala do presente estudo. Por esse motivo, a análise foi feita de forma simplificada, com o intuito de identificar zonas potenciais para o desenvolvimento de escorregamentos.

8.1.7.3.1 Atributos e mapas base

A análise de suscetibilidade a movimentos de massa do tipo escorregamentos foi realizada a partir da sobreposição de mapas de declividade, forma das vertentes em planta, orientação das vertentes e vegetação. Para cada um destes fatores foi atribuído um peso proporcional ao seu grau de importância, de modo que a declividade e a forma das vertentes foram considerados os fatores mais relevantes, enquanto a orientação das vertentes e a vegetação foram considerados fatores secundários para o desenvolvimento deste tipo de fenômeno (Figura 8.49).

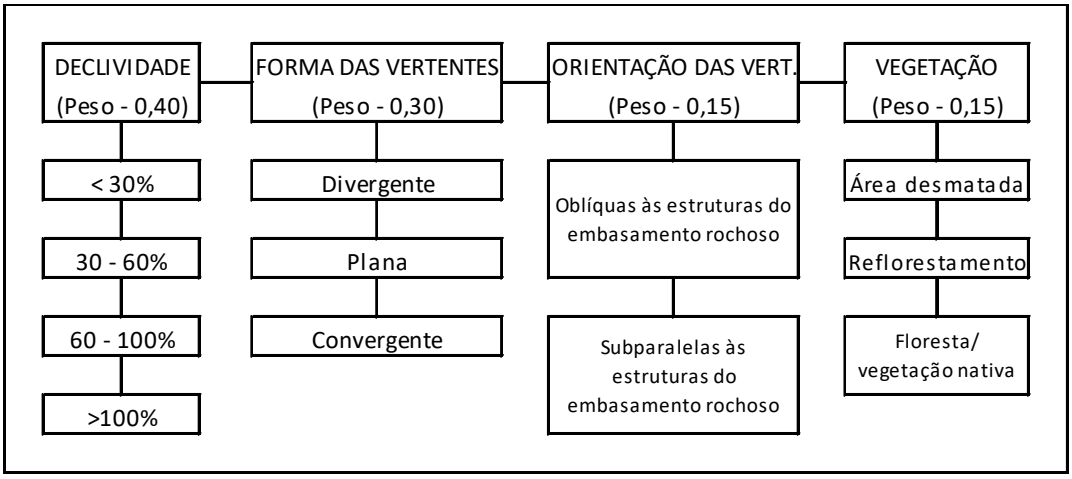


Figura 8.49 - Critérios adotados para análise de suscetibilidade a inundações.

Com base no MDT, a AID foi setorizada em quatro classes de declividade: 0-30%, 30-60%, 60-100% e >100%. Considerou-se, de forma análoga ao trabalho de AMARAL et al. (2011), que a suscetibilidade a movimentos de massa é maior em terrenos de declividades de 60-

100%, seguidas de vertentes com 30-60%, depois vertentes com mais de 100% de declividade e, por fim, vertentes com menos de 30%, onde tais fenômenos são praticamente inexistentes. A menor suscetibilidade atribuída a vertentes com mais de 100% de declividade (em relação a vertentes de até 100%) decorre do fato de que nesta situação os solos tendem a ser cada vez mais rasos a inexistentes.

A partir do MDT também foi gerado o mapa de curvatura em planta das vertentes. Para declividades inferiores a 5%, que corresponde à maior parte da AID, o relevo é praticamente plano e essa classificação não se aplica a este tipo de morfologia. Para os setores de relevo ondulado a montanhoso, concentrados no sudoeste da área, considerou-se que a suscetibilidade a movimentos de massa é maior em vertentes convergentes, seguidas das vertentes planas e, por último, em vertentes divergentes.

Além disso, elaborou-se um mapa de orientação das vertentes, onde foram destacadas as direções de mergulho dos taludes naturais. Vertentes orientadas para sudeste (112,5° - 157,5°) ou noroeste (292,5° - 337,5°), teoricamente subparalelas às estruturas das rochas metamórficas que ocorrem no local (de acordo com o MAPA GEOLÓGICO DO PARANÁ – MINEROPAR, 2005), são mais propensas a escorregamentos, pois tais estruturas podem ser superfícies de fragilidade, ou ainda condicionar contato solo/rocha, por onde o processo pode se desenvolver.

A interferência antrópica - traduzida na forma de áreas desmatadas e reflorestadas (SEMA, 2001) - foi considerada fator agravante em cada uma das situações analisadas, aumentando o grau de susceptibilidade a movimentos de massa.

8.1.7.3.1 Resultado

A análise resultou na Carta de Suscetibilidade a Movimentos de Massa (Anexo I – Mapa 16 - Mapa de Suscetibilidade a Movimentação de Massa na Área de Estudo para Definição da Área de Influência Direta (AIED) do Meio Físico), mostrando que grande parte da porção emersa da Área de Influência Direta (cerca de 81%) não apresenta predisposição ao desenvolvimento de movimentos de massa. Isto ocorre basicamente porque o relevo (plano a suavemente ondulado) é estável a este tipo de processo físico natural.

As porções da AID suscetíveis a movimentos de massa concentram-se em seu setor sudoeste, onde o relevo é acidentado, condicionado pelo embasamento de rochas

metamórficas. As áreas de baixa a média suscetibilidade somam cerca de 12% da porção emersa da AID. Zonas de alta suscetibilidade a movimentos de massa ocorrem prioritariamente nos setores intermediários de encostas convergentes com declividades entre 30% e 100%, que perfazem cerca de 6% da área. Zonas de muito alta suscetibilidade ocorrem pontualmente e correspondem a menos de 1% da AID.

Tabela 8.1.44 – Resumo da Suscetibilidade a Movimentos de Massa da porção emersa da Área de Estudo para determinação na Área de Influência Direta.

Suscetibilidade a Movimentos de Massa	Área	
	km²	%
Muito baixa a nula	303,2	80,7%
Baixa	20,5	5,4%
Média	26,8	7,1%
Alta	23,6	6,3%
Muito Alta	1,6	0,4%
Total (Área Emersa da AEID):	**375,7**	**100%**

8.1.7.1 Suscetibilidade a processos erosivos

8.1.7.1.1 Tipos

Na literatura são comumente reconhecidos 5 tipos de erosão hídrica: laminar ou em lençol, linear, intersulco, piping e marginal.

A erosão laminar é causada pelo escoamento difuso das águas de chuva, resultando na remoção progressiva e relativamente uniforme dos horizontes superficiais do solo (BENNETT, 1939 apud SOUZA, 2001).

A erosão linear é causada pela concentração de fluxo das águas de escoamento superficial, resultando em pequenas incisões na superfície do terreno. Esse tipo de erosão inicia na forma de sulcos e pode evoluir para ravinas e voçorocas (SALOMÃO e IWASA, 1995).

A erosão intersulco é causada pelo escoamento superficial que pode ocorrer em uma lâmina d'água de pequena espessura e extensão e que se concentra em determinadas áreas, tais como entre sulcos já existentes (MEYER et al., 1975).

O piping é uma erosão interna, condicionada pela remoção de partículas no interior do solo, formando canais que evoluem progressivamente no sentido contrário ao do fluxo d'água (CARSON e KIRKBY, 1975).

A erosão marginal é causada pelo escoamento concentrado nos cursos d'água. São formas erosivas transversais ao eixo do fluxo (MORGAN, 1995).

8.1.7.1.1 Fatores condicionantes

Para RODRIGUES (1982), os fatores que influenciam o quadro erosivo são interdependentes e constituem um número relativamente elevado. São eles: fatores climáticos, natureza do terreno, relevo, cobertura vegetal, ação antrópica e ação da água.
Diversas pesquisas apontam que a precipitação pluvial é a principal variável climática que interfere diretamente na ocorrência de processos erosivos. Uma parte da erosividade da chuva é devida ao impacto direto da chuva, e outra devida ao escoamento superficial. A capacidade da chuva em causar erosão do solo é atribuída à sua intensidade e ao tamanho de suas gotas, os quais determinam a energia da chuva (NASCIMENTO &CASTRO, 1976 e NISHIYAMA, 1995).

Maiores velocidades de erosão podem ser mais esperadas em relevos mais acidentados, como morros, do que em relevos suaves, como colinas amplas, pois declividades mais acentuadas favorecem a concentração e maiores velocidades de escoamento das águas, aumentando sua capacidade erosiva. A declividade tem tanto maior importância quanto maior for o comprimento da encosta, ou seja, o trecho percorrido pela água.

Além da declividade e do comprimento das encostas, sua forma é bastante relevante. Estudos apontam que a maior parte das voçorocas se desenvolvem em encostas convexas coletoras (FIORI & SOARES, 1976). YOUNG & MUTCHLER (1969) assinalam que uma encosta retilínea perde mais solo que uma encosta côncava, mas menos que uma encosta convexa.

Segundo BERTONI & LOMBARDI (1993), a vegetação atua na proteção da encosta contra o impacto da chuva e na dispersão da água por evaporação antes de atingir o solo. Além disso, aumenta a infiltração e a capacidade de retenção de água no solo, diminuindo a velocidade de escoamento. Para BAILEY (1941) APUD RODRIGUES (1982), a vegetação ainda melhora os parâmetros de resistência do solo, como coesão e ângulo de atrito.

O tipo de solo e suas características também influenciam na suscetibilidade à erosão. A erodibilidade dos solos (k) é a propriedade do solo que reflete a sua maior predisposição à ação erosiva. Este fator depende de características do solo como: composição mineralógica, granulometria, textura, resistência, compactação, expansibilidade etc. A erodibilidade do solo (k) pode ser obtida por métodos diretos (observações em campo) ou através de cálculos estimativos.

8.1.7.1.1 Atributos e mapas base

A análise de suscetibilidade a erosão foi realizada a partir da sobreposição de mapas de declividade, forma das vertentes em perfil, forma das vertentes em planta, pedologia e vegetação. Para cada um destes foi atribuído um peso proporcional ao seu grau de importância, de modo que a declividade foi considerada o fator mais relevante, seguido da forma das vertentes, da pedologia e da vegetação (Figura 8.80).

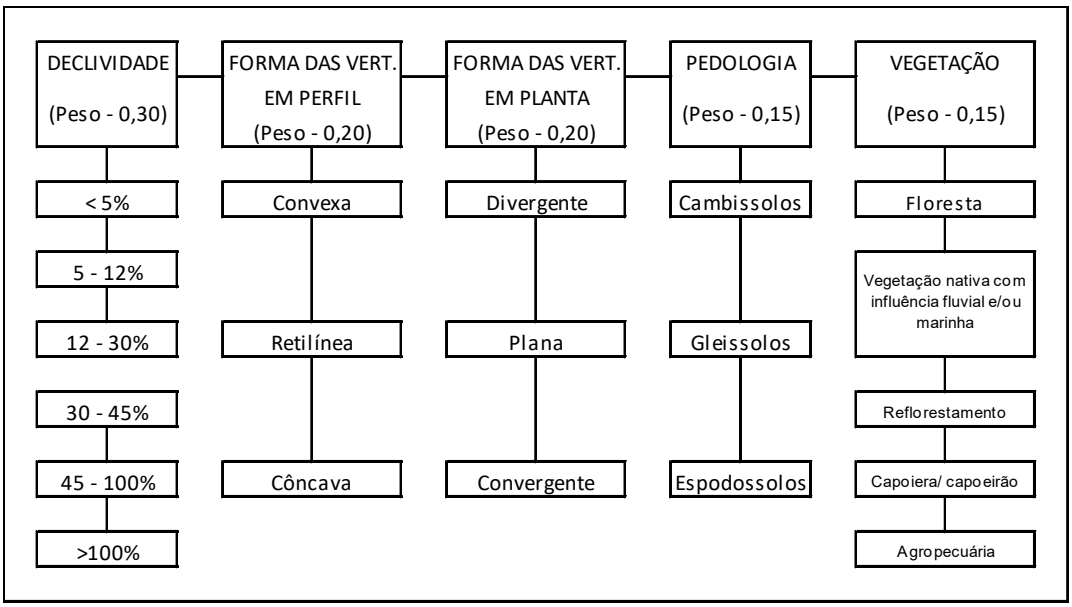


Figura 8.50- Critérios adotados para análise de suscetibilidade a erosão.

A partir do modelo digital de terreno, a AID foi setorizada em seis classes de declividade: 0-5%, 5-12%, 12-30%, 30-45%, 45-100% e > 100%. Considerou-se, em analogia ao trabalho de DE BIASI (1970 apud IENSEN, 2006), que a suscetibilidade à erosão aumenta com o incremento da declividade. Assim como para a análise de suscetibilidade a movimentos de massa, adotou-se uma redução da suscetibilidade à erosão para declividade maiores que 100%, devido à tendência de solos cada vez menos espessos a inexistentes quanto mais íngreme for o terreno.

Elaborou-se também o mapa de curvatura em perfil das vertentes, onde o terreno foi subdivido em vertentes côncavas, convexas e retilíneas. As encostas côncavas foram consideradas mais propensas a processos erosivos concentrados do que encostas retilíneas e estas, mais do que as encostas convexas.

Além disso, a curvatura em planta das vertentes foi contabilizada na análise. Considerou-se que a suscetibilidade a processo erosivos concentrados é maior em vertentes convergentes, seguidas das vertentes planas e, por último, em vertentes divergentes.

Elaborou-se também o mapa de curvatura em perfil das vertentes, onde o terreno foi subdivido em vertentes côncavas, convexas e retilíneas. As encostas côncavas foram consideradas mais propensas a processos erosivos concentrados do que encostas retilíneas e estas, mais do que as encostas convexas.

Além disso, a curvatura em planta das vertentes foi contabilizada na análise. Considerou-se que a suscetibilidade a processo erosivos concentrados é maior em vertentes convergentes, seguidas das vertentes planas e, por último, em vertentes divergentes.

8.1.7.1.1 Resultado

A análise resultou na Carta de Suscetibilidade à Erosão (Anexo I – Mapa 17 – Mapa de Suscetibilidade a Processos Erosivos na Área de Estudo para Definição da Área de Influência Direta (AEID) do Meio Físico), mostrando que a maior parte da porção emersa da Área de Influência Direta (76%) apresenta baixa suscetibilidade à erosão. Suscetibilidades médias, altas e muito altas concentram-se no setor sudoeste da área, condicionadas pelo relevo acidentado, e somam cerca de 23% da AID. As maiores suscetibilidades estão em vertentes inclinadas, côncavas e convergentes.

A Tabela 8.1.45 apresenta de forma resumida a subdivisão da porção emersa da AID em termos de suscetibilidade a erosão.

Tabela 8.1.45 – Resumo da Suscetibilidade a Erosão da porção emersa da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta.

Suscetibilidade a Erosão	Área	
	km²	%
Muito baixa a nula	4,7	1,3%
Baixa	285,0	75,9%

Suscetibilidade a Erosão	Área	
	km²	%
Média	65,4	17,4%
Alta	19,5	5,2%
Muito Alta	1,1	0,3%
Total (Área Emersa da AEID):	**375,7**	**100%**

8.1.7.1 Erosão em manguezais

Em etapas anteriores de estudo (Registro Diagnóstico Ambiental, 2011; 4º Relatório Semestral de Monitoramento da APPA, 2015), foram identificadas feições erosivas nos Manguezais Oceania e Rocio, localizados nas proximidades do Terminal de Passageiros e dos Píeres F e L.

Neste trabalho, foi realizado um reconhecimento de campo na região para observar o estado atual de tais locais e fazer um comparativo com os dados pré-existentes, com os objetivos de: avaliar se houve evolução do processo erosivo; identificar as causas potenciais e interferência antrópica; e sugerir estudos complementares futuros.

8.1.7.1.1 Manguezal Oceania

Durante o reconhecimento de campo foi observado uma feição erosiva pontual localizada na porção marginal do Manguezal Oceania, à beira do canal estuarino, junto à coordenada UTM 7.176.598 N, 751.789 E (Datum WGS-84).

Trata-se de um barranco com cerca de 1m de altura, que expõe predominantemente materiais argilosos avermelhados e, subordinadamente, porções arenosas e linhas de seixos (Figura 8.51). Aparentemente essa feição foi gerada por processo erosivo natural decorrente de subidas excepcionais da maré, possivelmente associadas a fenômenos de ressaca.

Figura 8.51 – Barranco erosivo no Manguezal Oceania, à margem do canal estuarino, dentro do limite da Área Diretamente Afetada do terminal de passageiros.

No trecho percorrido não foram observadas evidências significativas de desmatamento que, se estivesse presente, favoreceria o desenvolvimento de erosão. A única interferência antrópica importante vista neste local é a presença de resíduos sólidos, como plástico, vidro, metal, etc.

Em comparação com os dados do Registro Diagnóstico Ambiental (2011) e do 4º Relatório Semestral de Monitoramento da APPA (2015), ao que tudo indica não houve avanço dos processos erosivos anteriormente identificados, nem expansão da área afetada (Figura 8.52 e Figura 8.53).

Figura 8.52 – Vista da praia adjacente ao Manguezal Oceania ao longo do tempo, dentro dos limites da ADA do complexo náutico. A) Fonte: Registro Diagnóstico Ambiental (2011); B) Fonte: 4º Relatório Semestral de Monitoramento da APPA (2015); C) Atualmente – levantamento em junho de 2016.

Figura 8.53 – Área afetada por erosão à margem do Manguezal Oceania ao longo do tempo, dentro da ADA do complexo náutico. A) Fonte: Registro Diagnóstico Ambiental (2011); B) Fonte: 4º Relatório Semestral de Monitoramento da APPA (2015); C) Atualmente– levantamento junho/2016.

8.1.7.1.1 Manguezal Rocio

Durante o reconhecimento de campo não foram encontradas feições erosivas no Manguezal Rocio (Figura 8.54). Devido à proximidade com a comunidade, apresenta mais feições de interferência antrópica do que o Manguezal Oceania, como trilhas e grande quantidade de resíduos sólidos (Figura 8.55).

Figura 8.54 - Vista da margem do Manguezal Rocio a partir do trapiche que existe no local.

Figura 8.55 – Praia adjacente ao Manguezal Rocio com grande quantidade de lixo. Não há evidências de erosão.

8.1.7.1.1 Discussões e recomendações

A feição erosiva observada no Manguezal Oceania aparentemente não evoluiu em comparação com estudos anteriores, indicando uma estabilização do processo. Já no Manguezal Rocio não foi identificada nenhuma feição deste tipo, sugerindo um equilíbrio hidrossedimentológico nesta região.

A avaliação mais apurada do potencial erosivo das águas do estuário requer um programa de levantamentos hidrodinâmicos, levando-se em conta a variação espaço-temporal nestes ambientes. Para isso, devem ser definidas seções estratégicas para medição direta das velocidades das correntes atuantes no corpo d'água e para obtenção de maregramas (ARAÚJO et al., 2011). A integração de tais dados fornecerá interpretações - espacialmente distribuídas - para os padrões de fluxo hidrodinâmico e de índices de identificação de potenciais erosivos e deposicionais.

8.1.8 Recursos Hídricos

O capítulo do diagnóstico dos Recursos Hídricos compreende os subcapítulos referentes à Hidrologia, Qualidade das Águas Superficiais, Hidrogeologia, e Qualidade das Águas Subterrâneas, conforme descrito na sequência.

8.1.8.1 Metodologia aplicada

O diagnóstico dos Recursos Hídricos abrange a discussão da hidrologia superficial, qualidade das águas superficiais na Área de Estudo para determinação da Área de Influência Indireta (AEII) e Área de Influência Direta (AEID) do empreendimento e qualidade da água subterrânea. Para a caracterização dos recursos hídricos na AEII foram utilizados principalmente dados secundários e para a caracterização da AEID utilizou-se dados primários e secundários.

O recorte geográfico utilizado para a análise da hidrografia da AEII foi a Bacia Hidrográfica Litorânea. Foram abordados os usos da água nesta região de estudo, com base no Plano Estadual de Recursos Hídricos (SEMA, 2010), bem como demais publicações mais recentes oficiais do SEMA sobre o tema. Esta análise foi complementada com séries históricas

obtidas do SNIS – Sistema Nacional de Informações em Saneamento (2014), apresentados em forma gráfica.

Com relação à AEID, a análise iniciou-se com a espacialização das bacias e sub-bacias hidrográficas que a compõe. Os dados utilizados no mapeamento são oriundos de bases oficial do ITCG, em escala de 1:25.000.

Para a AEID foi realizado também o levantamento das outorgas de captação, lançamento e usos insignificantes no banco de dados do Instituto das Águas do Paraná. Estes dados foram classificados por sub-bacia, e apresentados em forma de tabelas e gráficos.

Com relação à qualidade da água superficial, para o diagnóstico da área de estudo inicialmente foram empregados dados secundários, complementados por coleta de dados primários nas proximidades da ADA dos novos terminais objeto do licenciamento.

Os dados secundários são oriundos do monitoramento executado em cumprimento aos Programas Ambientais do Plano de Controle Ambiental do Porto Organizado de Paranaguá. O levantamento realizado no Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas (PMQA) é extenso e possuiu uma série temporal considerável: de Janeiro de 2010 e Dezembro de 2013 até Junho de 2016.

Os parâmetros contemplados neste conjunto de dados da qualidade da água superficial são todos aqueles listados na Resolução CONAMA 357/2005. Estes dados secundários foram disponibilizados em forma de um banco de dados digital.

Primeiramente, os dados foram classificados conforme sua salinidade. Então foi verificado o padrão de qualidade da água da Resolução CONAMA 357/2005 aplicável a cada amostra. Quase a totalidade das amostras foi caracterizada como água salobra.

A partir destes dados foram elaborados gráficos e tabelas dos resultados dos parâmetros que foram efetivamente detectados nas amostragens, privilegiando aqueles para os quais foi verificada ultrapassagem dos padrões da Resolução CONAMA.

Finalmente, para complementar os dados secundários, foi realizada a coleta de dados primários de qualidade da água superficial, de forma a proporcionar mais detalhes sobre a ADA da ampliação prevista do Porto de Paranaguá. Foram realizadas duas campanhas de amostragem, em junho de 2016 e setembro de 2016, a fim de permitir a avaliação da

sazonalidade. Em cada campanha foram contemplados 4 pontos amostrais, em dois dos quais foram coletadas amostras de superfície e meio da coluna d'água, totalizando 6 amostras. As análises foram realizadas em laboratório acreditado pelo Inmetro (TECLAB Laboratórios Ltda.)

Finalmente, os dados primários também são apresentados em forma de gráficos e tabelas que mostram a comparação dos principais parâmetros com os padrões da Resolução CONAMA 357, bem como uma discussão comparativa com os dados anteriores já mencionados.

Em termos de hidrogeologia, não havia dados secundários de monitoramento de lençol freático disponíveis. Assim, foi realizada a coleta de dados primários em 6 poços de monitoramento de nível freático ao longo de áreas impermeáveis dentro da ADA e AEID.

Nesses poços foi realizado o monitoramento do nível da água em duas campanhas, em junho (final do outono) e em setembro (início da primavera) de 2016, de modo a identificar as variações sazonais que possam ocorrer.

Com relação à qualidade das águas subterrâneas, este tema foi pouco estudado na região. Não foram encontrados dados secundários desta tipologia. No entanto, há poucas áreas permeáveis dentro da área da APPA nas quais seria teoricamente mais provável a contaminação da água subterrânea. Assim, foi realizado o levantamento de dados primários em campo, em duas campanhas de amostragem nos seis pontos nos quais foram instalados poços de monitoramento hidrogeológico (nível freático). Os parâmetros serão selecionados em função dos usos preponderantes da água, bem como em função da avaliação dos que possam ser influenciados pelo empreendimento projetado. Todos os dados foram comparados com os padrões legais, em especial com aqueles preconizados pela Resolução CONAMA 396/08

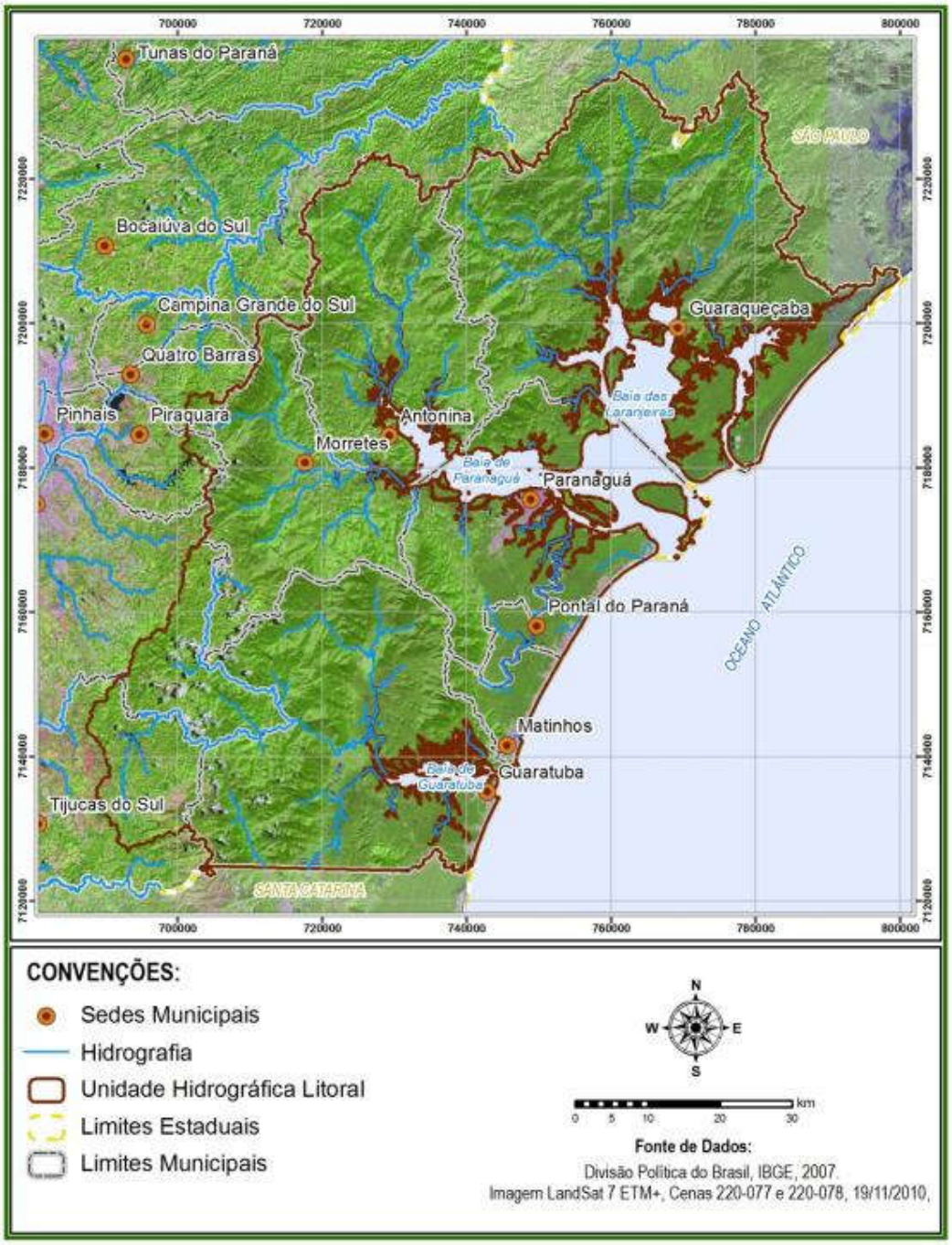
8.1.8.2 Hidrologia

A unidade de estudo para a análise da hidrologia superficial é a bacia hidrográfica (Anexo – I Mapa 18 - Rede de Drenagem e Bacias Hidrográficas). As formas de uso, tipos de solo e relevo, a vegetação local existente, o desmatamento e a presença de cidades exercem grande pressão sobre os recursos naturais que compõem a bacia hidrográfica. Sendo que a qualidade e a quantidade das águas dos rios, desde suas nascentes até a sua foz são reflexos das atividades humanas existentes na bacia (SEMA, 2010).

8.1.8.2.1 Considerações sobre a AEII do empreendimento na Bacia Litorânea Paranaense

A bacia litorânea paranaense (Figura 8.56) ocupa uma área de aproximadamente 5.950 km², o que corresponde a quase 3% da área total do Estado, e é habitada por uma população de 283.028 habitantes. A mesma abrange os municípios de Antonina, Guaraqueçaba, Guaratuba, Matinhos, Morretes, Paranaguá, e partes de Piraquara, Pontal do Paraná, Quatro Barras, São José dos Pinhais e Tijucas do Sul (SEMA, 2010).

A bacia litorânea paranaense é composta por duas grandes sub-bacias hidrográficas; a baía de Paranaguá com aproximadamente 3.882 km² de extensão que corresponde a cerca de 70% da área da bacia hidrográfica, e a da baía de Guaratuba, com área aproximada de 1.393 km². Outras duas bacias presentes são a do mar do Ararapira e a do rio Saí-Guaçu. Também integram a bacia litorânea os rios Emboguaçu, Itiberê, dos Correias e dos Almeidas. Esses quatro rios formam a Área Incremental de Paranaguá e somam área de 116 km² e drenam para o canal da Cotinga. Essa área incremental apresenta a totalidade de sua extensão situada na planície litorânea, evidenciando, portanto, baixa energia (SEMA, 2010).



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.56 – Bacia Litorânea Paranaense.

8.1.8.2.2 Uso da água na AEII

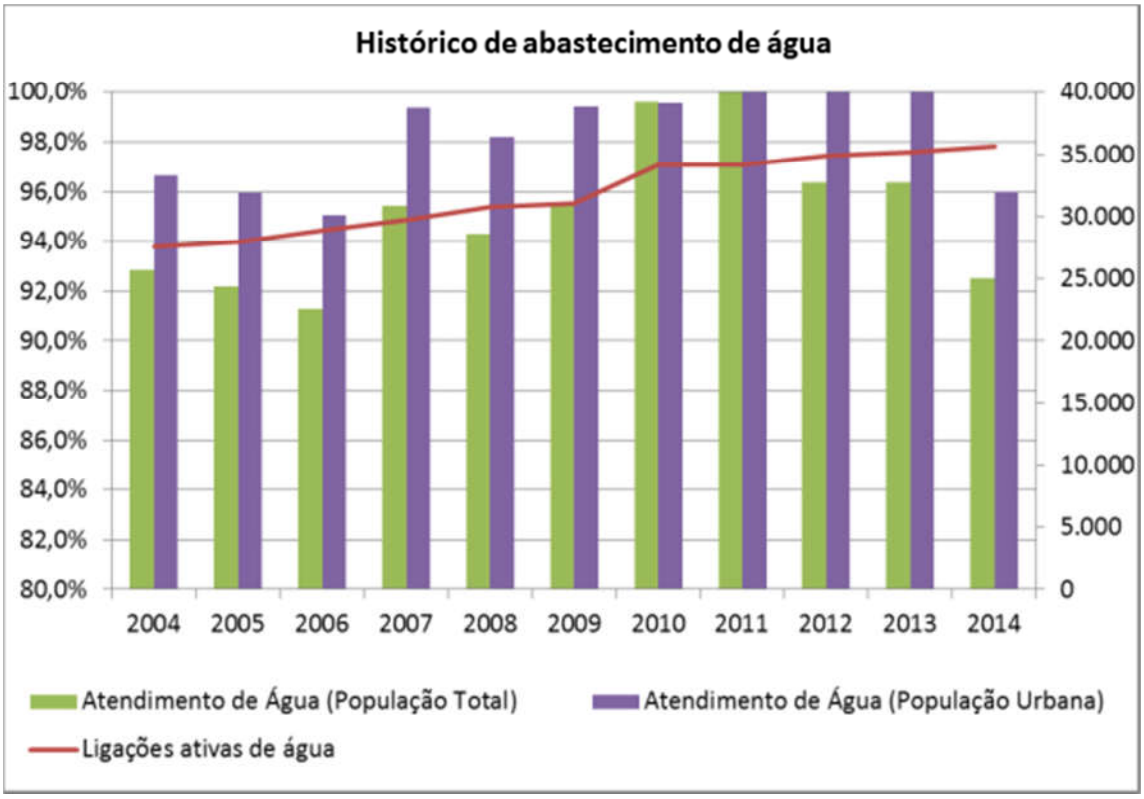
As informações contempladas para descrever o uso da água na AEII, foram extraídas do relatório denominado Diagnóstico das Demandas e Disponibilidade Hídricas Superficiais -

Definição do Balanço Hídrico entre Disponibilidade e Demanda, divulgado pela SEMA (2010). Tal relatório constitui um dos produtos que compõe o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Paraná. Também se utilizou como base de informação, a revista Bacia Hidrográfica do Paraná- Série Histórica, 2ª edição, publicada pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA (2013).

A demanda hídrica da bacia litorânea é de aproximadamente 1,2 mil L/s, o que representa somente 2% do total disponível. Desses, 98% provêm de mananciais superficiais e 2% de mananciais subterrâneos. Em relação à disponibilidade hídrica, 77 mil L/s é água superficial, o que representa 7% do total do Estado, enquanto que a disponibilidade hídrica subterrânea é de 3 mil L/s. Com relação às demandas de uso por atividade, 51% vão para o abastecimento público, 19% para uso industrial, 29% para o setor agrícola, 1% para a pecuária e menos 1% vai para o setor mineral (SEMA, 2010).

No que diz respeito ao abastecimento público e o esgotamento sanitário, aproveitou-se como base de dados, informações divulgadas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2004 a 2014, e dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Estatística (IBGE) a partir do censo demográfico de 2010. O principal município de interesse (Paranaguá), contemplado pela bacia litorânea, é atendido pelas prestadoras de serviço de saneamento: CAB Águas de Paranaguá e Companhia de Água e Esgotos de Paranaguá (CAGEPAR).

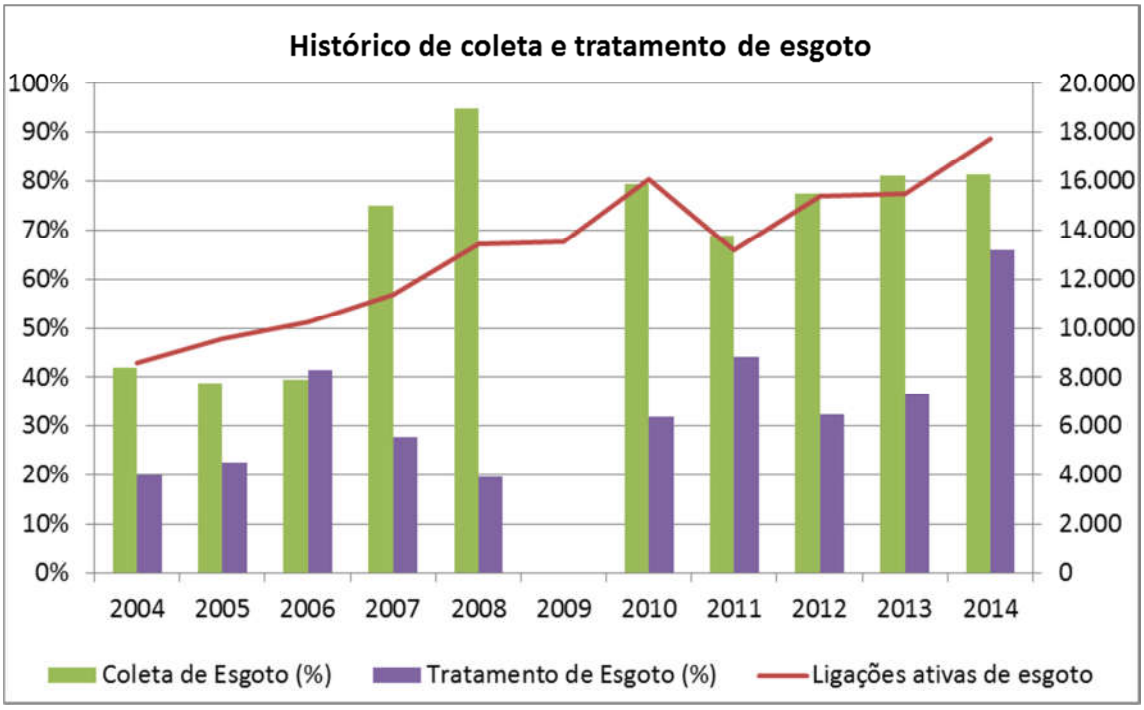
O Gráfico 8.1.31 mostra as principais informações referentes ao abastecimento de água no município de Paranaguá, onde é possível constatar que em 2014 houve uma ligeira queda no atendimento de água tanto na população urbana quanto na população total do município. No entanto, a quantidade de ligações ativas de água, continua acompanhando o crescimento da população de Paranaguá.



Fonte: SNIS, 2014.

Gráfico 8.1.31 – Histórico do abastecimento de água em Paranaguá.

Quanto ao esgoto sanitário, nota-se no Gráfico 8.1.32 abaixo que o município de Paranaguá dobrou o número de ligações ativas de esgoto durante os últimos dez anos com aumento expressivo do tratamento do esgoto coletado entre 2013 e 2014. Também é possível verificar a evolução ao longo do tempo dos índices percentuais de coleta e tratamento de esgoto.



Fonte: SNIS, 2014.

Gráfico 8.1.32 – Histórico de indicadores básicos de esgoto

Efluentes, cargas potenciais e remanescentes

Por meio da Tabela 8.1.46 observa-se que os usuários instalados na bacia litorânea paranaense apresentam produção de efluentes na ordem de 471,1 L/s, sendo que 31% dessa vazão recebem tratamento. Este é o menor índice de atendimento entre as bacias hidrográficas do estado. O baixo índice de atendimento ao tratamento de esgotos na Bacia Litorânea corrobora com a preocupação da sociedade em relação à qualidade da água dos rios e à balneabilidade, situação que é agravada na época de temporada de verão, devido ao aumento da população flutuante (SEMA, 2010).

Cerca 62% da produção de efluentes é atribuída ao setor doméstico (urbano e rural), sendo o setor industrial responsável por aproximadamente 37% do total produzido. Contudo, 90,8% dos efluentes industriais produzidos são tratados, enquanto que 54,4% dos efluentes domésticos recebem tratamento. De modo geral, 85,7% dos efluentes produzidos (incluindo tratados e não tratados) são lançados em corpos d'água superficiais (SEMA, 2010).

Tabela 8.1.46 – Caracterização dos efluentes produzidos na Bacia Litorânea Paranaense

Setor Usuário	Produção de Efluentes (L/s)	Efluentes Tratados (%)	Lançamento Superficial (%)	Cargas de DBO (kg/dia)	
				Potencial	Remanescente
Doméstico	294,1	18,5	79,4	14.579,6	8.681,8
Indústria	172,9	52,5	96,2	331,6	70,9
Minerário	0,1	-	100	-	-
Agrícola	3,5	-	100	-	-
Pecuária	1,0	-	70	1.423,9	160,2

Fonte: SEMA, 2010.

A fim de estimar a eficiência no tratamento dos efluentes, utilizou-se da relação entre os valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) potencial e remanescente para cada setor usuário. Os sistemas de tratamento de efluentes domésticos implantados na bacia litorânea apresentaram eficiência de 59,5% na redução do potencial poluidor dos efluentes, diminuindo para aproximadamente 8,6 t a carga diária original de 14,5 t. O tratamento dos efluentes oriundos da pecuária demonstrou eficácia de apenas 11,3%. Já o setor industrial apresentou sistemas de tratamento que, em conjunto, demonstraram eficiência próxima a 21% (SEMA, 2010).

Agropecuária e mineração

Os recursos hídricos destinados aos setores agropecuários e de mineração são os que menos apresentam consumo de água na bacia litorânea. A área colhida totaliza 0,19% em relação ao estado (SEMA, 2010). A Tabela 8.1.47 apresenta as características de tais setores.

Tabela 8.1.47 – Características do sistema de saneamento - agropecuária e mineração.

		Municípios	Antonina	Morretes	Paranaguá
Mineração	Captação (L/s)	Subterrânea	0	0,03	0,18
		Superficial	0	0,03	0,42
	Consumo	%	90	90	90
		Vazão (L/s)	0	0,05	0,54
	Efluentes	(L/s)	0	0,01	0,06
Agropecuária	Captação (L/s)	Subterrânea	0	1,6	0,88
		Superficial	1,46	0,56	0,31
	Consumo	%	93,5	93,4	89,4
		Vazão (L/s)	1,36	2,02	1,07
	Lançamento (L/s)	Superficial	0,07	0,11	0,09
Cargas Remanescentes	(kg/dia)	Urbanas	632,3	256,3	4.843
		Rurais	7,7	126,8	89,9

		Municípios	Antonina	Morretes	Paranaguá
de DBO		Industriais	17,1	20,3	33,6
		Pecuária	10,8	17,1	32,2

Fonte: SEMA (2010).

No setor de mineração, Paranaguá se destaca em relação aos outros municípios litorâneos, são captados 0,6 L/s de água em fontes superficiais, dos quais 0,54 L/s são consumidos e 0,06 L/s retornam ao corpo receptor. Para a agropecuária são captados 1,19 L/s de água, tanto em fontes superficiais, quanto em fontes subterrâneas, são consumidos 1,07 L/s e 0,12 L/s retornam ao corpo receptor.

Setor industrial na AEII

As atividades industriais predominantes na bacia Litorânea, sendo a maioria das indústrias localizadas em Paranaguá, envolvem indústrias de óleos vegetais, papel, abatedouros de aves, pescado, recepção e processamento de fertilizantes. (SEMA, 2010). Conforme a Tabela 8.1.48, comparado com outros municípios que fazem parte da Bacia Litorânea, Paranaguá apresenta o maior consumo de água neste setor. São captados de fontes subterrâneas e superficiais 69 L/s, desses 47 L/s são tratados e lançados nos corpos receptores superficiais, e 6,7 L/s não são tratados. Paranaguá também apresenta potenciais de cargas poluidoras como DQO (demanda química de oxigênio), DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e SS (sólidos em suspensão) de 18.409 Kg/mês, restando 4.780 Kg/mês depois dos devidos tratamentos.

Tabela 8.1.48 - Características do sistema de saneamento - setor industrial.

		Municípios	Antonina	Morretes	Paranaguá
Captação	(L/s)	Subterrânea	0	1,4	7,4
		Superficial	33,3	23,3	61,6
Efluente	(L/s)	Tratado	26,7	17,1	47
		Não Tratado	0	2,3	6,7
Lançamento	(L/s)	Superficial	26,7	19,5	47
		Outro	0	0	6,7
Cargas Poluidoras	Potenciais (Kg/mês)	DQO	8.532	6.348	10.567
		DBO	3.412	2.495	4.039
		SS	3.071	2.179	3.803
Cargas Poluidoras	Remanescentes (Kg/mês)	DQO	1.279	1.630	2.758
		DBO	511	608	1.007
		SS	460	481	1.015

Fonte: SEMA (2010).

Geração de energia

O potencial hidrelétrico da bacia Litorânea é de 352 MW, sendo o mais baixo em relação às outras bacias no Paraná. A água aproveitada nesta atividade não atinge diretamente o consumo, pois as características das demandas de água para a geração de energia são diferentes das outras demandas. Nesta atividade a água não é consumida, apenas passa através da turbina para gerar energia. A existência de barragens e estruturas é que podem prejudicar o regime de vazões dos rios, e assim, afetar a quantidade ou a qualidade da água existente (SEMA, 2010).

Pesca

Andriguetto (1999) explica que existem aproximadamente 60 comunidades pesqueiras distribuídas no litoral paranaense. As vilas pesqueiras se apresentam de várias formas, vão desde pequenos povoados exclusivamente pesqueiros, até bairros urbanos. O litoral paranaense apresenta grande diversidade de modalidade de pesca, predominando a pesca artesanal. O pescador artesanal participa diretamente da captura do pescado e faz dessa prática sua principal fonte de renda. Nas comunidades, alguns pescadores não realizam outras atividades complementares de renda, pois, tal prática não está ligada somente com o momento da pesca, mas também com a limpeza, o processamento e a venda dos pescados (AAT, 2009).

A pesca se limita à região estuarina e a plataforma continental rasa, pois parte das embarcações depende de condições meteorológicas propícias para realizar as pescarias. Nestas regiões, existem embarcações de diversos tamanhos e modelos, como por exemplo, canoas, voadeiras e bateiras. Dentre os instrumentos utilizados destacam-se a rede de emalhe, gerival, rede de arraste, malhadeiras e espinhel (SOARES NETO & GUERIOS, 2010).

Navegação

O acesso aos portos paranaenses se dá pelo Canal da Galheta, situado entre a Ilha da Galheta e a Ilha do Mel. Possui extensão de aproximadamente 30 quilômetros, desde o início do canal na plataforma continental interna paranaense, até a bacia de evolução do Porto de Paranaguá (AAT, 2009). Através das normas de Tráfego Marítimo e Permanência nos Portos de Paranaguá e Antonina, as Autoridades Portuária (APPA) e marítima (Marinha do Brasil), estabeleceram setores para trechos específicos do canal de acesso denominados

Alfa, Bravo Uno, Bravo Dois, Charlie Uno, Charlie Dois, Charlie Três, Delta Uno, Delta Dois e Echo. (LAMOUR e SOARES, 2008).

As embarcações mais comuns nos portos de Paranaguá e Antonina são navios graneleiros, navios cargueiros até 20.000 toneladas, navios frigoríficos de 5.000 até 7.000 toneladas de cargas congeladas, navios *Minibulkers* ou *Handybulker* para a exportação de barras de aço, navios *full*-contêineres que atendem o Terminal de Contêineres de Paranaguá, Navios Ro-Ro para transporte de automóveis, navios tanque para produtos inflamáveis, navios tanque para transportar óleos vegetais, navios químicos para transporte de produtos como ácido sulfúrico e navios gaseiros para o transporte de GLP (Gás Liquefeito de Petróleo).

A partir da realização de um estudo estatístico com base nos boletins da APPA (Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina) constatou-se que no período de 1981 a 2005 houve aumento da presença de navios *full*-contêineres, que passou de 17 para 840 neste período. Já os navios convencionais diminuíram, o número máximo ocorreu em 1983 com 847 navios, e o número mínimo ocorreu em 2000 com 194 navios. De modo geral, o número de navios que acessaram os portos paranaenses aumentou de 1.538 em 1981, para 2.342 em 2008. (LAMOUR e SOARES, 2008).

Turismo e lazer

A região turística do litoral paranaense tem seu polo econômico em Paranaguá, pois se trata de um município portuário com forte influência econômica. Os municípios litorâneos do Paraná se encontram em uma situação proveitosa no que diz respeito ao mercado turístico, pois, estão localizados próximos ao MERCOSUL (SOARES NETO e GUERIOS, 2010).

Em áreas litorâneas o setor de turismo e lazer apresenta problemas quando o assunto é a infraestrutura urbana e o sistema de esgoto sanitário. Na bacia litorânea este problema se dá principalmente no verão, quando há forte concentração de turistas. Nos meses de Janeiro e Fevereiro, a população flutuante chega a um milhão de habitantes. Em função dessa crescente demanda de pessoas no verão, o litoral paranaense sofre deficiências nos serviços de abastecimento de água, tratamento de esgoto e disposição dos resíduos, o que contribui para a contaminação das praias e rios (SEMA, 2010).

8.1.8.2.3 Considerações sobre a AEID do empreendimento.

A Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta (AEID) possui 560 km², sendo 371 km² situados em ambiente continental. Esta área é drenada por diversos rios e córregos que nascem na Serra do Mar e deságuam na Baía de Paranaguá. A porção continental da AEID pode ser subdivida em cinco sub-bacias principais: Guaraguaçu, Emboguaçu, dos Almeidas, dos Correias e Itiberê. Além das cinco sub-bacias, a ADA contempla áreas incrementais que drenam para o Canal da Cotinga ou diretamente para a Baia de Paranaguá conforme apresenta o Anexo I – Mapa 19 – Recursos Hídricos na Área de Estudo para Determinação da Área de Influência Direta (AEID) no Meio Físico.

A primeira e mais extensa sub-bacia da AEID é a sub-bacia do Rio Guaraguaçu que nasce nos limites ao sul da AEID e percorre a planície litorânea dividindo Matinhos, Pontal do Paraná e Paranaguá. A maioria dos afluentes do Rio Guaraguaçu, localiza-se em seu leito esquerdo, sendo os principais: Rio do Meio, Rio Cambará e Rio do Salto. O curso superior do rio localizado na área serrana e apresenta fortes declives, vales encaixados e padrão retilíneo de drenagem. O curso inferior, já na planície, possui amplo vale de fundo plano e padrão de drenagem. É caracteristicamente um rio de formas meândricas e de baixa energia, que serpenteia as margens e passagens entre os cordões, conferido pelas características dos sedimentos presentes da região.

Ao todo, esta sub-bacia compreende uma área de 266 km², correspondendo a 69% da porção continental da AEID. No entanto, como grande parte dos cursos de água desta sub-bacia deságuam no Rio do Salto e posteriormente no terço médio do Rio Guaraguaçu, considera-se que esta área exerce menor influência no empreendimento se comparada com as demais.

A sub-bacia do Rio Emboguaçu encontra-se inteiramente inserida na AEID do empreendimento. Esta sub-bacia possui extensão aproximada de 21 km² e desagua na baía de Paranaguá. Em seu curso médio e inferior apresenta formas meândricas, revelando baixa energia no transporte de sedimentos, favorecendo a formação de cordões arenosos. Suas nascentes situam-se na porção extremo sudoeste da bacia hidrográfica, em altitudes próximas a 125 m.

As sub-bacias do Rio Itiberê e do Rio dos Correias são semelhantes e abrigam grandes porções de áreas urbanizadas de Paranaguá. Ambas as sub-bacias estão integralmente inseridas na AEID e têm suas cabeceiras próximas à localidade de Maria Luíza a montante da Rodovia Engenheiro Argus Thá Hein (PR-407). A sub-bacia do Rio Itiberê é densamente

ocupada, principalmente na margem esquerda do leito principal, que também é amplamente utilizado para navegação de embarcações de pequeno porte. Do mesmo modo, a sub-bacia do Rio dos Correias também possui ocupação concentrada na margem esquerda do baixo curso do rio principal, onde localiza-se a Ilha de Valadares. Nas áreas com ausência de ocupação urbana, as margens dos dois rios são repletas de manguezais.

Por fim, a sub-bacia do Rio dos Almeidas que possui quase que sua totalidade coberta por densa vegetação e manguezais, também está integralmente inserida na AEID do empreendimento. Assim como os Rios Itiberê e dos Correias, o Rio dos Almeidas nasce próximo da Rodovia PR-407 e segue com baixa energia sobre a planície litorânea, adquirindo formas meândricas até desembocar no Canal da Cotinga, próximo a Baía de Paranaguá. A Tabela 8.1.49 apresenta as áreas de cada sub-bacia existente na AEID.

Tabela 8.1.49 – Áreas das sub-bacias e percentual dentro da AEID (porção continental).

Sub-bacias	Área (km²)	% da AEID (Continental)	% da AEID (Total)
Rio dos Almeidas	14,1	3,8%	2,5%
Rio dos Correias	22,7	6,1%	4,1%
Rio Emboguaçu	23,3	6,3%	4,2%
Rio Guaraguaçu	266,3	71,7%	47,5%
Rio Itiberê	27,4	7,4%	4,9%
Outras (A. Incrementais)	17,4	4,7%	3,1%
Total	**371,3**	**100%**	**560,8 km²**

Fonte: Elaboração própria.

Conforme exposto na tabela, além das sub-bacias supracitadas a AEID do empreendimento possui outras sub-bacias incrementais que drenam diretamente para o Canal da Cotinga ou para a Baia de Paranaguá. Essas sub-bacias compreendem uma área de aproximadamente 17 km² o que corresponde a quase 5% da área continental da AEID.

8.1.8.2.4 Uso da água na AEID

A caracterização dos usos da água na AEID do empreendimento teve como base o cadastro de outorgas de captações e lançamento de efluentes do Instituto das Águas do Paraná e do banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA). A outorga é instrumento de gestão dos recursos hídricos, que confere ao usuário o direito de uso do corpo hídrico condicionado à disponibilidade de água e consiste em assegurar o controle qualitativo e quantitativo dos usos da água. Além do cadastro de outorga, foi considerado também, o cadastro de

usuários independentes de outorga que de acordo com a Resolução SEMA 39/2004, são, entre outros critérios, derivações e captações individuais de até 1,8 m^3/h e lançamentos de efluentes em corpos d'água com vazão de até 1,8 m^3/h.

A consulta foi realizada no mês de julho de 2016 e até a data de fechamento do documento, não havia registros de outorgas nacionais, ou seja, aquelas concedidas pela ANA, na área compreendida pela AEID. Já na esfera estadual, ou seja, no banco de dados do Instituto das Águas do Paraná, foram encontrados 64 pontos outorgados válidos ou em renovação na AEID do Empreendimento, sendo 88% pontos de captação e 12% pontos de lançamento de efluentes. Além dos pontos outorgados, há 28 cadastros de usos insignificantes para captação e apenas um de lançamento de efluentes. A Tabela 8.1.50 a seguir mostra o número de outorgas e cadastros de usos insignificantes em cada uma das sub-bacias que compõem a AEID do estudo, na qual é possível observar que a sub-bacia do Rio Emboguaçu concentra 50% dos pontos outorgados.

Tabela 8.1.50 – Outorgas e Usos insignificantes em cada sub-bacia da AEID.

Mananciais	Captações		Lançamentos		Usos Insignificantes		Total de Outorgas	
Sub-bacias	Vigentes	Vencidas	Vigentes	Vencidas	Captação	Lançamento		
Rio dos Almeidas	1	0	0	0	0	0	1	2%
Rio dos Correias	1	1	0	0	1	0	1	2%
Rio Emboguaçu	28	27	4	1	3	1	32	50%
Rio Guaraguaçu	6	36	0	0	7	0	6	9%
Rio Itiberê	0	1	3	0	4	0	3	5%
Outras	20	29	1	0	9	0	21	33%
TOTAL	**56**	**94**	**8**	**1**	**28**	**1**	**64**	**100%**

Fonte: Elaboração própria a partir de Águas Paraná (2016).

Captações de água

Com relação aos pontos de captação com outorga válida ou em renovação 9 (nove) são oriundos de mananciais do tipo rio ou córrego e 48 são de poços tubulares. Nos dados consultados não há outorgas válidas do tipo mina na área de estudo. No entanto, ao analisar os cadastros de usos independentes de outorga para captação, há 3 (três) usuários em minas, 5 (cinco) em rios e 20 em poços. O volume de água com outorga vigente para captação na AEID é de 85.312 m³/dia, sendo 72.468 m³/dia (85%) extraídos de rios e 12.844 m³/dia (15%) de poços. Embora a sub-bacia do Rio Emboguaçu concentre metade dos pontos outorgados, é na sub-bacia do Rio Guaraguaçu que é captada a maior quantidade de água, principalmente advinda de mananciais superficiais. Na Tabela 8.1.51 é possível verificar os volumes captados por tipo de manancial em cada uma das sub-bacias da AEID.

Tabela 8.1.51 – Volume de água captado por tipo de manancial.

Captação	Subterrânea		Superficial		Total	
Sub-bacias	m³/dia	%	m³/dia	%	m³/dia	%
Rio dos Almeidas	240	1,9%	0	0,0%	240	0,3%
Rio dos Correias	0	0,0%	60	0,1%	60	0,1%
Rio Emboguaçu	10.628	82,7%	720	1,0%	11.348	13,3%
Rio Guaraguaçu	0	0,0%	71.088	98,1%	71.088	83,3%
Rio Itiberê	40	0,3%	0	0,0%	40	0,0%
Outras	1.936	15,1%	600	0,8%	2.536	3,0%
TOTAL	**12.844**	**100%**	**72.468**	**100%**	**85.312**	**100%**

Fonte: Elaboração própria a partir de Águas Paraná (2016).

Considerando o volume outorgado por tipo de uso, dos 85.312 m³ que são captados diariamente pelos mananciais, cerca de 80% são destinados ao saneamento, principalmente abastecimento público da população e quase 8% para indústrias. A maior captação de água na AEID é a captação superficial da Companhia Paranaense de Saneamento (SANEPAR) na sub-bacia do Rio Guaraguaçu, que consome 66.432 m³/dia. Outra grande consumidora de água na ADA, mas desta vez em manancial subterrâneo, é a CAB - Águas de Paranaguá, que possui autorização para captação de 6.480 m³/dia do Poço Freático, localizado na sub-bacia do Rio Emboguaçu. A tabela a seguir mostra os volumes de água outorgados por tipo de uso nas sub-bacias da AEID.

Tabela 8.1.52 – Volumes de água por tipo de uso em cada sub-bacia da AEID.

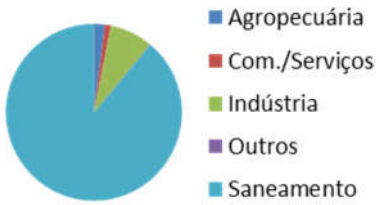
Captação	Agropecuária		Com./Serviços		Indústria		Outros		Saneamento	
Sub-bacias	m³/d	%	m³/d	%	m³/d	%	m³/d	%	m³/d	%
Rio dos Almeidas	0	0	0	0	240	4	0	0	0	0
Rio dos Correias	0	0	60	6	0	0	0	0	0	0
Rio Emboguaçu	0	0	231	25	4.565	68	72	100	6.480	9
Rio Guaraguaçu	1.716	100	0	0	0	0	0	0	69.372	91
Rio Itiberê	0	0	40	4	0	0	0	0	0	0
Outras	0	0	608	65	1.928	29	0	0	0	0
TOTAL	**1.716**	**100**	**939**	**100**	**6.733**	**1**	**72**	**100**	**75.852**	**100**

Fonte: Elaboração própria a partir de Águas Paraná (2016).

Em resumo, conforme aponta o gráfico abaixo, quase 90% da água captada serve para o abastecimento público dos municípios de Paranaguá, Pontal do Paraná e Matinhos e aproximadamente 8% é destinada a usuários industriais.

Tabela 8.1.53 – Resumo dos volumes de água por tipo de uso.

Tipo de usuário	m³/dia	%
Agropecuária	1.716	2,0%
Com./Serviços	939	1,1%
Indústria	6.733	7,9%
Outros	72	0,1%
Saneamento	75.852	88,9%
TOTAL	**85.312**	**100,0%**



Fonte: Elaboração própria a partir de Águas Paraná (2016).

Lançamento de efluentes

Dentro da Área de Estudo para determinação da Área de Influência Direta (AEID) do Empreendimento existem 8 (oito) lançamentos de efluentes outorgados vigentes e 1 (um) cadastro de usuário independentemente de outorga para lançamento em corpo hídrico receptor. Destes 9 (nove) pontos de lançamento, 5 (cinco) encontram-se na sub-bacia do Rio Emboguaçu, 3 (três) na do Rio Itiberê e 1 (um) em outras sub-bacias. O volume de efluentes lançado é de 23.611 m³/dia que demandam a disponibilidade de 48.338 m³/dia para diluição dos mesmos. A Tabela 8.1.54 apresenta estes dados.

Tabela 8.1.54 – Informações gerais dos lançamentos de efluentes na AEID.

Efluentes	Lançamentos		Vazão Lançada		Vazão p/ Diluição	
Sub-bacias	Registros	%	m³/dia	%	m³/dia	%
Rio Emboguaçu	5	56%	12.187	52%	12.530	26%
Rio Itiberê	3	33%	6.864	29%	35.808	74%
Outras	1	11%	4.560	19%	0	0%
TOTAL	**9**	**100%**	**23.611**	**100%**	**48.338**	**100%**

Fonte: Elaboração própria a partir de Águas Paraná (2016).

Todos os pontos de lançamento outorgados são de efluentes sanitários ou de sanitários e industriais. A CAB - Águas de Paranaguá é a responsável por seis pontos de lançamento, incluindo dois com a maior demanda bioquímica de oxigênio (DBO), conforme apresenta a tabela a seguir.

Tabela 8.1.55 – Informações das outorgas de lançamento de efluentes na AEID.

Usuário	Tipo de Lançamento	DQO (mg/l)	DBO (mg/l)	Sub-bacias
CAB - Águas de Paranaguá	Sanitário	125	50	Rio Emboguaçu
CAB - Águas de Paranaguá	Sanitário	100	30	Rio Emboguaçu
CAB - Águas de Paranaguá	Sanitário	100	30	Outras

Usuário	Tipo de Lançamento	DQO (mg/l)	DBO (mg/l)	Sub-bacias
CAB - Águas de Paranaguá	Sanitário	100	30	Rio Itiberê
CAB - Águas de Paranaguá	Sanitário	100	30	Rio Itiberê
CAB - Águas de Paranaguá	Sanitário	125	50	Rio Itiberê
PSC Empreendimentos LTDA	Sanitário	200	40	Rio Emboguaçu
BRF S.A.	Sanitário e Industrial	150	35	Rio Emboguaçu

Fonte: Elaboração própria a partir de Águas Paraná (2016).

Vazões específicas

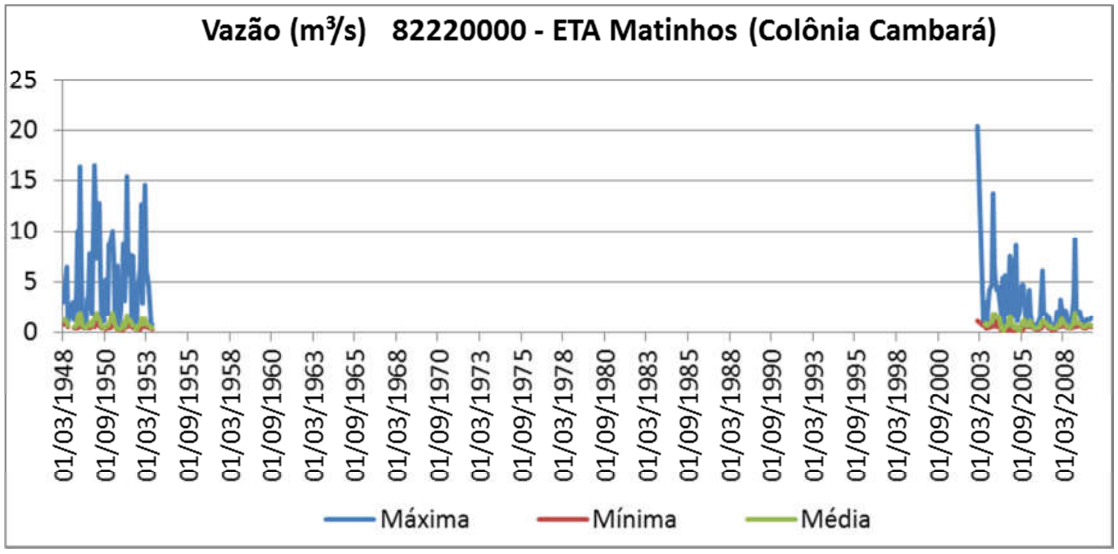
Segundo dados do Instituto das Águas do Paraná, a AEID do empreendimento já teve ao longo dos anos, 5 (cinco) estações fluviométricas. No entanto, apenas uma encontra-se em funcionamento atualmente. A Tabela 8.1.56 apresenta algumas informações sobre estas estações, destacando a estação 82220000 que ainda encontra-se em funcionamento.

Tabela 8.1.56 – Estações que já existiram ou existe na AEID.

Código	Nome da Estação	Rio	Entidade	Tipo	Instalação	Extinção
82224000	Guaraguaçu III	Rio Guaraguaçu	Águas PR	F	08/04/1971	31/12/1972
82222100	ETA Cagepar - Paranaguá	Rio das Pombas	Águas PR	FQ	08/02/1985	12/05/1991
82222000	Montante Rio das Pombas	Rio Guaraguaçu	Águas PR	FQD	08/04/1971	20/02/2002
82223000	Paranaguá	Rio Guaraguaçu	Águas PR	FQD	01/01/1939	31/03/1981
82220000	ETA - Matinhos (Colônia Cambará)	Rio Cambará	ANA	FQDS	24/03/1948	-

Fonte: Elaboração própria a partir de Águas Paraná (2016).

Embora instalada em 1948, os dados de vazão da estação 82220000 - ETA Matinhos (Colônia Cambará) são escassos e insuficientes para calcular uma vazão específica ao longo de um período razoável de tempo, pois conforme aponta o gráfico a seguir, não houve registro de dados durante vários anos que a estação esteve em funcionamento.



Fonte: Elaboração própria a partir de Águas Paraná (2016).

Gráfico 8.1.33– Ausência de dados na estação ETA Matinhos

Diante da ausência de dados consistentes para cálculo de vazões específicas, optou-se por considerar valores apresentados em trabalhos anteriores realizados nas proximidades da AEID.

Assim, segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de Paranaguá, elaborado em 2009, Paranaguá encontra-se na região com escala de vazão mínima superior a 7 L/s/km² e de vazão média entre 18 e 20 L/s/km². Já o Plano de Desenvolvimento e Zoneamento Portuário (PDZPO) do Porto de Paranaguá, apresenta para a área correspondente a todas as sub-bacias da AEID deste empreendimento exceto a sub-bacia do Guaraguaçu, a vazão média de longo termo (Qmlt) de 8849,8 L/s (764.622 m³/dia) e a vazão presente no rio em pelo menos 95% do tempo (Q95%) de 2361,88 L/s (204.066 m³/dia). Além destes estudos, a disponibilidade hídrica apresentada em ottobacias pela ANA aponta vazões Q95% (m³/s) de 1,63 na área do baixo Guaraguaçu, 0,182 no Rio Pequeno e 0,1224 no Rio Itiberê do Correias.

8.1.8.3 Qualidade das águas superficiais

Conforme já abordado, para o diagnóstico da qualidade da água superficial na área de estudo, inicialmente foram empregados dados secundários, complementados por coleta de dados primários nas proximidades da ADA dos novos terminais objeto do licenciamento.

Os dados secundários são oriundos do monitoramento executado em cumprimento aos Programas Ambientais do Plano de Controle Ambiental do Porto Organizado de Paranaguá. O levantamento realizado no Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas (PMQA) é extenso e possuiu uma série temporal considerável, conforme descrito a seguir na Tabela 8.1.57.

Tabela 8.1.57 - Dados secundários de qualidade da água do CEP (Complexo Estuarino de Paranaguá) obtidos pela APPA e utilizados neste diagnóstico.

Parâmetros	Informações das campanhas de amostragem			
	Pontos	Frequência	Data	Campanhas
63 parâmetros físico-químicos	32 pontos e amostragem em três níveis da coluna d'água: superfície, meio e fundo (86 amostras no total)	Execução do PCA: Trimestral	jan/10, dez/13, mar/14, jun/14, out/14, dez/14, mar/15, jun/15, set/15, dez/15, mar/16, jun/16	12 campanhas
		Monitoramento da Qualidade da Água na Dragagem: Mensal	jan/2010, dez/2012, fev/2013, mar/2013, abr/2013, mai/2013, jun/2013, jul/2013, ago/2013, nov/2013, dez/2013, jan/2014, fev/2014, mar/2014, abr/2014	15 campanhas

Fonte: Adaptado de 6º Relatório Semestral: Programas Ambientais - Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas, PCA Porto Organizado de Paranaguá, Ambiens Consultoria, Julho de 2016.

Para uso neste diagnóstico ambiental, foram escolhidos os dados do PCA, que apesar de terem frequência trimestral, possuem uma série temporal que inclui os anos mais recentes.

Os pontos amostrais são distribuídos em toda a área do CEP (Complexo Estuarino de Paranaguá), contemplando todos os canais de navegação dos Portos de Paranaguá e Antonina (Alfa, Bravo 1 e 2, Charlie 1, 2 e 3, Delta e Echo).

Os parâmetros contemplados neste programa de monitoramento da qualidade da água são apresentados na Tabela 8.1.58. Os parâmetros destacados em negrito são os que foram detectados em pelo menos uma das campanhas amostrais. Os demais parâmetros não foram detectados, ou por estarem ausentes ou por estarem presentes em concentração menor do que o limite de detecção dos métodos analíticos, que possuem uma capacidade compatível com o limite inferior de cada parâmetro segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Tabela 8.1.58 - Parâmetros de qualidade da água analisados nas campanhas de monitoramento da APPA.

Parâmetros físico-químicos de qualidade da água		
2,4,5-T	Dodecacloro Pentaciclodecano	OD - Oxigênio Dissolvido
2,4,5-TP	Endossulfan	PCBs
2,4-D	Endrin	Pentaclorofenol
Aldrin+Dieldrin	Etilbenzeno	pH
Alumínio Dissolvido	Fenóis Totais	Potencial Redox
Arsênio	Ferro Dissolvido	Prata total
Bário Total	Fósforo Dissolvido	Salinidade
Benzeno	Fósforo total	Selênio
Berílio	Gution	Simazina
Boro	Heptacloro	Sólidos Dissolvidos Totais
Cadmio	Lindano	Sólidos Suspensos Totais
Carbaril	Malation	Surfactantes Aniônicos
COT - Carbono Orgânico Total	Manganês total	Tálio
Chumbo	Mercúrio	Tolueno
Clordano (Cis+Trans)	Metoxicloro	Toxafeno
Cobre dissolvido	Monoclorobenzeno	Tributilestanho
Condutividade	Níquel total	Triclorobenzeno
Cromo	Nitrogênio Amoniacal	Tricloroeteno
DDT	Nitrogênio total Kjeldahl	Turbidez
DQO - Demanda Química de Oxigênio	Óleos e graxas (visual)	Uranio
Demeton	Óleos e graxas totais	Zinco

Fonte: 4º Relatório Semestral: Programas Ambientais - Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas, PCA Porto Organizado de Paranaguá, Ambiens Consultoria, Julho de 2015

Os resultados das campanhas de monitoramento da qualidade das águas do CEP referentes à execução do programa ambiental da APPA, bem como resultados de campanhas amostrais anteriores foram compiladas para compor um banco de dados uniformizado e atualizado permanentemente. Este banco de dados armazena informações como data da coleta, localização das estações amostrais, parâmetros analisados e seus respectivos resultados. Este banco de dados foi disponibilizado pela APPA para a equipe técnica deste EIA em julho de 2016, contendo os resultados das amostragens do PCA realizadas até junho de 2016.

Em resumo, a análise dos resultados das 12 campanhas de amostragem do PCA apontou que, nos pontos onde a água foi enquadrada como salina e salobra de Classe 1, a maioria apresentou ligeira alteração em relação ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005 para os parâmetros COT, NAT (Nitrogênio Amoniacal Total), OD, Fósforo, Ferro

Dissolvido. A seguir são apresentados em um pouco mais de detalhe os resultados de dados secundários.

8.1.8.3.1 Resumo dos dados secundários de qualidade da água

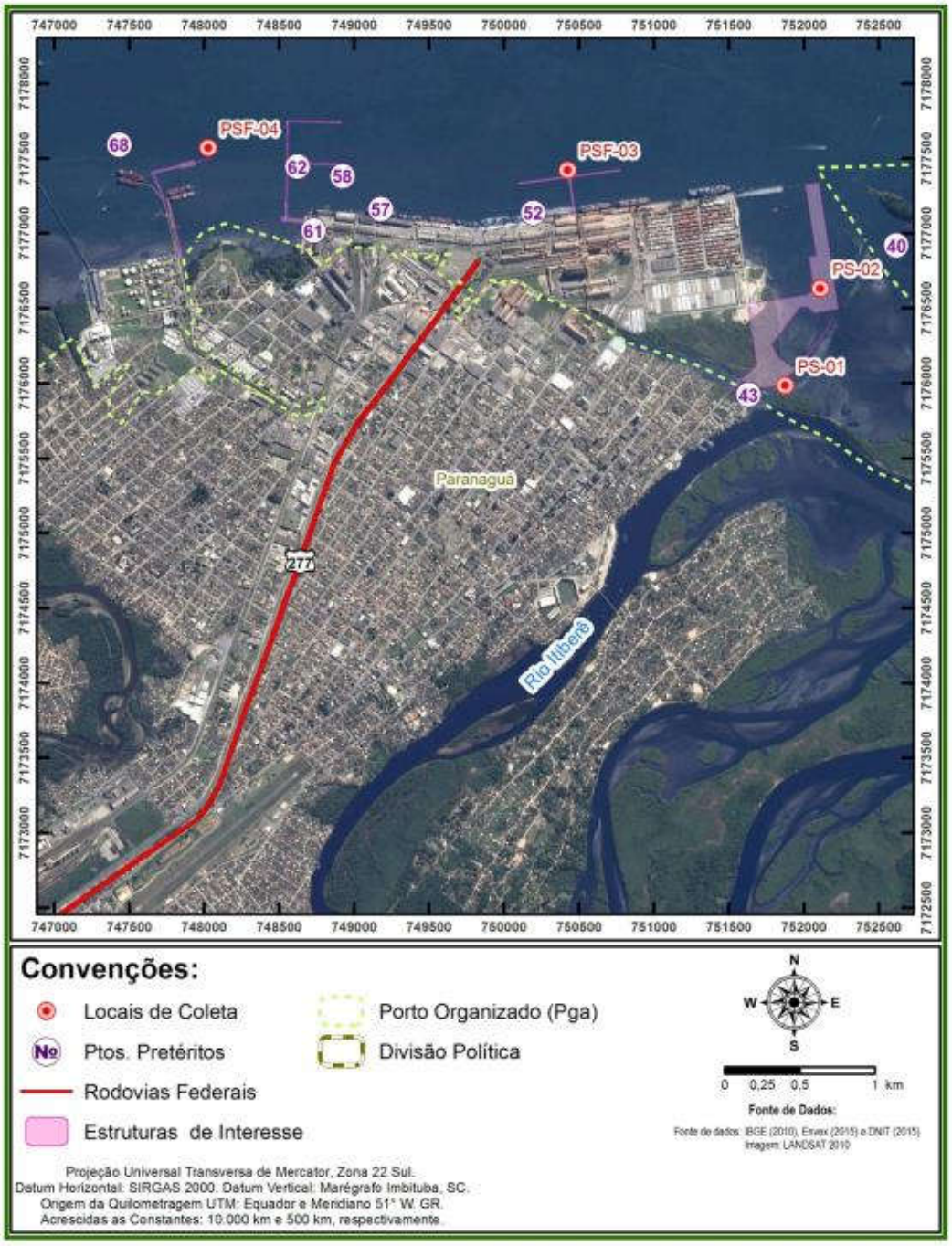
Para a análise dos dados secundários, usaram-se os resultados referentes ao monitoramento trimestral realizado pela APPA no período de janeiro de 2010 a junho de 2016, realizado na execução do PCA.

Dentre os 32 pontos de monitoramento, foram selecionados os pontos de amostragem mais próximos à ADA do empreendimento, para posterior comparação com os pontos de amostragem primários das campanhas deste diagnóstico. Estes pontos são apresentados na Tabela 8.1.59 e na Figura 8.57.

Tabela 8.1.59 - Localização das estações amostrais de qualidade da água selecionadas para avaliação dos dados secundários da APPA (pontos pretéritos).

Estação Amostral	Localização UTM SIRGAS 2000	
	E (m)	S (m)
40	752.592	7.176.911
43	751.632	7.175.914
52	750.195	7.177.130
57	749.178	7.177.154
58	748.922	7.177.375
61	748.731	7.177.011
62	748.623	7.177.438
68	747.435	7.177.584

Fonte: Elaboração própria a partir de AMBIENS CONSULTORIA (2015a).



Fonte: PLANAVE, 2016

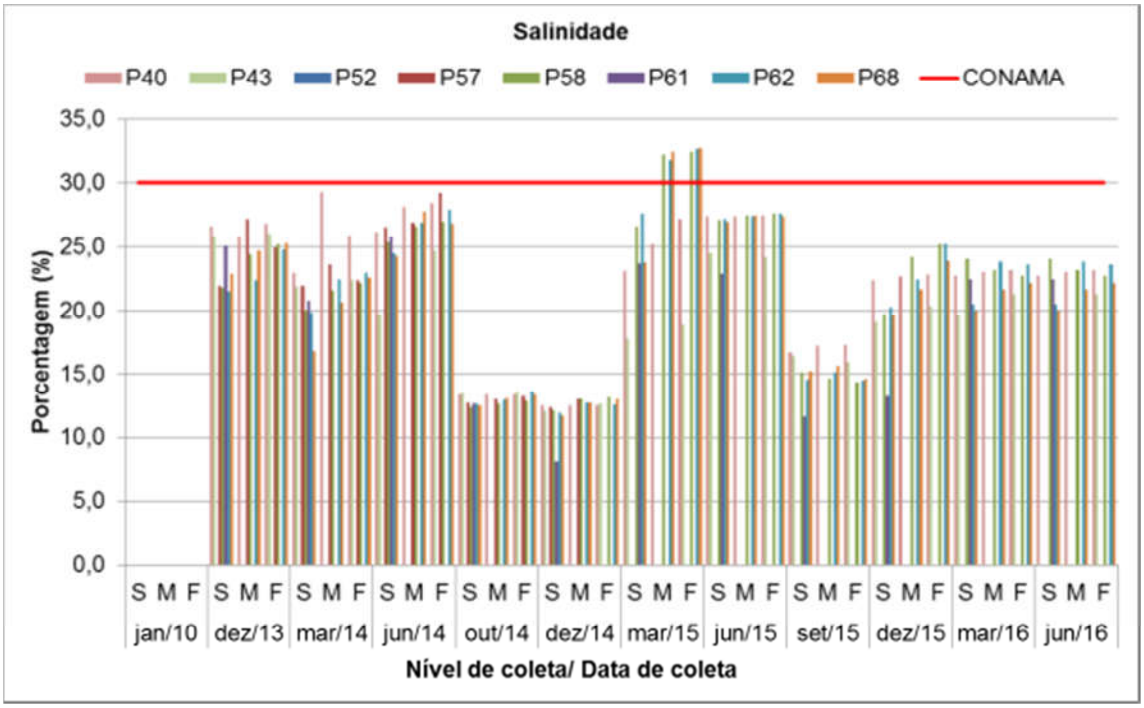
Figura 8.57 - Localização das estações amostrais de qualidade da água selecionadas para avaliação dos dados secundários da APPA (pontos pretéritos).

Os gráficos que se seguem apresentam os principais resultados destes dados secundários, e sua comparação e avaliação com o padrão da Resolução CONAMA 357/2005, quando pertinente.

O Gráfico 8.1.34 apresenta a salinidade e sua variação ao longo das campanhas de amostragem. Verifica-se que em quase todas as ocasiões, as amostras foram classificadas como águas salobras, segundo a Resolução CONAMA 357/2005, por se encontrarem entre 0,5‰ e 30‰. Unicamente no mês de março de 2015, os pontos P52, P57, P58, P62 e P68 obtiveram resultados para águas salinas, com valores acima de 30‰.

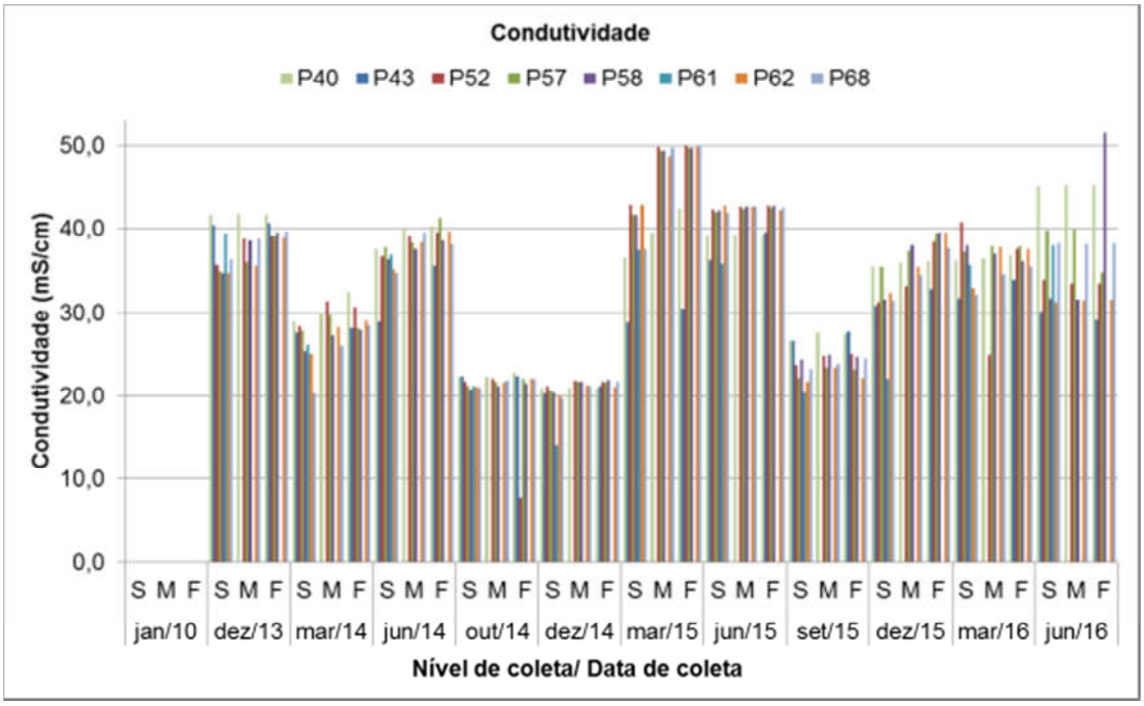
De acordo com a referida legislação, em seu Art. 42º, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas salinas e salobras serão consideradas de Classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinaria a aplicação da classe mais rigorosa correspondente, o que não é o caso. Desta forma, serão usados os padrões para águas salobras e salinas Classe 1.

No Gráfico 8.1.35, é apresentado o resultado para condutividade. É notável a relação de influência e relação diretamente proporcional da salinidade sobre a condutividade, comparando-se os gráficos (Gráfico 8.1.34 e Gráfico 8.1.35).



Fonte: Elaboração própria com base no Banco de Dados de Qualidade da Água da APPA (APPA, 2016)

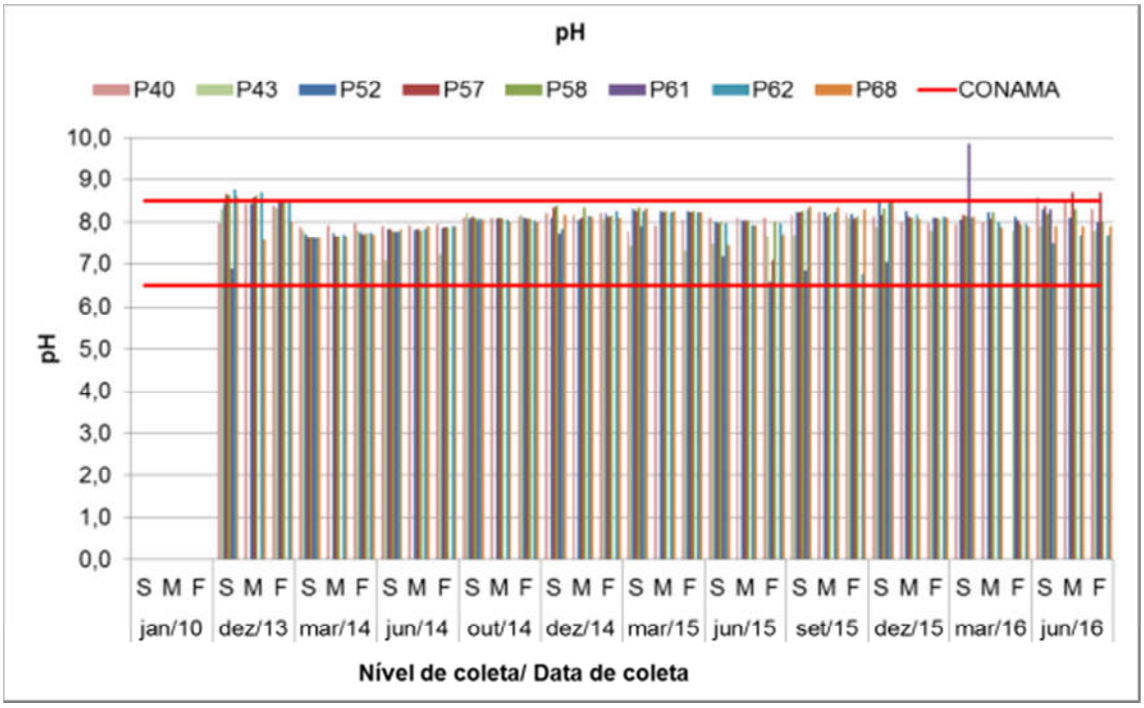
Gráfico 8.1.34 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Salinidade.



Fonte: Elaboração própria com base no Banco de Dados de Qualidade da Água da APPA (APPA, 2016)

Gráfico 8.1.35 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Condutividade.

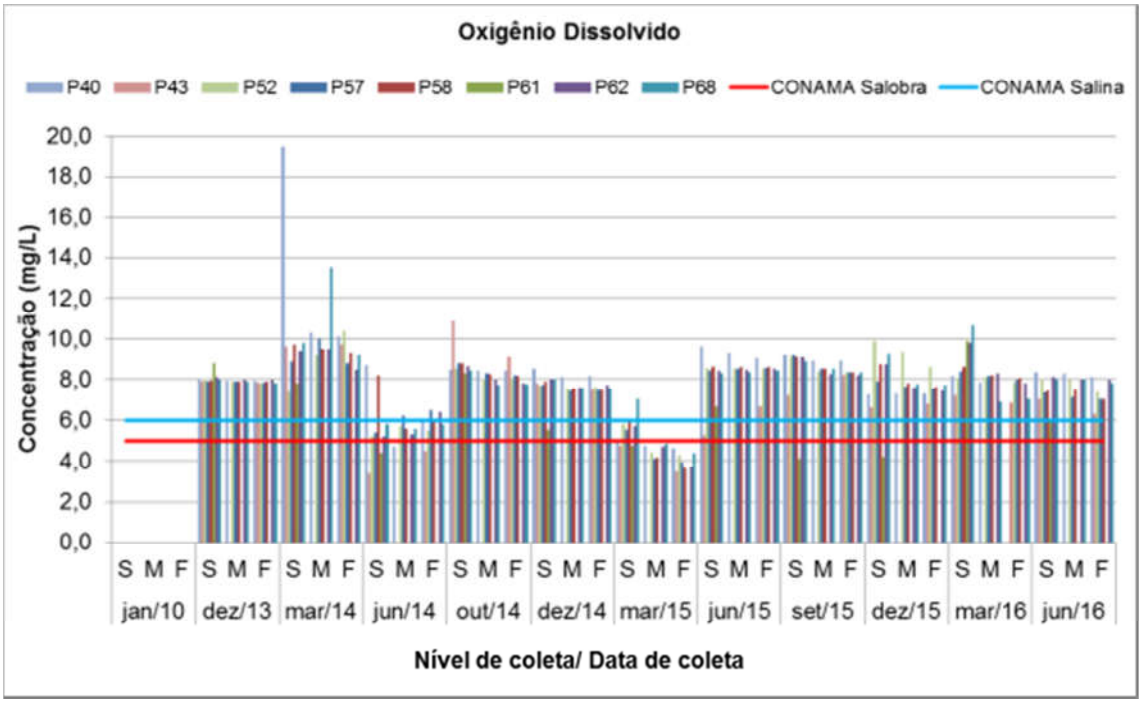
A variação do pH é apresentada no Gráfico 8.1.36. A grande maioria das amostras apresenta resultados dentro da faixa estabelecida pela Resolução CONAMA 357/2005, que é entre 6,5 e 8,5; algumas amostras, porém, tiveram pH um pouco mais elevado nas campanhas de dezembro de 2013, dezembro de 2015 e junho 2016. Já no mês de março de 2016, um único ponto obteve o valor do pH acima do limite, chegando a 9,87. Em geral o pH se encontrou próximo de 8.



Fonte: Elaboração própria com base no Banco de Dados de Qualidade da Água da APPA (APPA, 2016)

Gráfico 8.1.36 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro pH.

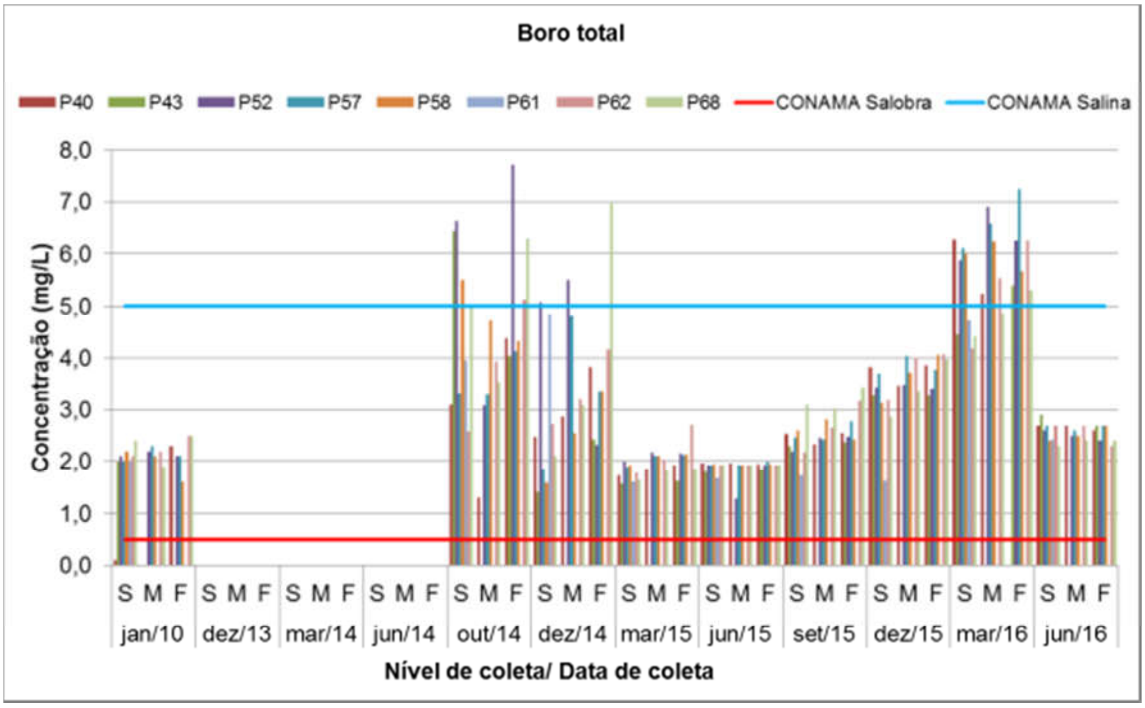
Com relação ao Oxigênio Dissolvido (OD), o Gráfico 8.1.37 mostra que, em geral, os resultados atenderam ao padrão mínimo de 5 mg/L, estipulado na Resolução CONAMA 357/2005 para a manutenção da vida aquática. Na campanha de junho de 2014 o resultado de quatro amostras ficou abaixo deste valor. Da mesma maneira, em março de 2015, a maior parte dos pontos, 15 amostras, resultaram em valores abaixo de 5 mg/L, e nas campanhas de setembro e dezembro de 2015, apenas uma amostra em cada uma das coletas estavam fora do padrão estabelecido na legislação.



Fonte: Elaboração própria com base no Banco de Dados de Qualidade da Água da APPA (APPA, 2016)

Gráfico 8.1.37 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD).

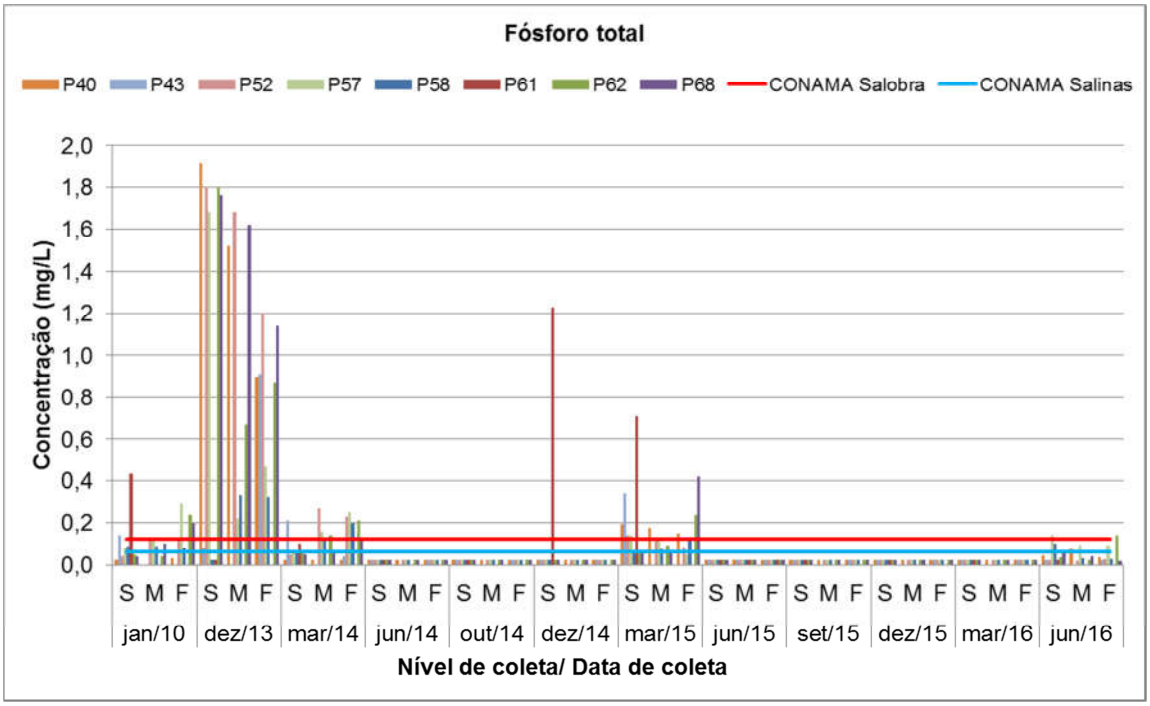
Com relação ao Boro Total, o Gráfico 8.1.38 mostra que nas campanhas de dezembro de 2013, março e junho de 2014 este parâmetro ficou abaixo do limite de detecção. Por outro lado, nas demais campanhas, os níveis detectados para a água salobra foram elevados, superando o padrão de 0,5 mg/L em todas as amostras, com pico de quase 8 mg/L. Já para os seis pontos em que a água foi classificada como salina, em março de 2015, os valores estão dentro do estabelecido na legislação. O Boro pode ser indicativo da presença de esgoto doméstico bruto na água, por ser componente de detergentes; pode ainda ser oriundo dos fertilizantes movimentados no Porto.



Fonte: Elaboração própria com base no Banco de Dados de Qualidade da Água da APPA (APPA, 2016)

Gráfico 8.1.38 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Boro Total.

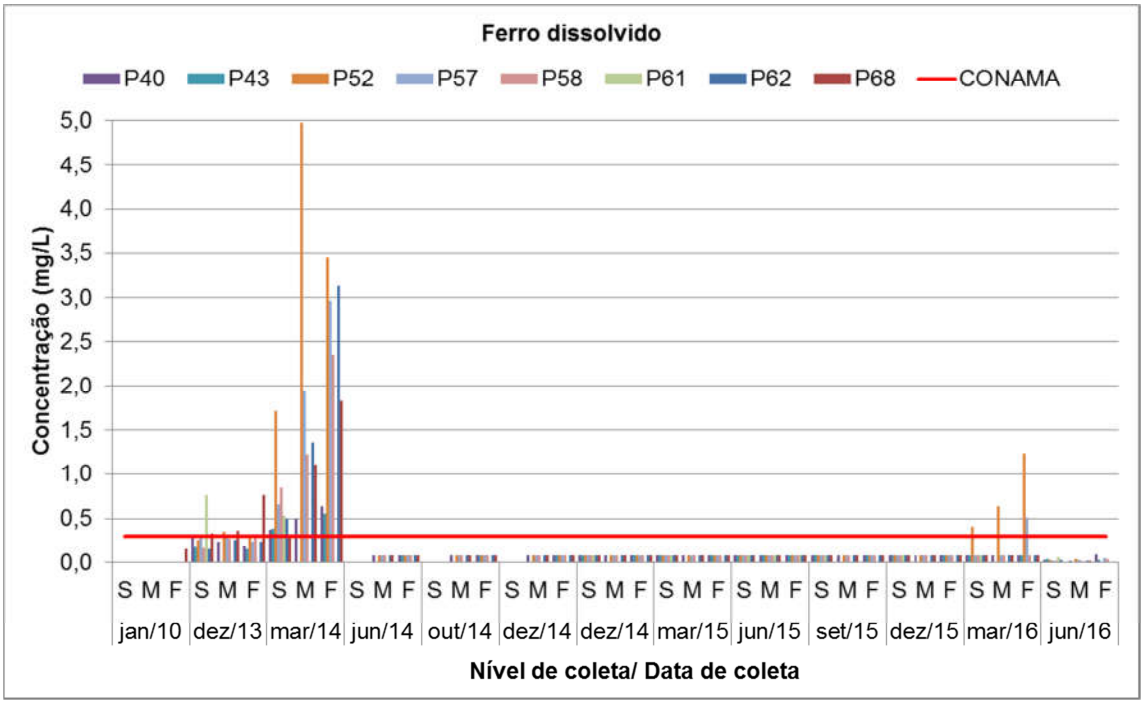
Assim como o Boro Total, o Fósforo Total também pode ser um indicativo de presença de efluentes domésticos na água, por ser componente de detergentes. Segundo o Gráfico 8.1.39, as campanhas de dezembro de 2014 e junho de 2016 apresentaram um e dois resultados, respectivamente, para este parâmetro acima do padrão da Resolução CONAMA, que é de 0,124 mg/L para águas salobras e 0,062 mg/L para salinas. Já os meses de janeiro de 2010, dezembro de 2013, março de 2014 e março de 2015 apresentaram valores para fósforo total acima do regulamentado na maior parte dos pontos amostrais. Porém, nas outras amostragens, o resultado foi baixo ou não detectado.



Fonte: Elaboração própria com base no Banco de Dados de Qualidade da Água da APPA (APPA, 2016)

Gráfico 8.1.39 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Fósforo Total.

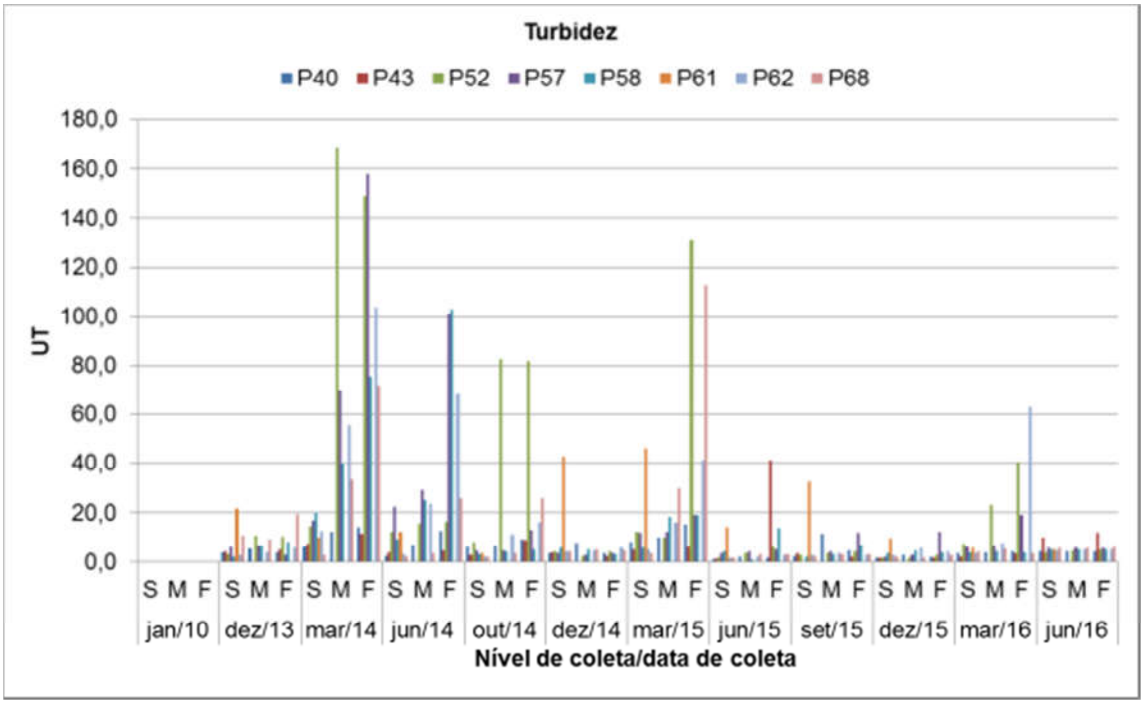
No Gráfico 8.1.40 é mostrado o resultado do Ferro Dissolvido. A campanha de março de 2014 apresentou valores acima do padrão, atingindo o pico de 5 mg/L. Em adição a isso, os meses de dezembro de 2013 e março de 2016 também obtiveram resultados em que o padrão da Resolução CONAMA 357 foi ultrapassado. Entretanto, nas demais campanhas de amostragem, os resultados atenderam à legislação. Segundo os relatórios de monitoramento, a presença do Ferro Dissolvido nas águas pode estar associada naturalmente ao tipo de solo da região. Nas áreas portuárias, a corrosão de estruturas metálicas que compõem os navios, além de outras estruturas e equipamentos sucateados também pode contribuir para o teor de ferro nas águas (AMBIENS CONSULTORIA, 2015a).



Fonte: Elaboração própria com base no Banco de Dados de Qualidade da Água da APPA (APPA, 2016)

Gráfico 8.1.40 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Ferro Dissolvido.

O resultado referente ao parâmetro Turbidez está disposto no Gráfico 8.1.41. Observa-se que este parâmetro apresenta marcante variação ao longo do tempo e entre os diferentes pontos de amostragem. A Turbidez é influenciada por diversos fatores, incluindo a variação das marés, a ocorrência de chuva anteriormente à amostragem, a variação no aporte de sedimentos dos rios para o estuário, dentre outros.

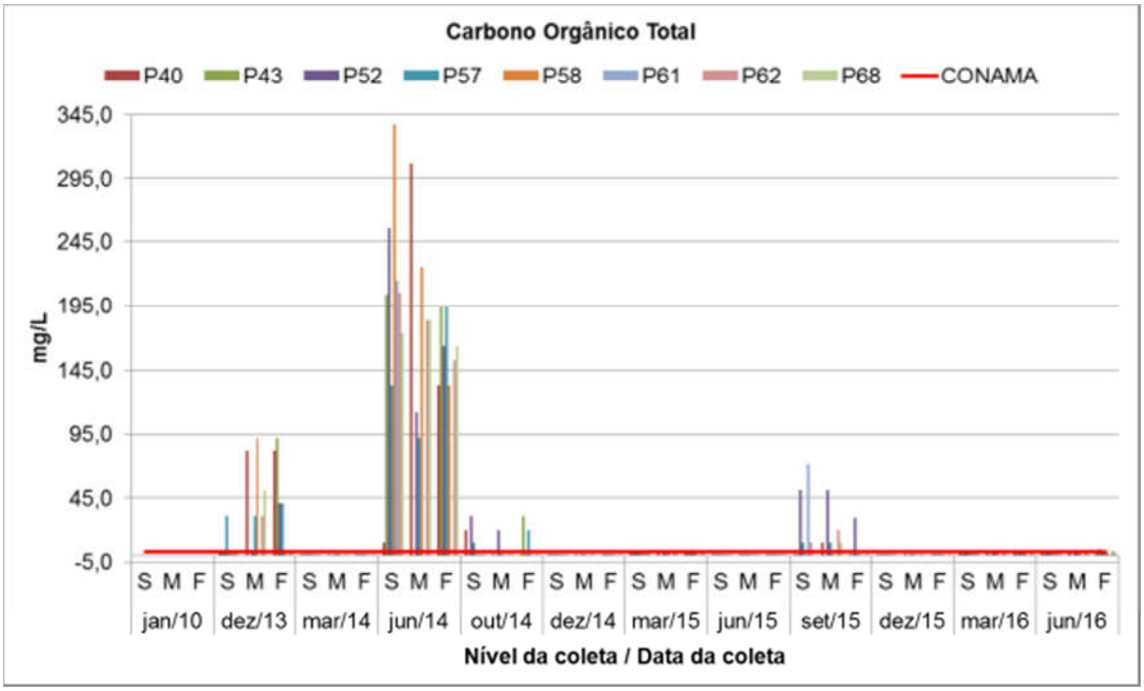


Fonte: Elaboração própria com base em 3º Relatório Semestral da do PCA da APPA (AMBIENS CONSULTORIA, 2015a)

Gráfico 8.1.41 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Turbidez.

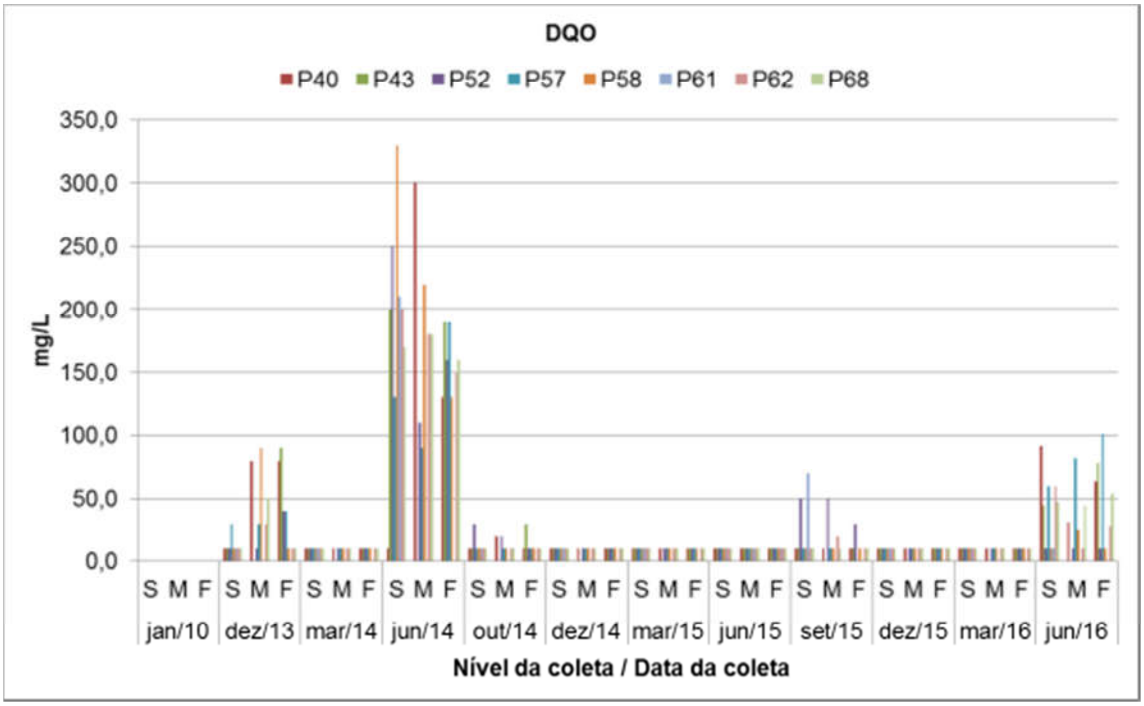
Em relação ao parâmetro do Carbono Orgânico Total (COT; Gráfico 8.1.42), percebe-se que existe uma certa sazonalidade desse parâmetro. Os resultados ficaram acima do padrão estabelecido pela Resolução Conama nº 357/2005, de 3 mg/L, nos meses de dezembro de 2013, junho de 2014, outubro de 2014 setembro de 2015 e junho de 2016. As maiores concentrações foram obtidas na campanha de junho de 2014, com picos da ordem de 200 a 300 mg/L. O carbono é um dos elementos considerados macropoluentes, por ocorrer em grande quantidade em meios aquáticos, e que pode ser considerado indicador de lançamento de efluentes domésticos.

Outro possível indicador de despejo de efluentes em corpos hídricos é a Demanda Química de Oxigênio (DQO), pois mede a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica de uma amostra por meio de um agente químico. O Gráfico 8.1.43 mostra o histórico dos resultados desse parâmetro. Percebe-se que existe uma correlação dos valores entre a DQO e o COT. Os meses nos quais os valores de DQO aumentaram consideravelmente foram: dezembro de 2013, junho de 2014, setembro de 2015 e junho de 2016.



Fonte: Elaboração própria com base no Banco de Dados de Qualidade da Água da APPA (APPA, 2016).

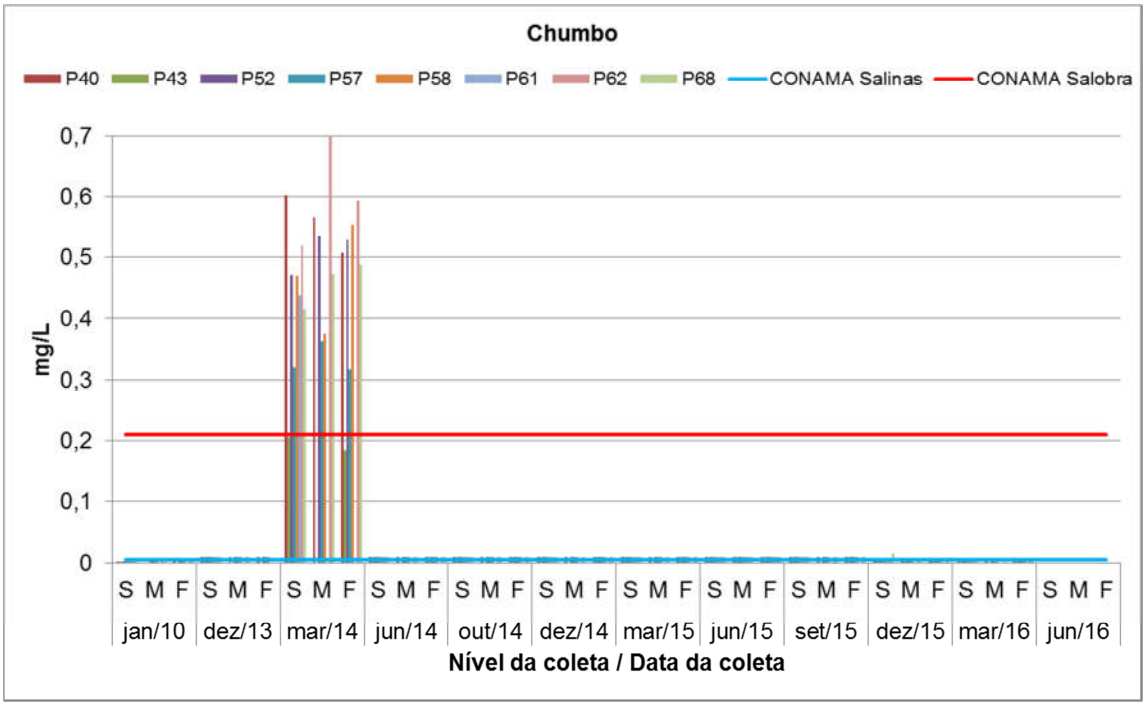
Gráfico 8.1.42 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Carbono Orgânico Total.



Fonte: Elaboração própria com base no Banco de Dados de Qualidade da Água da APPA (APPA, 2016)

Gráfico 8.1.43 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Demanda Química de Oxigênio.

Considerando o parâmetro chumbo, na maior parte das campanhas, os resultados obtidos, atendem ao padrão determinado pela Resolução Conama 357/2005, que para as águas salobras é de 0,210 mg/L e para as águas salinas é de 0,005 mg/L. A exceção foi a campanha realizada no mês de março de 2014, na qual os valores atingiram altos patamares, como se pode observar no Gráfico 8.1.44. Esses valores podem ser atribuídos a algum evento atípico.

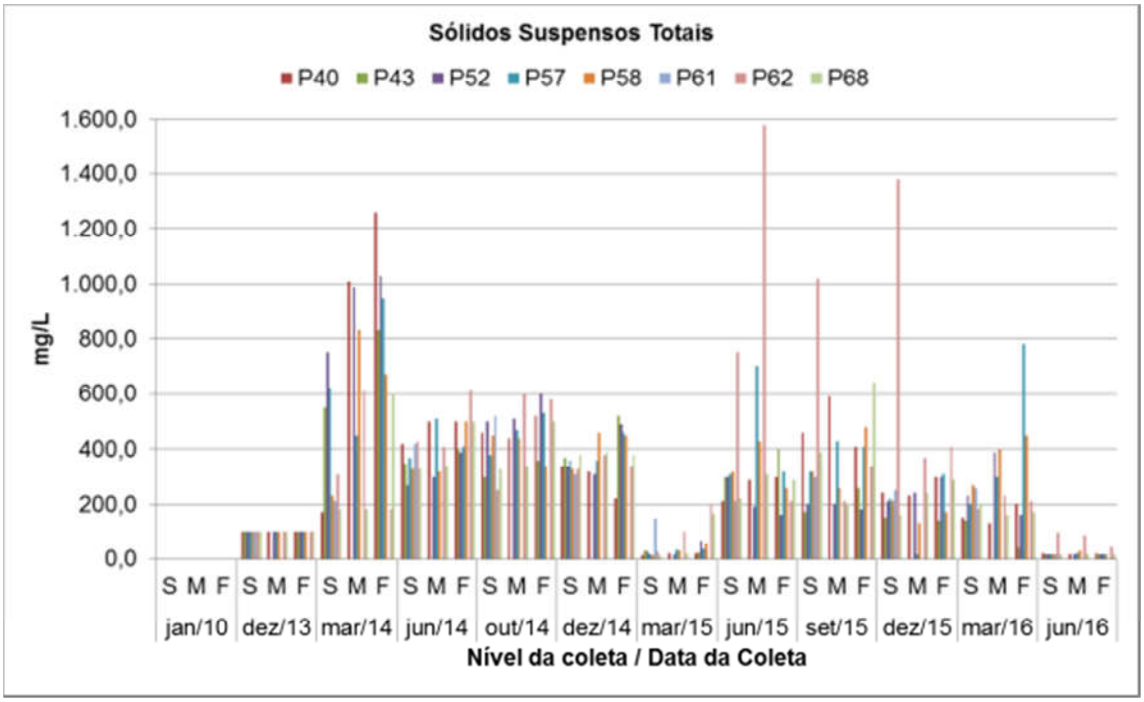


Fonte: Elaboração própria com base no Banco de Dados de Qualidade da Água da APPA (APPA, 2016)

Gráfico 8.1.44 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Chumbo.

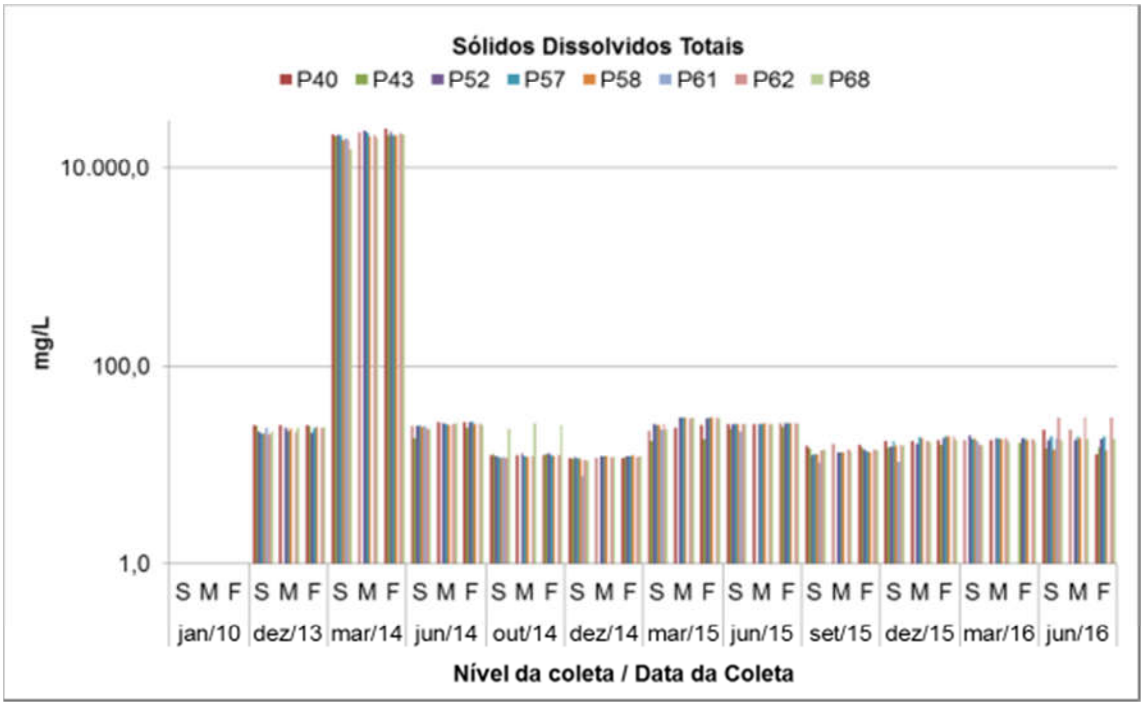
Os parâmetros de Sólidos Suspensos Totais, e Sólidos Dissolvidos Totais mostraram uma grande amplitude de variação entre as campanhas de amostragem. Para Sólidos Suspensos Totais, os resultados mais elevados foram registrados nos meses de março de 2014, e de junho, setembro e dezembro de 2015, além de março de 2016, conforme mostrado no Gráfico 8.1.45.

Os resultados das campanhas amostrais de Sólidos Dissolvidos Totais estão representados no Gráfico 8.1.46. Destaca-se o resultado da campanha realizada em março de 2014, quanto os teores destes sólidos atingiu mais de 10.000 mg/L. Estes altos níveis apontam para o aumento da turbidez, já mostrado no Gráfico 8.1.41, bem como a redução da penetração da luz na água.



Fonte: Elaboração própria com base no Banco de Dados de Qualidade da Água da APPA (APPA, 2016)

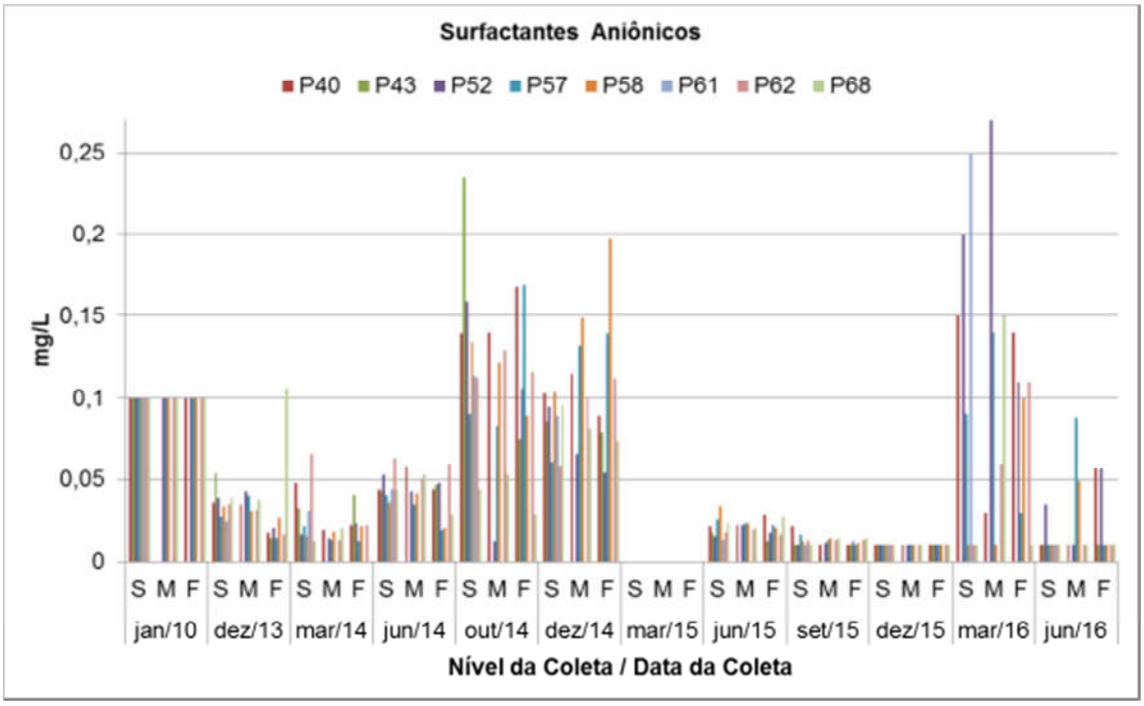
Gráfico 8.1.45– Resumo dos dados secundários para o parâmetro Sólidos Suspensos Totais.



Fonte: Elaboração própria com base no Banco de Dados de Qualidade da Água da APPA (APPA, 2016)

Gráfico 8.1.46 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais.

Os detergentes, ou Surfactantes Aniônicos, são indicadores de potenciais lançamentos de efluentes industriais e domésticos. Esse parâmetro apresentou variação entre menos de 0,05 mg/L (ou não detectado) até quase 0,3 mg/L. A presença de elevadas concentrações de surfactantes aniônicos pode estar relacionada com gênese da eutrofização das águas superficiais.



Fonte: Elaboração própria com base no Banco de Dados de Qualidade da Água da APPA (APPA, 2016)

Gráfico 8.1.47 – Resumo dos dados secundários para o parâmetro Surfactantes Aniônicos.

Conforme já mencionado, a fim de complementar este diagnóstico, foram realizados levantamentos de dados primários em campo. A seguir são apresentados os procedimentos de coleta empregados no levantamento destes dados.

8.1.8.3.2 Coleta de dados primários de qualidade da água

O levantamento de dados primários para o diagnóstico consistiu em duas coletas: a primeira foi realizada em junho de 2016, e a segunda em setembro de 2016, a fim de representar as variações relacionadas à sazonalidade.

A primeira campanha de amostragem para de qualidade da água foi realizada em 08/06/2016, na estação de inverno. A segunda campanha de amostragem ocorreu no dia 22/09/2016, representando a condição da estação de primavera. Durante ambas as campanhas de amostragem, a condição era de maré astronômica de sizígia, contemplando o período de vazante de maré para as estações amostrais #PS01 e #PS02 e maré enchente para as estações #PSF03 e #PSF04. Nas estações amostrais #PS01 e #PS02, foram coletadas amostras em superfície da coluna d'água. Já nos pontos de coleta #PSF03 e #PSF04 foram realizadas coletas em superfície e meio da coluna d´água.

Estas condições de amostragem foram definidas a fim de representar a situação mais crítica de cada local, já que os pontos #PS01 e #PS02 apresentam maior influência de águas continentais, pela proximidade de rios, enquanto os demais pontos tem maior influência das correntes marinhas.

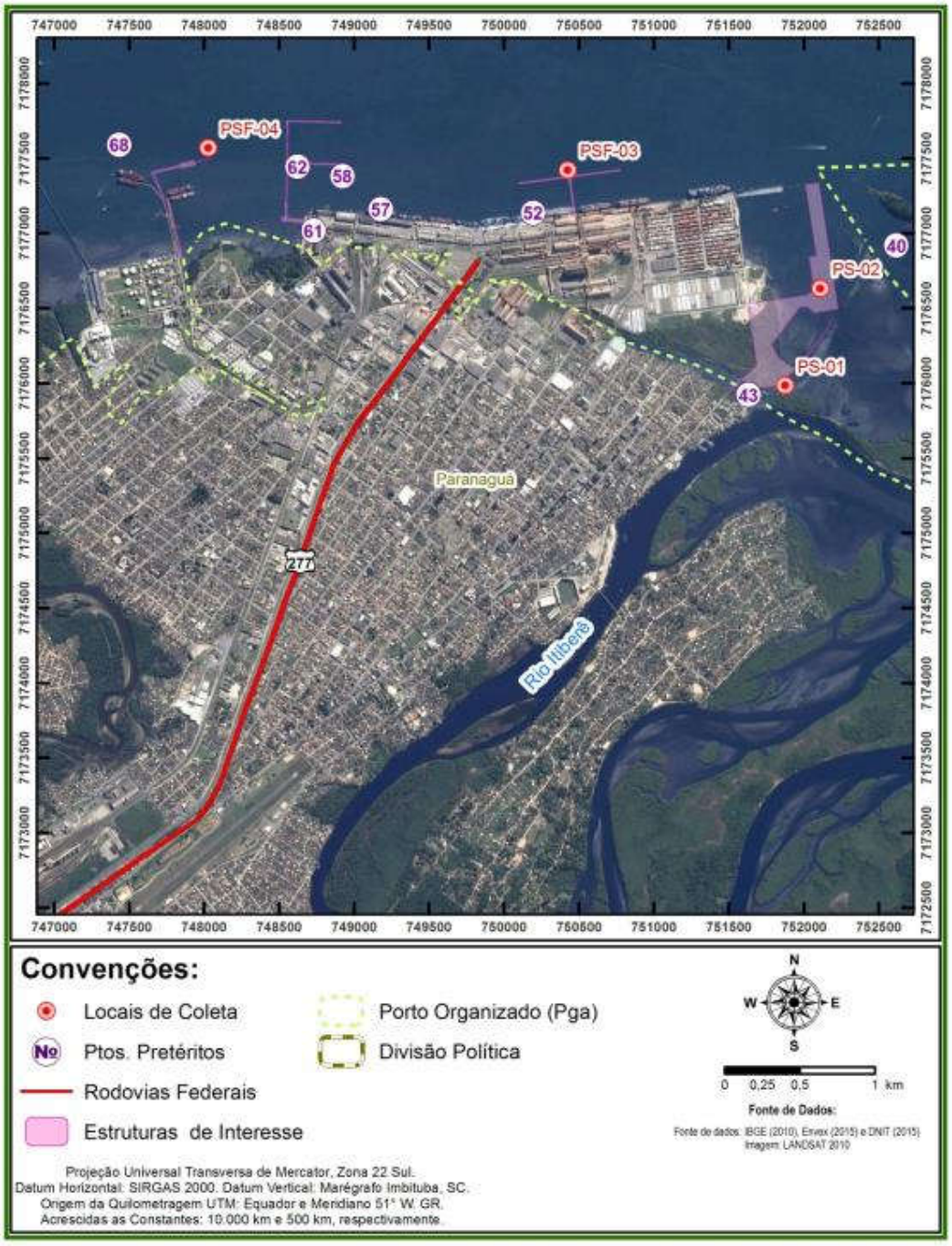
A localização dos pontos de amostragem buscou representar a proximidade das futuras estruturas em licenciamento (terminais de carga e passageiros). As coordenadas dos pontos amostrais são apresentadas a seguir na Tabela 8.1.60, bem como a condição da maré durante as amostragens e as amostras coletadas em cada ponto.

Tabela 8.1.60 – Localização geográfica dos pontos amostrais de qualidade da água, referentes a coleta de dados primários deste diagnóstico ambiental.

Ponto / Amostral	Coord. UTM SIIRGAS 2000		Condição de Maré na 1ª e 2ª campanhas	Coleta de amostras
	X (m)	Y (m)		
PS-01	751.873	7.175.986	Vazante	Superfície
PS-02	752.106	7.176.634	Vazante	Superfície
PSF-03	750.422	7.177.424	Enchente	Superfície e fundo
PSF-04	748.027	7.177.571	Enchente	Superfície e fundo

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 8.58 apresenta a espacialização dos pontos amostrais (locais de coleta de dados primários), em comparação à ADA da ampliação do Porto de Paranaguá, objeto deste licenciamento. Para referência, também são mostrados os pontos pretéritos, cujos dados secundários já foram avaliados anteriormente neste estudo.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.58 – Localização dos pontos amostrais da coleta de dados primários da qualidade da água. Fonte: Elaboração própria.

Durante a 1ª campanha, as atividades foram realizadas a bordo de uma embarcação de 10 metros de comprimento e equipada com motor de centro de 45 hp nomeada “JATAI”, (Figura

8.59). Na 2ª campanha, foi utilizada uma embarcação de 7 metros de comprimento e equipada com motor de popa de 115 hp nomeada “NATY” (Figura 8.60).

Figura 8.59 – Embarcação utilizada na coleta de água da 1ª campanha

Figura 8.60– Embarcação utilizada na coleta de água da 2ª campanha

Fonte: Acquaplan, 2016.

Na execução das amostragens, para o posicionamento da embarcação sobre as estações amostrais foi utilizado um GPS (*Global Positioning System*) da marca Garmin, e modelo Vista HCX com as coordenadas geográficas previamente gravadas.

As amostras coletadas em superfície e meio da coluna d´água foram obtidas utilizando-se uma garrafa amostradora do tipo *van Dorn* com 8 litros de capacidade de água (Figura 8.61).

As condições meteorológicas dos dias de amostragem foram semelhantes. No dia 08 de junho de 2016, no qual foi realizada a 1ª campanha, se caracterizou pela temperatura amena, com predominância de sol. O vento estava de quadrante leste durante todo o período amostral, com intensidade forte. Durante a 2ª campanha no dia 22 de setembro, também houve predominância de sol e vento forte.

Figura 8.61 – Coleta de amostras de água com o emprego de garrafa a mostradora do tipo *van Dorn*, na estação amostral #PSF03,durante a 1ª campanha.

Fonte: Acquaplan, 2016.

Figura 8.62 – Coleta de amostras de água com o emprego de garrafa a mostradora do tipo van Dorn, na estação amostral #PSF01, durante a 2ª campanha

No momento da coleta das amostras de água foram registrados *in situ* e nos respectivos estratos da coluna d'água os parâmetros físico-químicos:

Temperatura;	Oxigênio Dissolvido (OD);
Salinidade;	Turbidez;
Potencial Hidrogeniônico (pH);	Transparência (m);
Condutividade (mS/cm);	Sólidos Totais Dissolvidos (g/l)

Para tal foi empregada uma sonda multiparamétrica da marca *Horiba* modelo U50 (Figura 8.63). A sonda possui um sistema *datalogger*, que permite o armazenamento de todos os parâmetros físico-químicos. Além, disso todas as informações foram anotadas em uma cadeia de custódia.

Fonte: Acquaplan, 2016.

Figura 8.63 – Sonda utilizada na mensuração in situ dos parâmetros físico-químicos, na 1ª e 2ª campanhas.

Os procedimentos amostrais, bem como acondicionamento e conservação das amostras observou as normas NBR 9.897/87 e NBR 9.898/87. As amostras coletadas foram acondicionadas em frascos disponibilizados pelo laboratório contratado.

Todas as amostras obtidas foram imediatamente conservadas sob temperatura abaixo de 4ºC, e mantidas em caixas térmicas refrigeradas com gelo (Figura 8.64) e encaminhadas para o laboratório TECLAB Tecnologias em Análises Ambientais, para análise de todos os parâmetros da Resolução CONAMA 357/2005 conforme apresentado abaixo:

Acrilamida	Endossulfan (alfa - beta e sais)	Salinidade
Alaclor	Endrin	Selênio Total
Aldrin + Dieldrin	Estireno	Simazina
Alumínio Dissolvido	Etilbenzeno	Sólidos Dissolvidos Totais
Antimônio	Fenol Total	Sulfatos

Arsênio	Ferro Solúvel	Sulfeto
Atrazina	Fluoretos	Surfactantes
Bário Total	Fósforo Total	Temperatura
Benzeno	Glifosato + AMPA	Tetracloreto de Carbono
Benzidina	Gosto	Tetracloroeteno
Benzo(a)antraceno	Gution	Tolueno
Benzo(a)pireno	Heptacloro e Heptacloro epóxido	Toxafeno
Benzo(b)fluoranteno	Hexaclorobenzeno	Tributilestanho
Benzo(k)fluoranteno	Indeno(1,2,3-cd) pireno	Triclorobenzeno
Berílio Total	Lindano	Tricloroeteno
Boro Total	Lítio Total	Trifluralina
Cádmio Total	Malation	Turbidez
Carbaril	Manganês Total	Urânio Total
Chumbo Total	Material Flutuante	Vanádio Total
Cianeto Livre	Mercúrio Total	Xilenos
Clordano	Metolacloro	Zinco Total
Cloreto	Metoxicloro	1,1 Dicloroeteno
Cloro Residual	Níquel Total	1,2 Dicloroetano
Cobalto Total	Nitratos	2,4 D
Cobre Dissolvido	Nitritos	2,4 Diclorofenol
Condutividade	Nitrogênio Amoniacal	2,4,5 T
Cor Verdadeira	Odor	2,4,5 TP
Corantes	Óleos e Graxas Totais	2,4,6 - Triclorofenol
Criseno	Oxigênio Dissolvido	2-Clorofenol
Cromo Total	Paration	Clorofila
DDT + DDD + DDE	PCBs - Bifenilas Policloradas	Coliformes Termotolerantes
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Pentaclorofenol	Densidade de Cianobactérias
Demanda Química de Oxigênio	pH	Dodecacloro Pentaciclodecano
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	Potencial de oxi-redução	Toxicidade Aguda com Vibrio fischeri
Dibenzo(a,h)antraceno	Prata Total	
Diclorometano	Resíduos Sólidos Objetáveis	

Fonte: Acquaplan, 2016.

Figura 8.64 – Acondicionamento das amostras de água.

8.1.8.3.3 Resultados de dados primários de qualidade da água

A seguir são apresentados os resultados das análises laboratoriais das amostras de água coletadas em campo. A definição dos parâmetros e métodos de análise foi feita com base na Resolução CONAMA 357/2005. A tabela completa com todos os resultados é apresentada no Anexo IV, bem como os laudos.

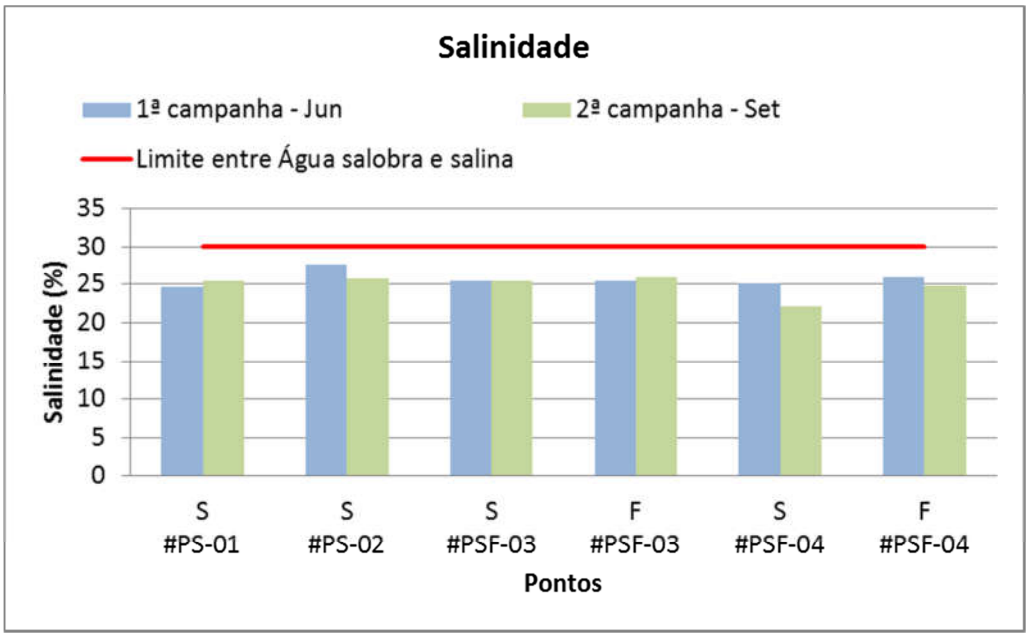
Durante a amostragem nas duas campanhas, a condição era de maré astronômica de sizígia, contemplando o período de vazante de maré para as estações amostrais #PS01 e #PS02 e maré enchente para as estações #PSF03 e #PSF04. Nas estações amostrais #PS01 e #PS02, foram coletadas amostras em superfície da coluna d'água. Já nos pontos de coleta #PSF03 e #PSF04 foram realizadas coletas em superfície e meio da coluna d´água.

Estas condições de amostragem foram definidas a fim de representar a situação mais crítica de cada local; ou seja, maré vazante nos pontos #PS01 e #PS02, que apresentam maior influência de águas continentais, pela proximidade de rios; e na maré enchente nos demais pontos que sofrem maior influência das correntes marinhas.

O artigo 2º desta resolução define a classificação das águas com base em sua salinidade, em águas doces (salinidade abaixo de 0,5 ‰), salobras (salinidade entre 0,5 ‰ e 30 ‰) e salinas (salinidade acima de 30 ‰). Esta informação é utilizada para a averiguação do

enquadramento e a definição dos padrões de qualidade para os demais parâmetros analíticos.

No caso das amostras analisadas, todas foram classificadas como salobras, com teores de salinidade variando entre 22,2 e 27,6 ‰, conforme apresentado no Gráfico 8.1.48. Este resultado condiz com o esperado, pois na região estuarina ocorre a mistura das águas continentais com as águas marinhas.



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 8.1.48 – Resultados das campanhas de amostragem na ADA para o parâmetro salinidade.

De acordo com a referida legislação, em seu Art. 42º, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas salinas e salobras serão consideradas de Classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinaria a aplicação da classe mais rigorosa correspondente, o que não é o caso. Desta forma, serão usados os padrões para águas salobras Classe 1.

Desta forma, a Tabela 8.1.61 apresenta o resumo dos parâmetros que se encontraram em desacordo com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas salobras Classe 1. Estes resultados estão consistentes com os valores obtidos nas campanhas anteriores realizadas na mesma região, conforme já apresentado.

Tabela 8.1.61 - Parâmetros das campanhas em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, Águas Salobras Classe 1.

Ponto amostral	1ª campanha		2ª campanha	
	Profundidade da amostra		Profundidade da amostra	
	Superfície	Fundo	Superfície	Fundo
#PS-01	Boro total, Fósforo Total	-	Boro total	-
#PS-02	Boro total e Coliformes termotolerantes	-	Boro total, Fósforo Total	-
#PSF-03	Boro total e Coliformes termotolerantes	Boro total e Coliformes termotolerantes	Boro total	Boro total, Ferro Solúvel, Fósforo Total
#PSF-04	Boro total, Coliformes termotolerantes, e Fósforo Total	Boro total, Coliformes termotolerantes Fósforo Total	Boro total, e Fósforo Total	Boro total, Ferro Solúvel

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com esta tabela, verifica-se que os teores de Boro total se encontraram acima dos padrões em todas as amostras analisadas, considerando as duas coletas em diferentes estações do ano.

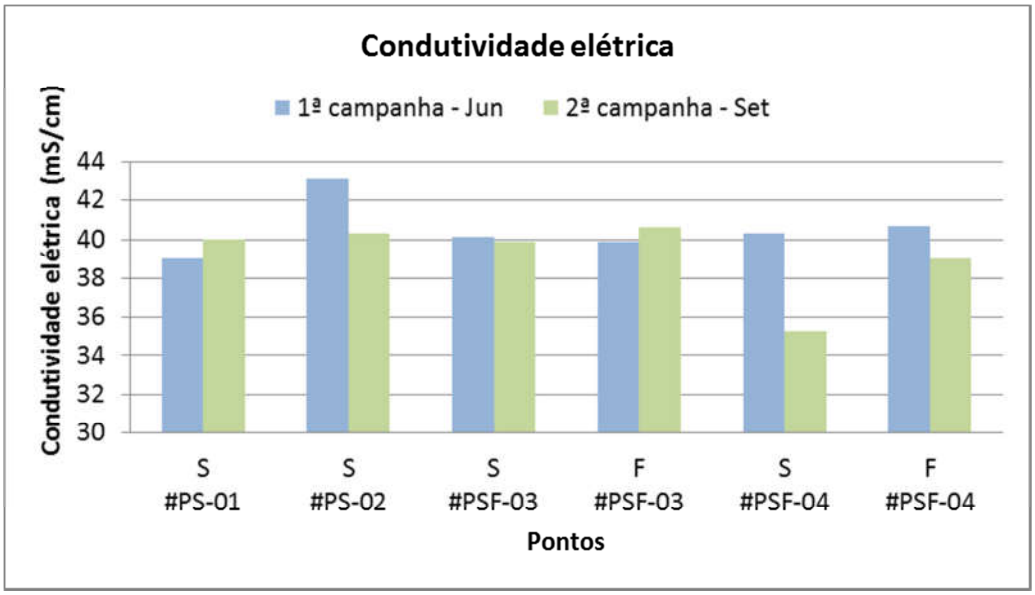
Na primeira campanha, o limite para Coliformes Termotolerantes também foi superado para a maioria das amostras, com exceção do ponto #PS-01. No ponto #PSF-04, nas amostras de superfície e fundo, o parâmetro Fósforo total também esteve em desacordo com o padrão da Resolução CONAMA 357/2005.

Na segunda campanha de amostragem, além do Boro Total, o Fósforo Total também ficou acima do padrão da Resolução CONAMA 357/2005 para águas salobras nas amostras #PS-02, #PSF-03 fundo, e #PSF-04 na superfície. O Ferro Solúvel excedeu o padrão nas duas amostras de fundo (#PSF-03 e #PSF04) da segunda campanha, o que não ocorreu na primeira campanha. Outra diferença é que os resultados de Coliformes Termotolerantes atenderam ao padrão em todas as amostras da segunda campanha.

Na sequência serão apresentados mais detalhes sobre os resultados obtidos para cada parâmetro.

A condutividade é a capacidade que a água tem de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro depende das concentrações iônicas, temperatura e quantidade de sais no corpo d'água. O Gráfico 8.1.48 apresenta os resultados obtidos na amostragem das águas do CEP

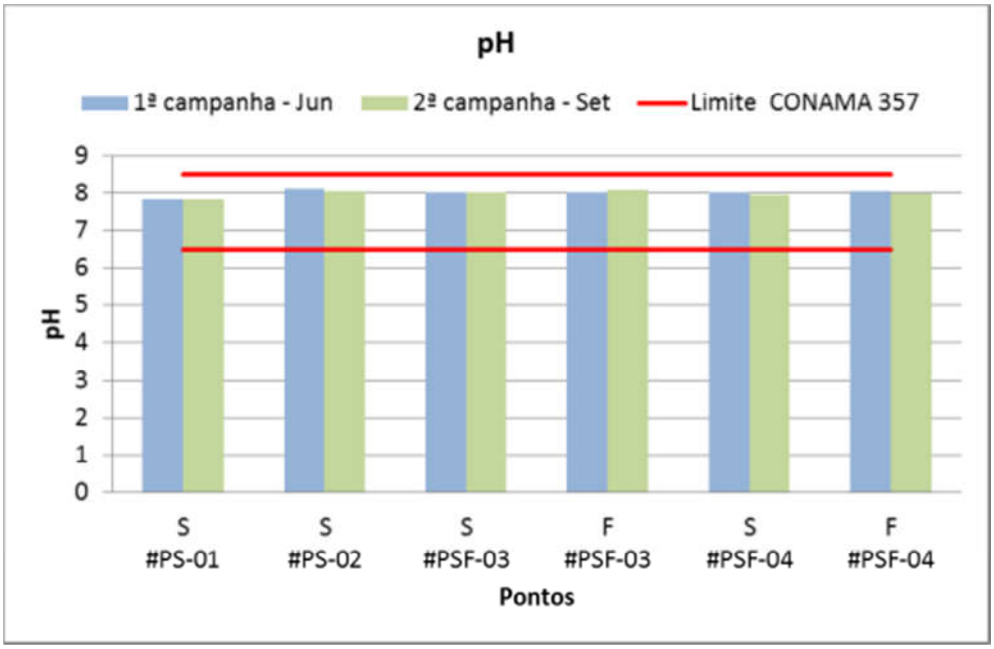
onde se observa que a condutividade máxima encontrada foi de 43,1 mS/cm no ponto #PS-02. Comparando o Gráfico 8.1.48 e o Gráfico 8.1.49, percebe-se a influência direta dos sais na condutividade.



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 8.1.49 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro condutividade elétrica.

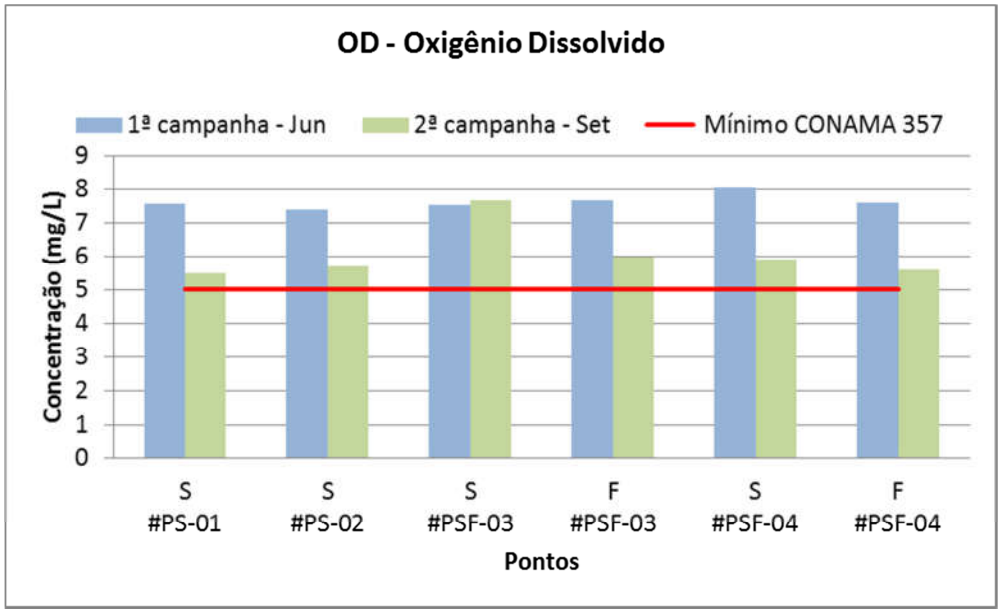
Com relação ao pH, a Resolução CONAMA 357/2005 estipula uma faixa aceitável entre 6,5 e 8,5. Conforme o Gráfico 8.1.50, todas as amostras se apresentaram dentro desta faixa, com valores próximos à 8.



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 8.1.50 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro pH.

Com relação ao Oxigênio Dissolvido (OD), o Gráfico 8.1.51 mostra que os teores encontrados variaram entre 5,5 e 8 mg/L, atendendo ao padrão mínimo de 5 mg/L, estipulado na Resolução CONAMA 357/2005 para a manutenção da vida aquática. Em geral, o teor de OD foi um pouco mais baixo na 2ª campanha em relação à primeira.

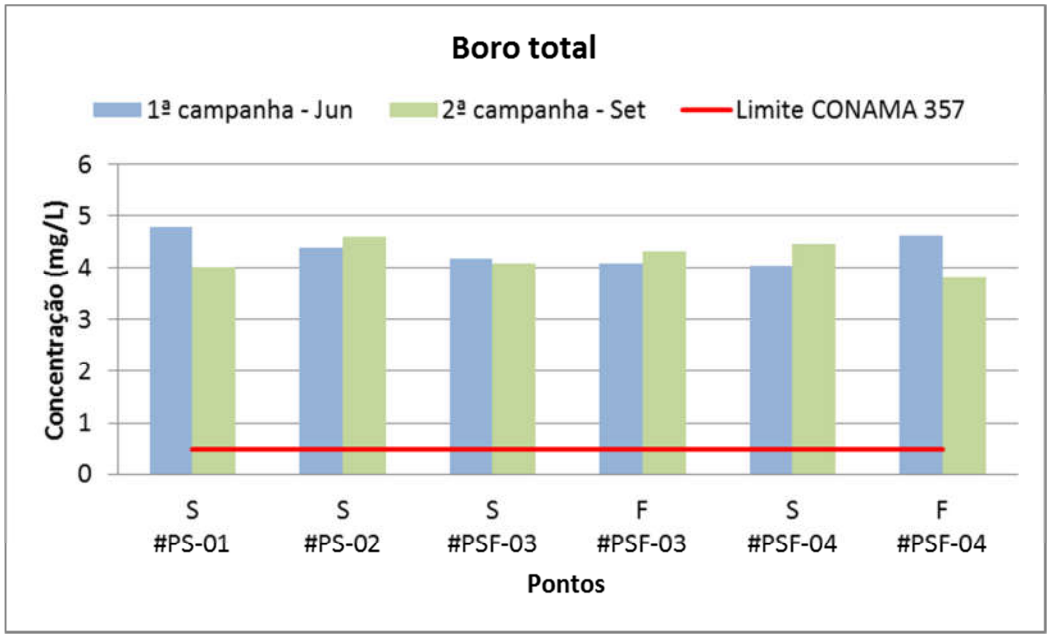


Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 8.1.51 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro OD – Oxigênio Dissolvido.

Caso os níveis de OD estivessem baixos, isto poderia ser um indicador de excesso de matéria orgânica, a qual favorece a presença de bactérias, que consomem o oxigênio nos seus processos respiratórios, causando a escassez de oxigênio. Entretanto, este não é o caso dos resultados apresentados nesta campanha.

O Gráfico 8.1.52 apresenta os resultados do parâmetro Boro Total. Em todas as amostras de ambas as campanhas, o teor de boro superou o padrão da Resolução CONAMA 357/2007, que é de 0,5 mg/L. As concentrações oscilaram entre 3,81 e 4,78 mg/L. Não foi verificada significativa variação sazonal neste parâmetro.



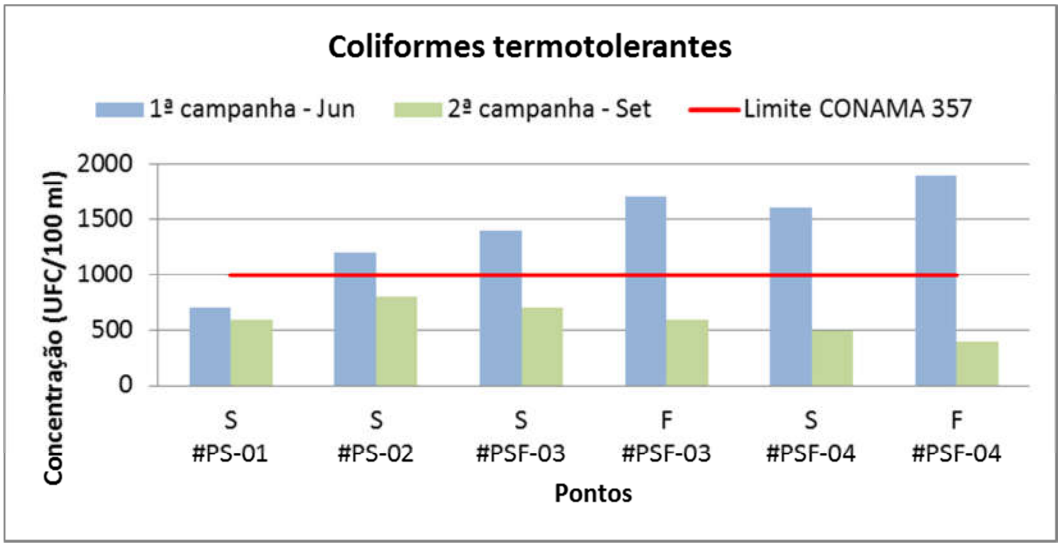
Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 8.1.52 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Boro Total.

Segundo a CETESB (2014), o boro é originado naturalmente da lixiviação de rochas com composição de boro e boro silicatos. Os valores presentes naturalmente no ambiente podem ser incrementados nas águas através do lançamento de efluentes domésticos brutos, devido à presença do boro na fórmula de detergentes e outros produtos de limpeza. Outra fonte em potencial deste composto são os fertilizantes, que são um produto bastante significativo na movimentação do Porto.

Vale ressaltar que na revisão da CONAMA 357/2005 pela 430/2011, o Boro, é classificado como um elemento não tóxico e que não apresenta características de persistência e bioacumulação em organismos vivos.

A seguir, no Gráfico 8.1.53, são mostrados os resultados para o parâmetro Coliformes Termotolerantes. Este é tido como um indicador de contaminação da água por esgoto doméstico, já que a principal origem deste tipo de micro-organismos é matéria fecal.



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 8.1.53 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Coliformes Termotolerantes.

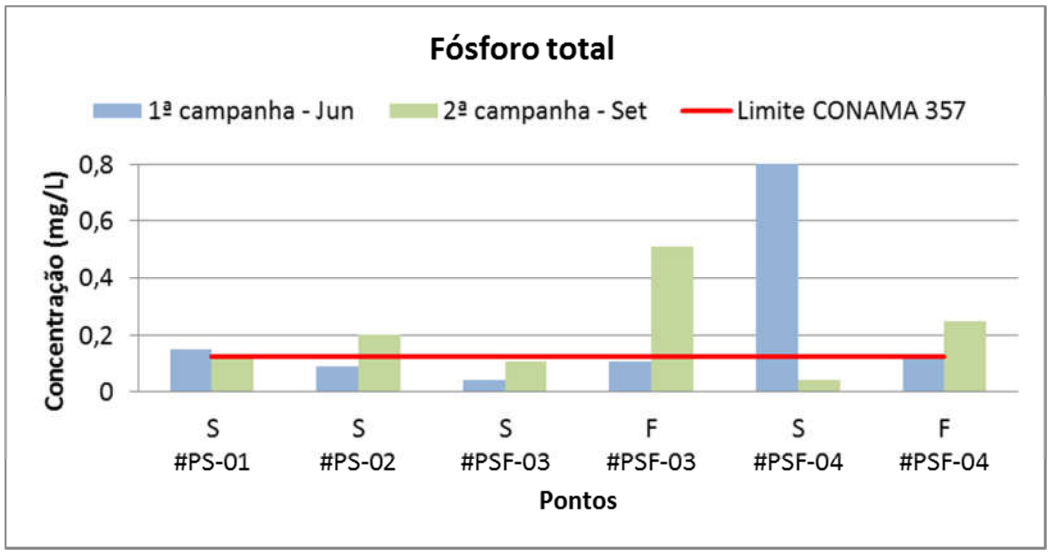
No Gráfico 8.1.53 observa-se uma variação significativa entre os resultados da primeira e da segunda campanha. Na primeira amostragem, apenas a amostra coletada no ponto #PS-01 atendeu ao padrão da Resolução CONAMA 357/2005, que é de 1.000 UFC/100 ml para água salobra Classe 1. Este ponto se localiza no canal de navegação que deriva do Rio Itiberê, próximo à atual área de remanescente de vegetação localizada ao sul do TCP. As demais amostras apresentaram valores entre 1.200 e 1.900 UFC/100 ml, sendo que a máxima foi encontrada no meio da coluna d'água do ponto #PSF-04, localizado próximo ao futuro Terminal "L". Desta forma, verifica-se que nestes locais a água apresenta sinais de contaminação biológica por esgoto doméstico.

Por outro lado, na segunda campanha de amostragem, todas as amostras apresentaram valores que atendem ao referido padrão. Os resultados variaram entre 400e 800 UFC/100 ml. Apesar de as coletas terem sido realizadas nas mesmas condições de maré, ainda assim esta alteração pode ser relacionada à flutuação normal deste parâmetro devido à variação na diluição e dispersão de poluentes nos corpos hídricos estudados, em função da circulação do CEP.

Com relação ao parâmetro Fósforo Total, os resultados são apresentados no Gráfico 8.1.54 a seguir. Na 1ª campanha, o padrão de 0,124 mg/L P da Resolução CONAMA 357/2005 foi superado no #PS-01 e na amostra de superfície do ponto #PSF-04, cujo resultado foi 0,8 mg/L. Este ponto é localizado próximo do atual Píer de Inflamáveis, e do futuro Píer "L". Já

na segunda campanha de amostragem, os resultados se alternaram: o padrão legal foi ultrapassado nas amostras #PS-02, #PSF-03 (superfície) e #PSF-04 (fundo).

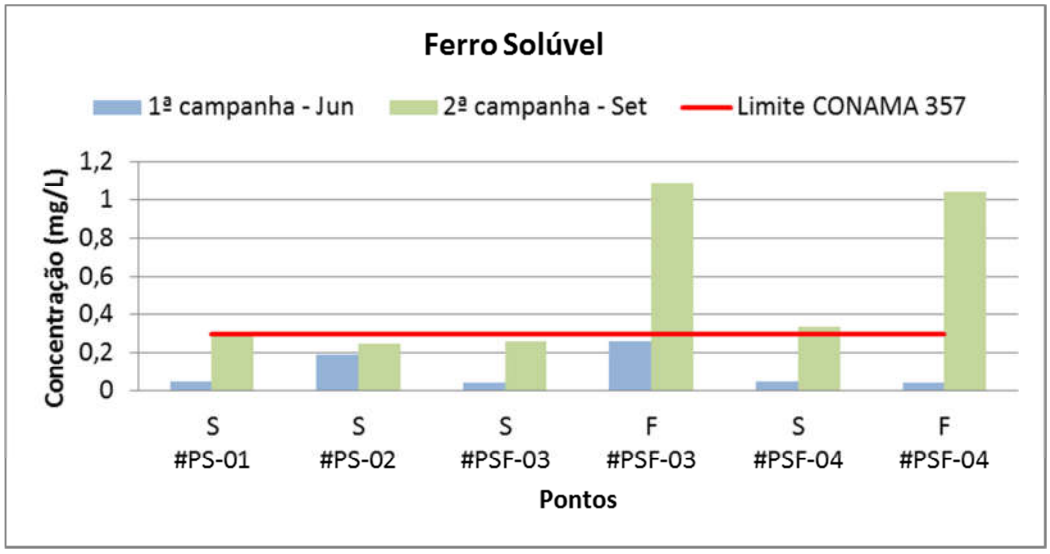
Segundo CETESB (2014), a principal causa de seu surgimento é o lançamento de esgoto *in natura* e detergentes, que carregam este macronutriente. Deve-se notar ainda que pode haver influência de fontes industriais, já que há significativa movimentação de fertilizantes fosfatados no Porto de Paranaguá.



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 8.1.54– Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Fósforo Total.

O Gráfico 8.1.55 apresenta o resultado do parâmetro Ferro Solúvel. Verifica-se que, na primeira campanha, todas as amostras atenderam ao padrão da Resolução CONAMA 357/2005, igual a 0,3 mg/L.

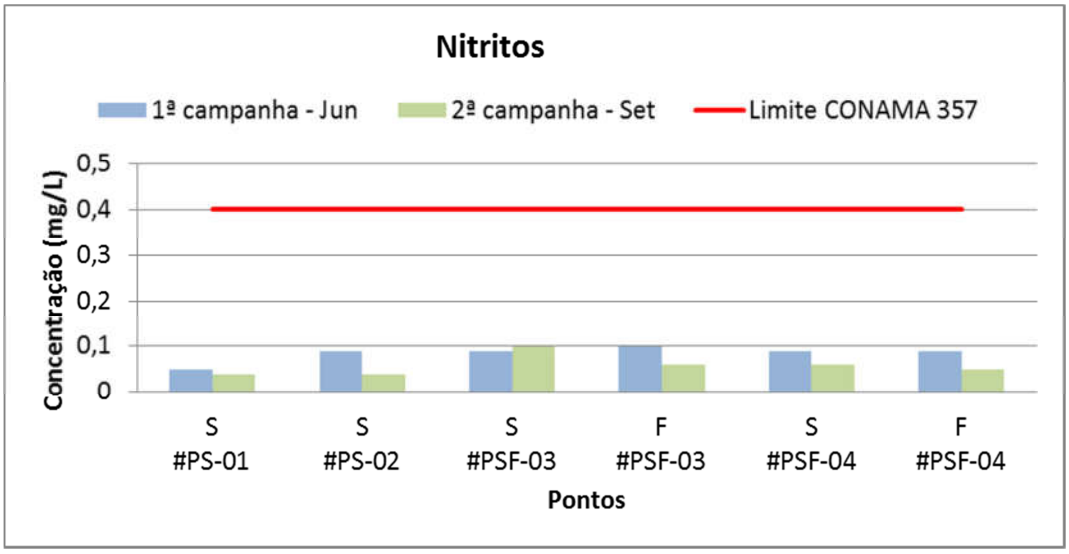


Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 8.1.55 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Ferro Solúvel.

Entretanto, na segunda campanha, as duas amostras de fundo (ponto #PSF-03 e ponto #PSF-04) apresentaram resultados acima do padrão, com valores acima de 1 mg/L. A ultrapassagem ao padrão também foi verificada nas campanhas anteriores de amostragem realizadas nesta região do CEP, conforme apontado no Gráfico 8.1.55. A presença do ferro dissolvido nas águas pode estar associada naturalmente ao tipo de solo da região, bem como à corrosão de estruturas metálicas de navios e estruturas (AMBIENS CONSULTORIA, 2015a).

O Gráfico 8.1.56 apresenta os resultados do parâmetro Nitrito. O nitrogênio é originado, de maneira geral, por compostos orgânicos. O nitrito é uma decomposição do nitrogênio amoniacal (aquele recém-lançado no meio), encontrada na zona de recuperação, que ocorre numa etapa seguinte ao lançamento da matéria orgânica (CETESB, 2014). No caso do local de estudo, há a possibilidade da influência da movimentação de fertilizantes nitrogenados nos teores observados. Destaca-se, porém, que os resultados apontaram níveis baixos de nitrito, menores que 0,1 mg/L, atendendo ao padrão igual a 0,4 mg/L.



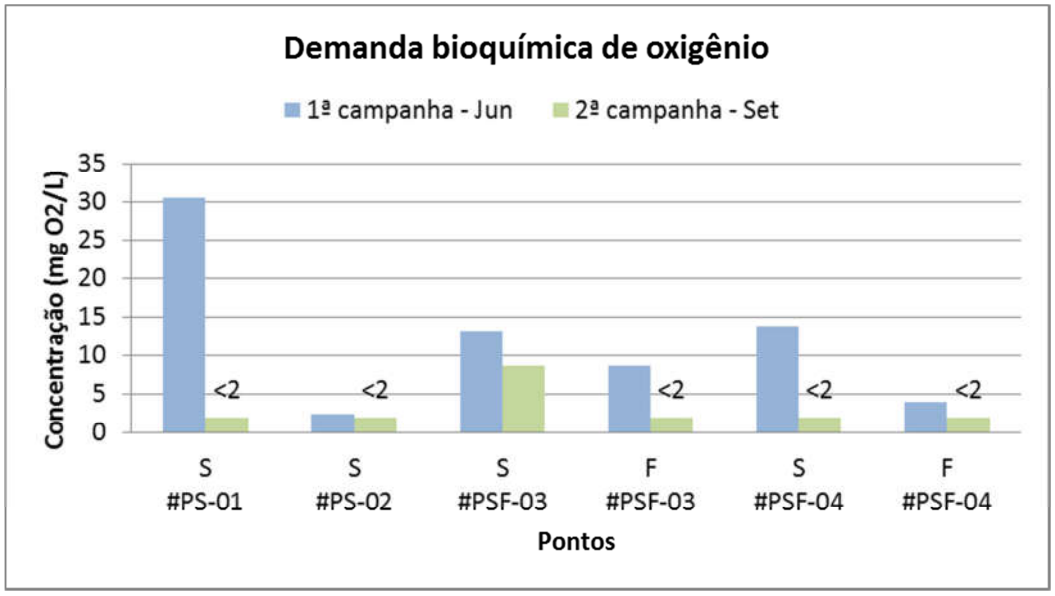
Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 8.1.56– Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Nitritos.

O Gráfico 8.1.57 e o Gráfico 8.1.58 apresentam respectivamente os resultados de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio). Apesar de não haver padrão de qualidade para estes parâmetros no caso de águas salobras Classe 1, estes dados são indicativos da quantidade de matéria orgânica na água amostrada.

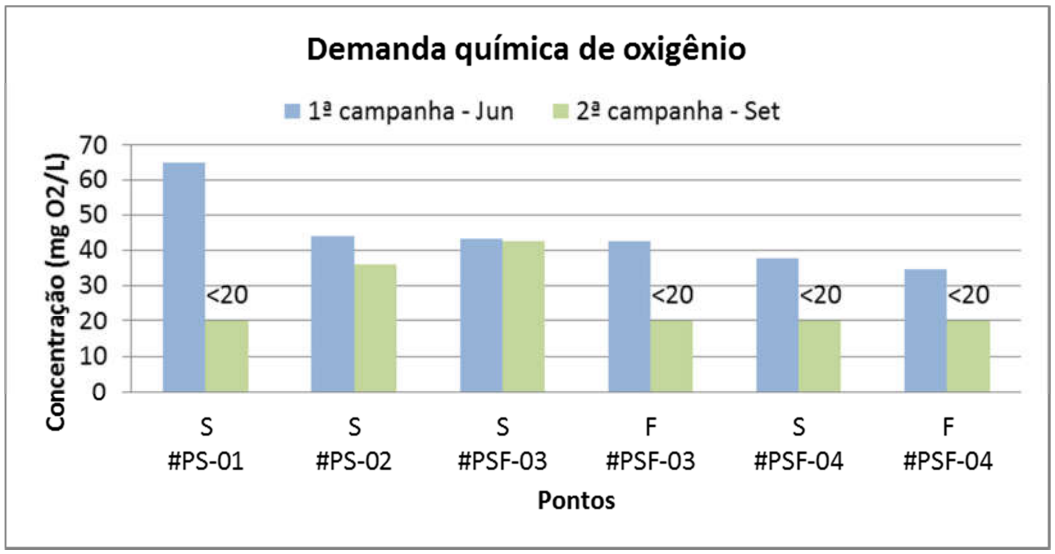
Na primeira campanha, em ambos os parâmetros, os maiores teores de DBO e DQO (30,5 e 65 mgO_2/L, respectivamente) foram registrados no ponto #PS01, que se localiza em canal derivado do Rio Itiberê, próximo à área vegetada ao sul do TCP, conforme já mencionado. Neste local há provável influência de matéria orgânica de origem natural e antropogênica (esgotos brutos).

Ainda assim, a quantidade de matéria orgânica é baixa em todos os pontos, sendo inclusive significativamente mais baixa na segunda campanha de amostragem, se comparada à primeira. A maioria das amostras da segunda campanha ficou abaixo do limite de quantificação do método analítico (que é de 2 mg/L para DBO e 20mg/L para DQO). Ainda assim, os gráficos apresentam estes valores, sinalizados com o símbolo <2 mg/L para DBO e <20 mg/L para DQO.



Fonte: Elaboração própria.

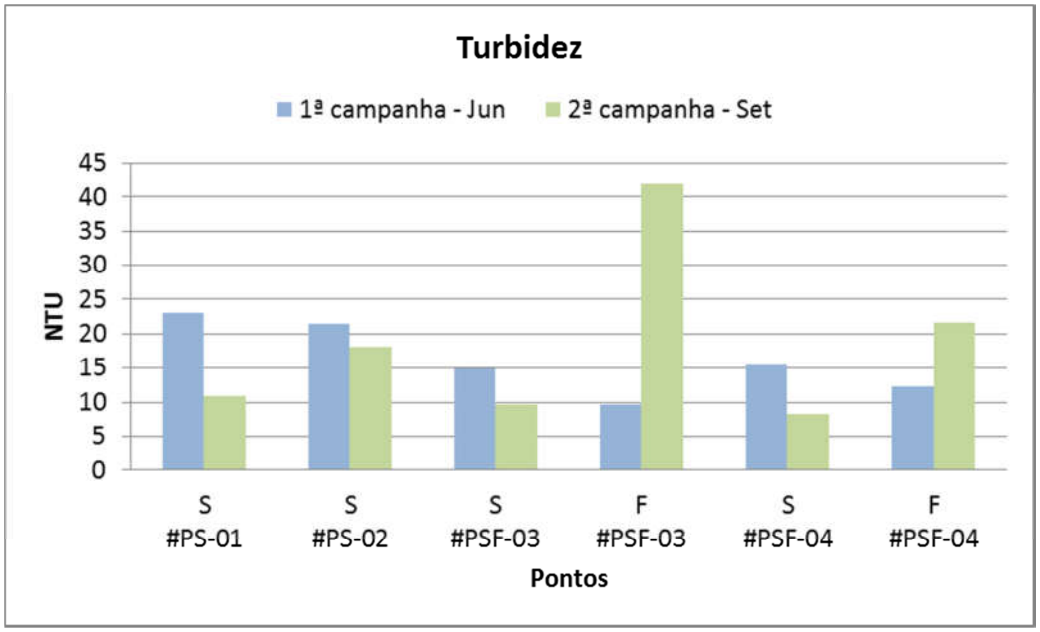
Gráfico 8.1.57 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio).



Fonte: Elaboração própria.

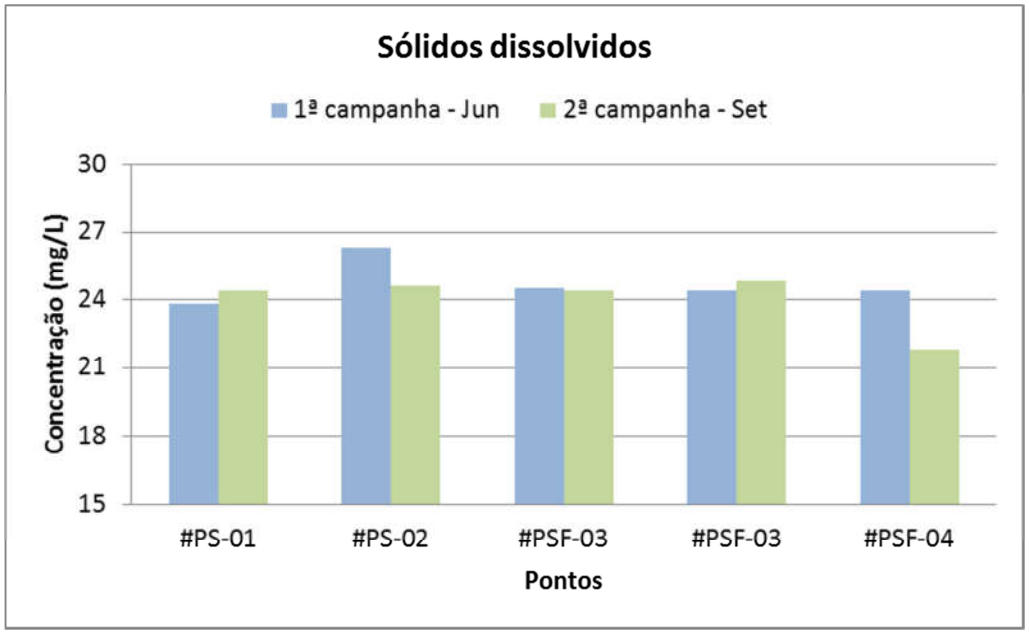
Gráfico 8.1.58 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro DQO (Demanda Química de Oxigênio).

Com relação à Turbidez, o Gráfico 8.1.59 mostra que na 1ª campanha o índice foi maior nos pontos #PS01 e #PS02, que tem maior influência de águas continentais, como é de se esperar. Porém na 2ª campanha, o valor da turbidez foi máximo na amostra de fundo do ponto #PSF-03, localizado próximo ao futuro Terminal “T”, seguida da amostra de fundo do ponto #PSF-04. Quanto aos Sólidos Dissolvidos, houve pequena variação nos resultados entre as amostras, que ficaram em torno de 24 mg/L.



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 8.1.59 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Turbidez.



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 8.1.60 – Resultados da campanha de amostragem na ADA para o parâmetro Sólidos Dissolvidos.

Os resultados aqui apresentados referentes ao levantamento de dados primários nas proximidades da ADA do empreendimento são condizentes com os levantamentos

secundários já realizados e apresentados anteriormente. Em resumo, a qualidade da água atende aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/2005 para a maioria dos parâmetros, com exceção de Boro Total, Coliformes Termotolerantes, Fósforo e Ferro Solúvel, estes últimos detectados em maior nível nas amostras de fundo. Estes resultados corroboram com o que já é possível observar em campo: o lançamento de esgotos domésticos nos corpos hídricos da região do Porto de Paranaguá, além de possível contaminação por ferro oriundo das estruturas ou navios.

8.1.8.3.4 Fontes Poluidoras

Na área de estudo para determinação da área de influência indireta são observadas 45 potenciais fontes poluidoras, distribuídas nos municípios de Antonina, Morretes e Paranaguá. Destas 22 são localizadas no município de Paranaguá, considerado com área de estudo para determinação da área de influência direta. Estas fontes poluidoras podem ser identificadas na Tabela 8.1.62 e localizadas no Anexo I – Mapa 20 – Mapa de Localização de Potenciais Fontes Poluidoras nas Áreas de Estudo para determinação das Áreas de Influência Direta (AEID) do Meio Físico. Segundo os dados, verifica-se que a principal fonte poluidora de Antonina são os lixões, sendo responsável por praticamente metade das fontes verificadas na cidade. Já na cidade de Morretes, as principais fontes poluidoras verificadas foram os areais, seguido pelas fábricas de papel. Paranaguá é o município com o maior número de fontes poluidoras, 22 no total, e destas a maioria é de empresas de fertilizantes. Devido as características das principais fontes poluidoras é possível determinar as prováveis fontes de contaminação através dos potenciais usos da água.

Tabela 8.1.62 – Identificação das Potenciais Fontes Poluidoras na AEID

Número	Fonte Poluidora
Antonina	
01	Porto Barão de Tefé
02	Indústria de Ferro Gusa do Paraná
03	Fábrica de Papel São Marcos
04	Lixão da Esplanada do Areião
05	Futuro Aterro Sanitário
06	Lixão Atual – Estrada do lixão (Saivá)
07	Lixão de Antonina
08	Lixão Pinheirinho
09	Lixão do Mamboeiro
10	Usina Hidrelétrica Governador Parigot de Sousa
11	Saibreira

Número	Fonte Poluidora
12	Estração de seixos
	Morretes
01	Lixão a céu aberto de Morretes (Colônia Seis Marias)
02	Lixão Antigo de Morretes (Sapitaduva)
03	C.T.M. Papéis Ltda (recicladora)
04	Fábrica de Papel São Marcos 2
05	Fábrica de papel Kraft (Induspel)
06	Areal Berreiros
07	Areal Brustolin
08	Areal Bertazoni
09	Extração de Seixos
10	Areal do Hernesto
11	Roquelwe Comércio de Artes Metalizadas Ltda.
	Paranaguá
01	Fertipar Fertilizantes do Paraná Ltda.
02	União Vopak
03	Cotriguapu
04	Posto de Combustível (abandonado)
05	Catllini Terminais Marítimos Ltda.
06	Lava Car Santa Rita
07	Lava Car do Pedro
08	Anadali Operações Industriais Ltda.
09	Mosaic
10	Macrofértil Indústrias e Comércios de Fertilizantes Ltda.
11	Adubos Sudoeste Ltda.
12	Estiinave
13	Multitrans Transportes e Armazenagens Gerais Ltda.
14	Lixão do Imbocuí
15	Península Internacional Ltda.
16	Fospar S.A.
17	Sadia S.A.
18	Delta Fertilizantes Ltda.
19	Heringer Fertilizantes Ltda.
20	Trans Adubos S.A.
21	Válvula Dutovia Araucária / Paranaguá (OLAPA)
22	Estação de Tratamento de Esgoto Emboguaçu

Fonte: ADEMADAN, 2006.

8.1.8.4 Hidrogeologia

A hidrogeologia é o ramo da hidrologia que estuda a água subterrânea, levando em especial consideração a relação desta com o ambiente geológico, assim como com o uso do solo. Dessa forma, torna-se de importância muito grande o reconhecimento dos sistemas aquíferos, possibilitando verificar fatores como a recarga dos mesmos, direção do fluxo e a

composição química da água subterrânea, importantes para programar um monitoramento da água subterrânea e executar planos de controle ambiental.

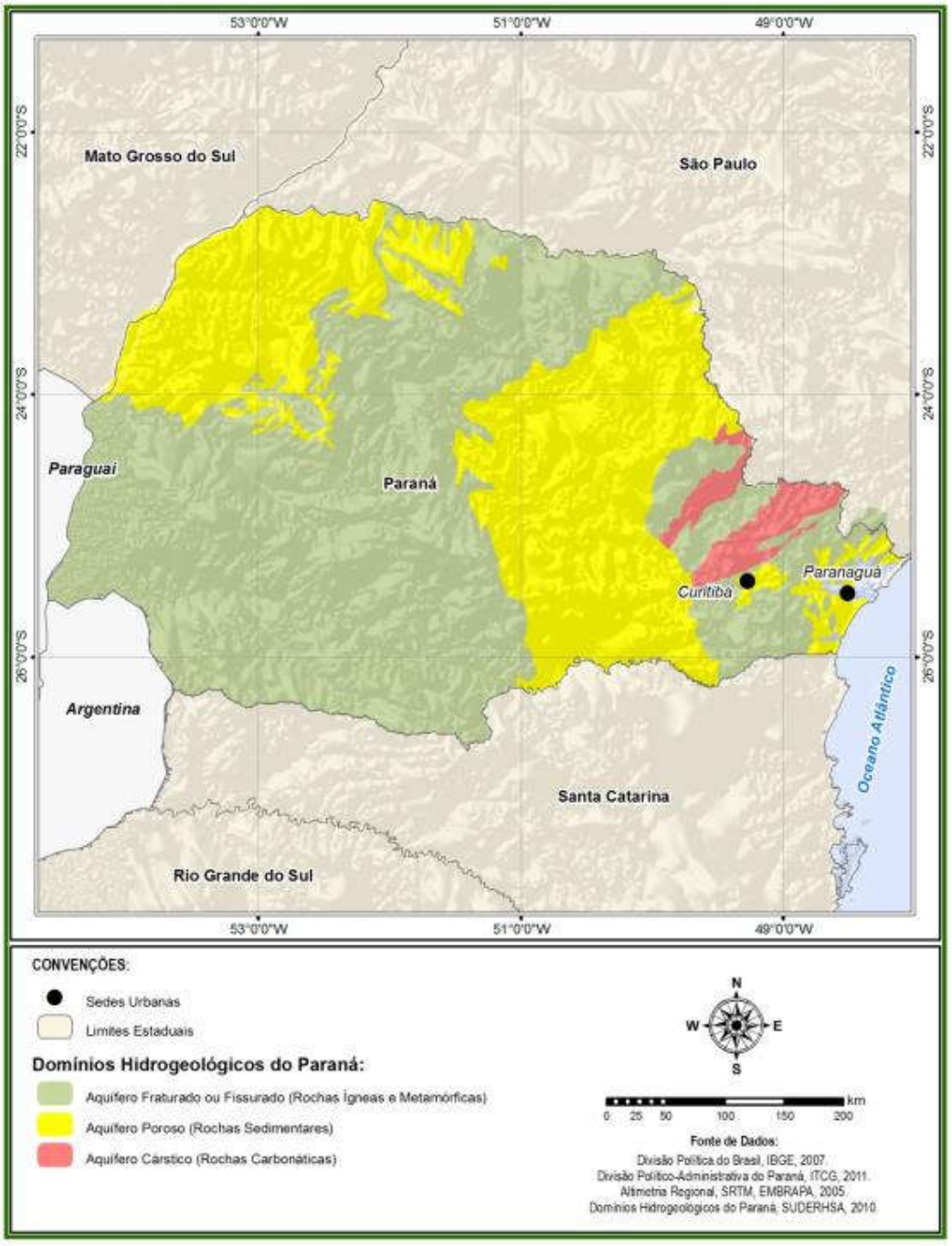
A área do estudo assenta-se em Paranaguá, no litoral paranaense. Segundo Angulo (2004) a região compreende como principais domínios geológicos as rochas do embasamento ou escudo cristalino, e a cobertura sedimentar cenozoica. Nesse contexto incidem as áreas ADA e AEID.

No estado do Paraná, o Instituto de Águas do Paraná (2010) utiliza como referência para classificação hidrogeológica regional, três tipos de aquíferos que levam em consideração a litologia e a capacidade de armazenamento de água. Dessa forma são constituídos os grandes domínios hidrogeológicos paranaenses, a saber, Figura 8.65.

Aquíferos Fraturados – Os aquíferos fraturados ou fissurados são representados por rochas ígneas e metamórficas, sem porosidade primária, onde a recarga, circulação e armazenamento da água ocorrem por aberturas ou descontinuidades originadas por eventos posteriores à formação da rocha, tais como fraturas, falhas e diaclases. Sua distribuição ocorre no Escudo Paranaense (leste do estado) sobre rochas ígneas e metamórficas pré-cambrianas e no centro-oeste do estado (Terceiro Planalto) sobre basaltóides do Juro-Cretáceo.

Aquíferos Porosos – Os aquíferos porosos são representados por rochas sedimentares que possuem porosidade primária, permitindo recarga e circulação hídrica pelos espaços entre os grãos constituintes da rocha. Sua distribuição ocorre na porção centro-leste do estado (Segundo Planalto) em rochas sedimentares da Bacia do Paraná (Fanerozóico), rochas sedimentares no noroeste do estado (Cenozoico) e rochas sedimentares na Planície Costeira.

Aquífero Cárstico – o aquífero cárstico é representado especificamente por rochas carbonáticas onde a recarga, circulação e armazenamento da água ocorrem por estruturas de dissolução da rocha. Sua distribuição ocorre no Escudo Paranaense, em rochas do Grupo Açungui.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.65 – Domínios Hidrogeológicos do Paraná.

A AEII do empreendimento abrange duas unidades aquíferas paranaenses como mostra o Anexo I – Mapa 21 - Mapa Hidrogeológico Regional, as unidades Pré-Cambriana e Costeira. A unidade Pré-Cambriana corresponde à porção constituída pelo embasamento cristalino, incidindo em rochas do complexo gnáissico-migmatítico, sendo o armazenamento das

águas subterrâneas condicionado à recarga em zonas de fraturas ou fissuras e, portanto, definido como sendo descontínuo, anisotrópico e semi-confinado.

A unidade costeira cobre os depósitos areno-argilosos de origem holocênica, constituídos por depósitos litorâneos indiferenciados e depósitos aluvionares, caracterizando um aquífero de permeabilidade homogênea (isotrópico), poroso e livre, implicando em alta vulnerabilidade da água a contaminações de origem superficial e subsuperficial.

A seguir apresenta-se a Tabela 8.1.63, com as correspondentes áreas de abrangência de cada unidade com relação às áreas de influência, ADA, AEID e AEII.

Tabela 8.1.63 – Áreas de abrangência das unidades aquíferas em relação às áreas de estudo para determinação das áreas de influência.

Unidade Aquífera	ADA		AEID		AEII	
	Km²	%	Km²	%	Km²	%
Pré-Cambriana			29,9	5,3	914,9	31,3
Guabirotuba					10,3	0,4
Costeira	0,5	5,0	317,7	56,7	1.181,7	40,4
Corpo d'água	8,8	95,0	212,4	37,9	820,2	28,0
	9,3	**100,0**	**560,0**	**100,0**	**2.927,0**	**100,0**

8.1.8.4.1 Aquífero fraturado

O aquífero fraturado (ou fissural) é representado por permeabilidade secundária instituída sobre rochas ígneas e metamórficas pertencentes ao Escudo Paranaense, mais especificamente relacionado ao empreendimento sobre rochas dos complexos Cachoeira, Gnáissico-Migmatítico e Metamórfico Indiferenciado (Embasamento Cristalino).

As características hidráulicas do aquífero são condicionadas pelo controle estrutural atuante. No caso da área do estudo são definidos dois *trends* estruturais gerais, um de direção NE, implantado em estruturas do embasamento, que tiveram diversos estágios de reativação ao longo da história geológica da região, e outro, de direção NW, implantado pelo enxame de diques de basaltóides do Juro-Cretáceo.

Os aquíferos fissurados em função das descontinuidades não apresentam parâmetros hidrodinâmicos constantes. A porosidade varia em função do sistema de aberturas existentes na rocha em sub-superfície. Em certos locais a porosidade pode ser zero, enquanto em outros locais pode ser alta. A condutividade também varia, não havendo

sentido em falar de transmissividade, pois se há condutividade ao longo de uma fratura não há coerência em extrapolar esse valor para uma determinada espessura do aquífero onde predominam zonas não fraturadas com comunicação incipiente ou mesmo inexistente.

Dessa forma, as características hidrodinâmicas do aquífero fraturado dependem de fatores como amplitude e abertura das fissuras, forma e rugosidade das paredes das fissuras, frequência ou espalhamento das fissuras, número de famílias ou sistemas de fissuras, orientação e posição das fissuras (direção e mergulho), porosidade e permeabilidade da matriz rochosa, além da distribuição da amplitude das fissuras no sistema, o que determina a heterogeneidade e a anisotropia do meio.

A quantidade e qualidade da água armazenada dependem de fatores exógenos (clima, relevo, hidrografia, vegetação, coberturas alóctones ou autóctones além da ocupação humana) e fatores endógenos (constituição litológica, soluções mineralizantes e estruturas geológicas).

A maioria dos poços perfurados nesse aquífero na região do estudo atingem profundidades superiores a 100 metros, e as principais contribuições de água são obtidas na faixa entre 30 e 100 metros de profundidade. As vazões são bastante variáveis, dependendo das estruturas que permitem conectividade hidráulica, seccionadas durante a perfuração. Melhores resultados em termos de vazão podem ser obtidos buscando-se locar os poços em pontos onde alinhamentos estruturais possam representar padrões regionais, como comentado nos parágrafos anteriores.

Para Giusti (1996) as rochas do embasamento cristalino se caracterizam como os melhores aquíferos da região. Segundo o autor, este aquífero possui vazões da ordem de 1,8 a 25,3 m^3/h e média de 6,7 m^3/h. Ainda segundo o autor, os migmatitos pegmatíticos são melhores produtores de água em relação aos migmatitos apolíticos, tendo até mesmo uma grande quantidade de poços nulos sobre estes últimos na região.

No estado do Paraná, generalizadamente a recarga dos aquíferos subterrâneos ocorre de maneira difusa (SEMA - ÁGUAS PARANÁ, 2010), seja o aquífero do tipo fissural, granular ou de dissolução química.

A recarga difusa (ou recarga direta) ocorre sobre grandes áreas quando a água é adicionada ao reservatório subterrâneo por processos de percolação vertical através da zona não saturada do solo, descontando os déficits de umidade do solo e da

evapotranspiração. No Paraná a precipitação pluviométrica é sempre superior a 1.200 mm/ano.

A recarga desse aquífero fraturado ocorre, em maior parte, pela drenagem e infiltração da água armazenada nos sedimentos sobrepostos. A água de recarga também pode ocorrer infiltrando em áreas mais distantes, como na Serra do Mar, e percolando pelo meio fraturado. A água do mar também pode contribuir para a recarga do aquífero, infiltrando pelo meio fraturado e conferindo características de salinidade na composição da água do aquífero, principalmente nas proximidades da orla do mar.

Em relação ao aquífero poroso sobreposto, o aquífero fraturado apresenta menor vulnerabilidade quanto à contaminação superficial e subsuperficial, pois o aquífero poroso serve como uma espécie de filtro para a água que é drenada através dele em direção ao aquífero fraturado. De maneira similar, o intrincamento das estruturas que possibilitam conectividade hidráulica também permite certa depuração da água durante o percurso.

8.1.8.4.2 Aquífero poroso

Este tipo de aquífero é constituído pela porosidade primária imposta durante a formação da rocha e armazena grande volume de água. Caracteristicamente a alta porosidade e isotropia permitem o fluxo da água em qualquer direção, dependendo apenas da pressão hidrostática ou potenciométrica.

Para os sedimentos da planície costeira, que representam o aquífero poroso no local do empreendimento, podemos incluir baseados em Angulo (1992) os sedimentos pertencentes à Formação Alexandra, os depósitos associados às vertentes (leques aluviais), depósitos de taludes e colúvios, sedimentos de origem fluvial (bacias de inundação, barras em pontal, meandros abandonados e diques marginais). Ainda para o autor, os sedimentos costeiros pertencem a dois tipos de sistemas: a) planície costeira em cordões litorâneos e b) estuarino. Os dois sistemas são formados por paleoambientes em épocas de mar relativamente alto, e ambientes atuais.

Para Flórez (2005) o aquífero formado pelos sedimentos de planície costeira é caracterizado por sedimentos continentais e marinhos. O autor relaciona a fácies continental à descrição feita por FUNPAR (1997), que caracteriza os sedimentos como subangulosos, mal a muito mal selecionados, compostos principalmente por areia argilosa, argila siltosa, argila arenosa

e areia silto-argilosa, com teores variáveis de grânulos e seixos, configurando um aquífero semiconfinado com permeabilidade de 10-4 e 10-6 cm/s.

Flórez (2005) relaciona também a fácies continental com a descrição feita por Angulo (1992) que, baseado na classificação de Folk (1954) diz que as principais classes granulométricas que compõem a fáceis são lama arenosa pouca cascalhenta (25%), areia lamosa pouca cascalhenta (22%), areia lamosa cascalhenta e argila arenosa (14%). Para esta fácies, Flórez (2005) relaciona os dados de FUNPAR (1997) que afirmam vazões de 1,2 a 42,0 m^3/h.

Na fácies marinha, Flórez (2005) relaciona a descrição de Angulo (1992) de que há um predomínio de sedimentos arenosos finos a muito finos, com diâmetro médio de 2,65 mm.

Flórez (2005) define o aquífero poroso como livre, com níveis potenciométricos variando de 0,3 a 12,1 metros, permeabilidade de 10^{-3} cm/s e profundidades de até 28 metros. Caracteriza também o aquífero poroso como semiconfinado, quando as profundidades são superiores a 28 metros, sendo constituído, então, por sedimentos costeiros tanto de origem marinha como de origem continental. Importante ressaltar que por se tratar de um aquífero poroso e livre, possui alta vulnerabilidade a contaminações de origem superficial e subsuperficial.

Segundo FUNPAR (1997) os aquíferos que apresentam os melhores parâmetros para a exploração de água são os situados em sedimentos costeiros quaternários, existindo dois horizontes produtores principais. O primeiro é formado por areias médias a grossas, quartzosas, esbranquiçadas, mal selecionadas e subangulosas. Neste contexto apresentam-se camadas (bolsões) argilo-siltosos em meio às areias. Este horizonte possui vazões da ordem de 6 a 20 m^3/h, sendo que para Flórez (*op cit*.) esta fácies corresponde a depósitos continentais de leques aluviais. O segundo horizonte produtor é composto por areias finas a médias, esbranquiçadas, quartzosas, mal selecionadas, com ocorrência esporádica de seixos de quartzo. Possui vazões da ordem de 4,4 a 9,0 m^3/h. e para Flórez (*op cit*.) esta fácies corresponde a uma zona de transição entre sedimentos continentais e marinhos.

A potenciometria do aquífero livre para a região de Paranaguá é pequena, segundo FUNPAR (1997), da ordem de 0,5 a 5 metros.

8.1.8.4.3 Caracterização hidroquímica do aquífero poroso

Para Giusti (1996) a composição química da água subterrânea no município de Paranaguá, diferencia-se em função das condicionantes litológicas, estruturais e, principalmente, em função de intrusões salinas e da ocupação urbana.

Segundo Flórez (2005) as mineralizações características de ambiente costeiro na água subterrânea são controladas pelas espécies iônicas Na^{+}, Cl^{-} e SO_4^{-2}. Para o aquífero da Ilha do Valadares, o autor afirma que a soma destes três íons correspondem a mais de 50% da composição iônica média das águas, aumentando na medida em que as análises se aproximam das margens da Ilha. Ainda segundo o autor, quanto mais elevada é a região (portanto mais exposta aos processos de lixiviação causados pelas águas pluviais) e mais afastada da costa, menor é a quantidade de sólidos totais dissolvidos presentes na água. Isto pode ser indicativo de uma salinização do aquífero por processos de dispersão hidrodinâmica das águas estuarinas. O autor cita ainda que a classe dominante nas águas da região da Ilha dos Valadares é a cloretada-sódica e que substâncias indesejáveis encontradas são NO_3^{-2} e coliformes totais e fecais. O autor cita ainda a possibilidade de ocorrência de uma maior concentração de cloreto e sódio em regiões mais próximas aos estuários.

As características apresentadas nesse tópico relacionam somente a água “doce” do aquífero livre, pois nesse ambiente pode haver o avanço subterrâneo da água do mar em direção ao continente. Nesse caso, existe a formação da denominada “cunha salina” caracterizada pela porção de água salgada que se posiciona abaixo da água doce, conforme exemplificado pela Figura 8.66. Existe um equilíbrio natural entre os dois tipos de água, de maneira que a exploração excessiva implica no rebaixamento do lençol freático e permite o avanço ou intrusão da água subterrânea enriquecida por sais provenientes do mar.

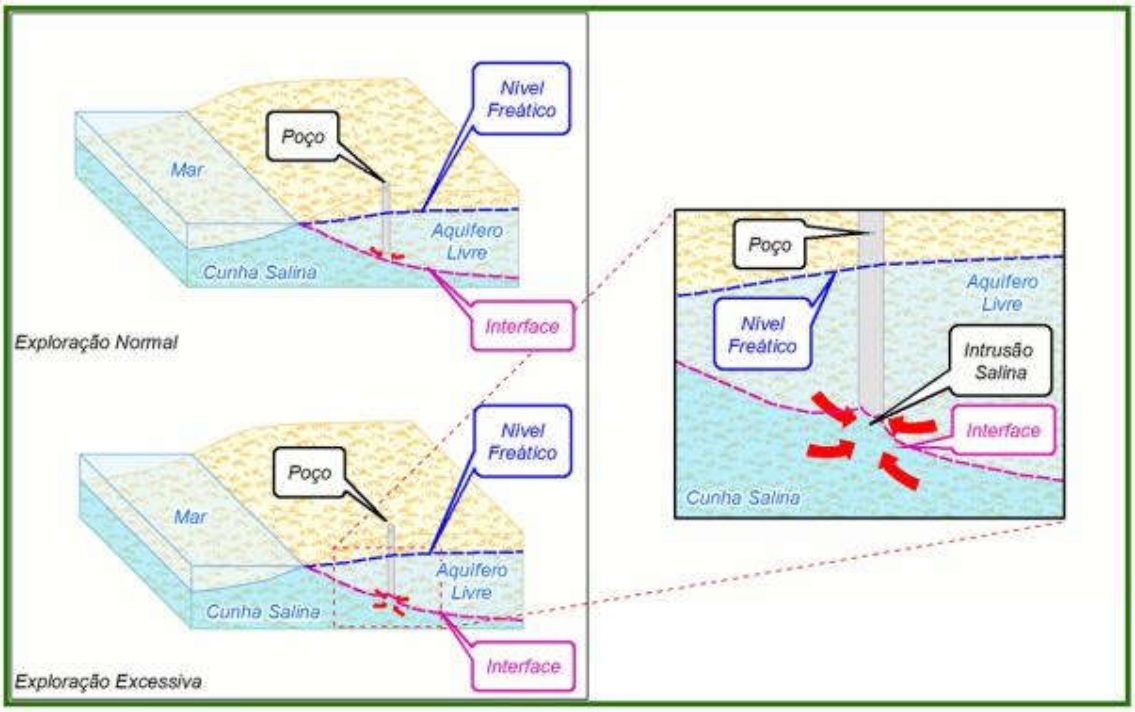


Figura 8.66 – Representação do Processo de Intrusão Salina.

Considerando o exposto acima, há influência de águas consideradas salobras, principalmente na região da orla do mar. Segundo Giusti (1996) as profundidades em que ocorre intrusão salina variam de 30 a 60 metros nas proximidades da orla do mar. Na região de Alexandra, essa profundidade pode chegar a 80 metros. Em análises de amostras da região, o autor constatou a influência da água do mar nos resultados em que o sódio e o cloreto predominam sobre os outros íons. Segundo ele, no perfil catiônico das amostras com alto teor de sal, ocorreu um domínio de sódio (Na > Mg > Ca > K). Em relação ao perfil aniônico, o íon cloreto é dominante na água de maior salinidade.

8.1.8.4.4 Caracterização hidrogeológica da área diretamente afetada

A área prevista para a instalação do empreendimento é constituída por sedimentos marinhos de planície costeira e sedimentos marinhos associados a manguezais, caracterizando um aquífero poroso.

Na área prevista para a instalação do Complexo Náutico ocorrem mangue e bancos arenosos. O primeiro possui solo lamoso com matéria orgânica e apresenta-se úmido e saturado permanentemente. O segundo ocorre em uma estreita faixa marginal que separa o

mangue do canal estuarino, possui solo arenoso a areno-argiloso, não se encontra saturado permanentemente. Nessa área observa-se o avanço da água do mar durante a maré alta.

As áreas previstas para a instalação dos píeres encontram-se, em zonas submersas do canal estuarino sobre sedimentos de fundo rasos atuais.

Foram instalados seis poços de monitoramento durante dos trabalhos. Os poços PM-01, PM-02 e PM-03 foram instalados na ADA do Complexo Náutico e os poços PM-04, PM-05 e PM-06 foram instalados nas proximidades da ADA referente a instalação dos píeres em F e em L.

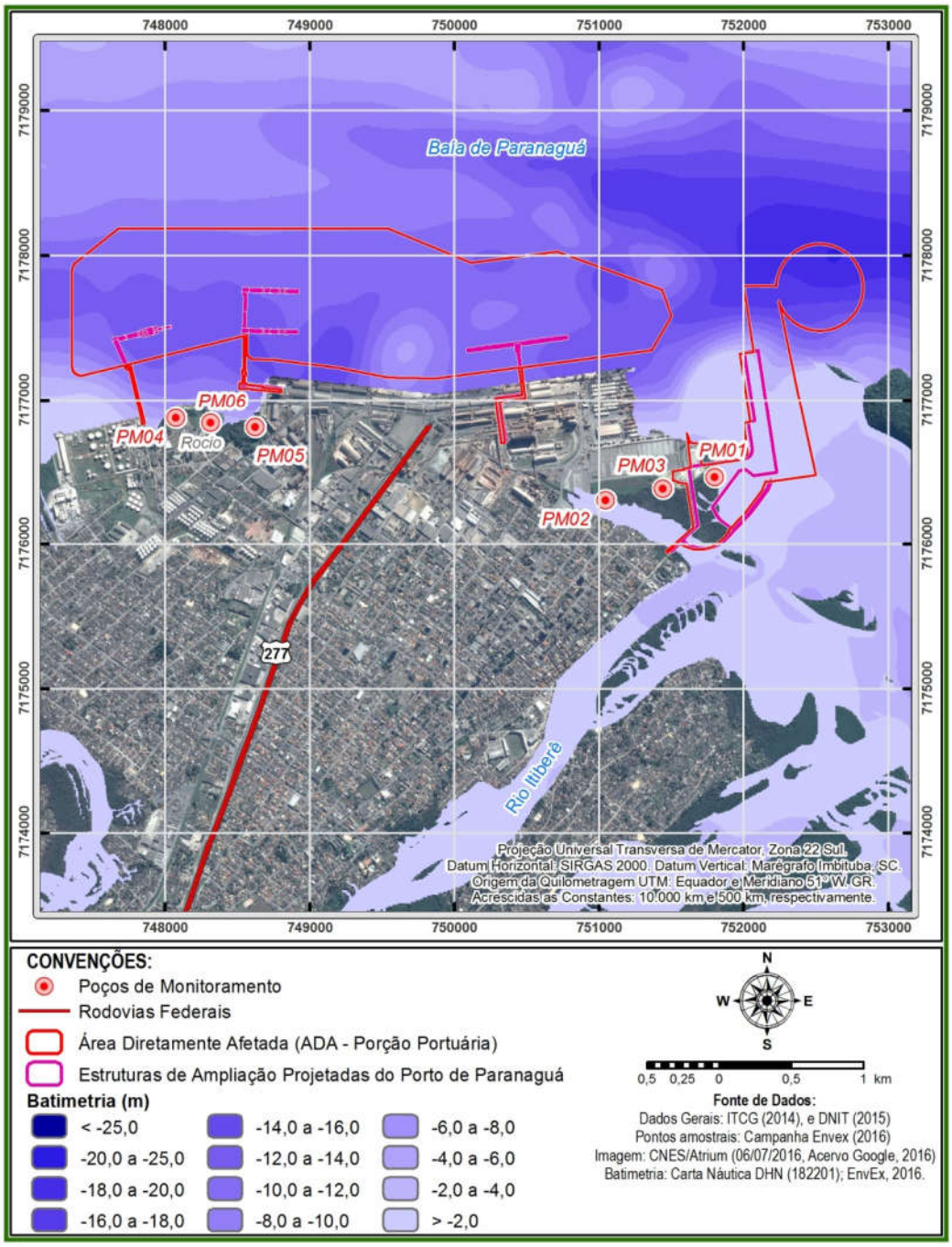
8.1.8.4.5 Caracterização do aquífero poroso

Para a caracterização do aquífero poroso foram instalados seis poços piezômetros com o intuito de permitir a medida da profundidade da água do aquífero, além de possibilitar a coleta de amostras para a caracterização da qualidade da água.

As perfurações para a instalação dos poços foram efetuadas utilizando-se trado helicoidal de 4”, e foram executadas entre os dias 10 e 11 de junho de 2016. O espaçamento das sondagens visou possibilitar uma amostragem representativa de toda a área de estudo. Os poços de monitoramento foram instalados com canos de PVC simples, ranhurados a mão. A porção ranhurada do revestimento do poço (filtros) foi envolvida com manta de *bedin* para evitar o carreamento de sedimentos mais finos que o diâmetro da abertura das ranhuras dos filtros para dentro no poço. (Figura 8.67).

Figura 8.67 – Sequência de atividades desenvolvidas durante a instalação dos poços de monitoramento. Em (1) instalando coluna de revestimento do PM-01, pode-se perceber vegetação de mangue. Em (2) PM-01 já instalado. Em (3) perfuração com trado. Em (4) PM-05 sendo instalado.

Preocupou-se em acessar somente o aquífero livre, não aprofundando demais a instalação dos poços para evitar que pudesse ser captada água oriunda da cunha salina existente. A localização dos poços pode ser observada por meio da Figura 8.68 apresentada a seguir



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.68 – Imagem do Google Earth com a localização dos Poços de monitoramento (PM) instalados.

Nos poços de monitoramento (PM) foram medidos os níveis da água utilizando medidor de nível com fita graduada e sensor eletrônico, tomando-se a precaução de obter as medidas no menor intervalo de tempo para minimizar os possíveis efeitos da oscilação da maré sobre os níveis da água dos poços. As leituras foram efetuadas no dia 13/06/2016 entre 16:30 e 18:00 horas.

Na perfuração das sondagens para a instalação dos poços constatou-se uma sequência superficial argila arenosa com restos de vegetais e matéria orgânica de coloração marrom escura a preta que recobre uma sequência de areia fina constituída por grãos de quartzo e coloração cinza clara. Na Tabela 8.1.64 são apresentadas as características obtidas para a instalação dos poços de monitoramento.

Tabela 8.1.64 – Relação dos Poços Piezômetros Instalados na ADA do empreendimento.

Poço	UTM E	UTM N	Descrição	Entrada de água (m)	Nível da água (m)
PM-01	7.176.464	751.804	0,00 a 0,50 m: Areia fina a média com pouca argila na matriz, cinza.	0,30	0,15
PM-02	7.176.306	751.050	0,00 a 0,45 m: Argila preta, orgânica, com restos vegetais. 0,45 a 0,60 m: Areia fina a média com pouca argila na matriz, cinza escuro.	0,30	0,00
PM-03	7.176.383	751.445	0,00 a 0,60 m: Argila arenosa, marrom escuro.	0,40	0,00
PM-04	7.176.876	748.079	0,00 a 0,15 m: Argila arenosa, marrom, com restos vegetais. 0,15 a 1,50 m: Areia fina, cinza claro.	1,00	0,89
PM-05	7.176.809	748.627	0,00 a 0,15 m: Argila arenosa, marrom, com restos vegetais. 0,15 a 1,40 m: Areia fina, cinza claro.	0,90	0,68
PM-06	7.176.843	748.316	0,00 a 0,20 m: Argila arenosa, preta com restos vegetais. 0,20 a 1,20 m: Areia fina, cinza claro.	0,60	0,71

Depois de instalados os poços de monitoramento foram efetuadas duas campanhas de amostragem de água. Uma em junho/2016 e outra em setembro/2016. Para as coletas foram utilizados *bailers* descartáveis, um para cada ponto de amostragem. Antes da coleta propriamente dita, foi efetuada a purga de cada um dos poços a fim de que a coleta fosse representativa do aquífero livre no local.

As amostras de água coletadas foram transferidas para frascos específicos referentes a cada análise a ser realizada. Os frascos foram acondicionados em caixas refrigeradas e

encaminhados ao laboratório no mesmo dia em que as coletas foram efetuadas (Figura 8.69).

Figura 8.69 – Coleta de amostra sendo realizada no PM-01 (1) e frascaria utilizada no acondicionamento das amostras de água coletadas nos poços de monitoramento (2).

O nível da água, ou superfície potenciométrica, considerado aqui como o nível estático para as condições hídricas prevalecentes na época do estudo, foi medido no dia 13/06/2016 entre 16:30 e 18:00 horas. Para a complementação do estudo foram ainda medidos os níveis da água em dois empreendimentos de Paranaguá:

1. COMBUSPAR COMÉRCIO DE COMBUSTÍVEIS LTDA., localizado Av. Gabriel de Lara, 1037, Centro – Paranaguá / PR;
2. AKIRA TRANSPORTADOR REVENDEDOR RETALHISTA DE ÓLEO DIESEL LTDA, localizado na esquina da Rua Samuel Pires de Melo, com a BR 277 S/N, Vila Paranaguá.

Ressalta-se que o fluxo no local é influenciado por algumas variáveis, sendo uma das mais importantes a variação da maré. Por isso a medição dos níveis de água foram realizados no menor espaço de tempo, visando minimizar sua influência no resultado dos dados obtidos.

As medidas de nível d'água utilizadas estão resumidas na Tabela 8.1.65.

Tabela 8.1.65 - Níveis d'água medidos.

Leste-Oeste	Norte-Sul	Cota	N.A.	Carga Hidráulica	Poço
751.804,00	7.176.464,00	6,00	2,74	3,26	PM 01
751.050,00	7.176.306,00	6,00	2,40	3,60	PM 02
751.445,00	7.176.383,00	6,00	2,75	3,25	PM 03
748.079,00	7.176.876,00	3,00	2,93	0,07	PM 04
748.627,00	7.176.809,00	6,00	2,67	3,33	PM 05

Leste-Oeste	Norte-Sul	Cota	N.A.	Carga Hidráulica	Poço
748.316,00	7.176.843,00	3,00	2,44	0,56	PM 06
748.495,00	7.174.524,00	10,00	2,97	7,03	Hoshira
749.851,00	7.175.744,00	9,00	1,53	7,47	Combuspar

A superfície potenciométrica obtida é ilustrada pele Figura 8.70.

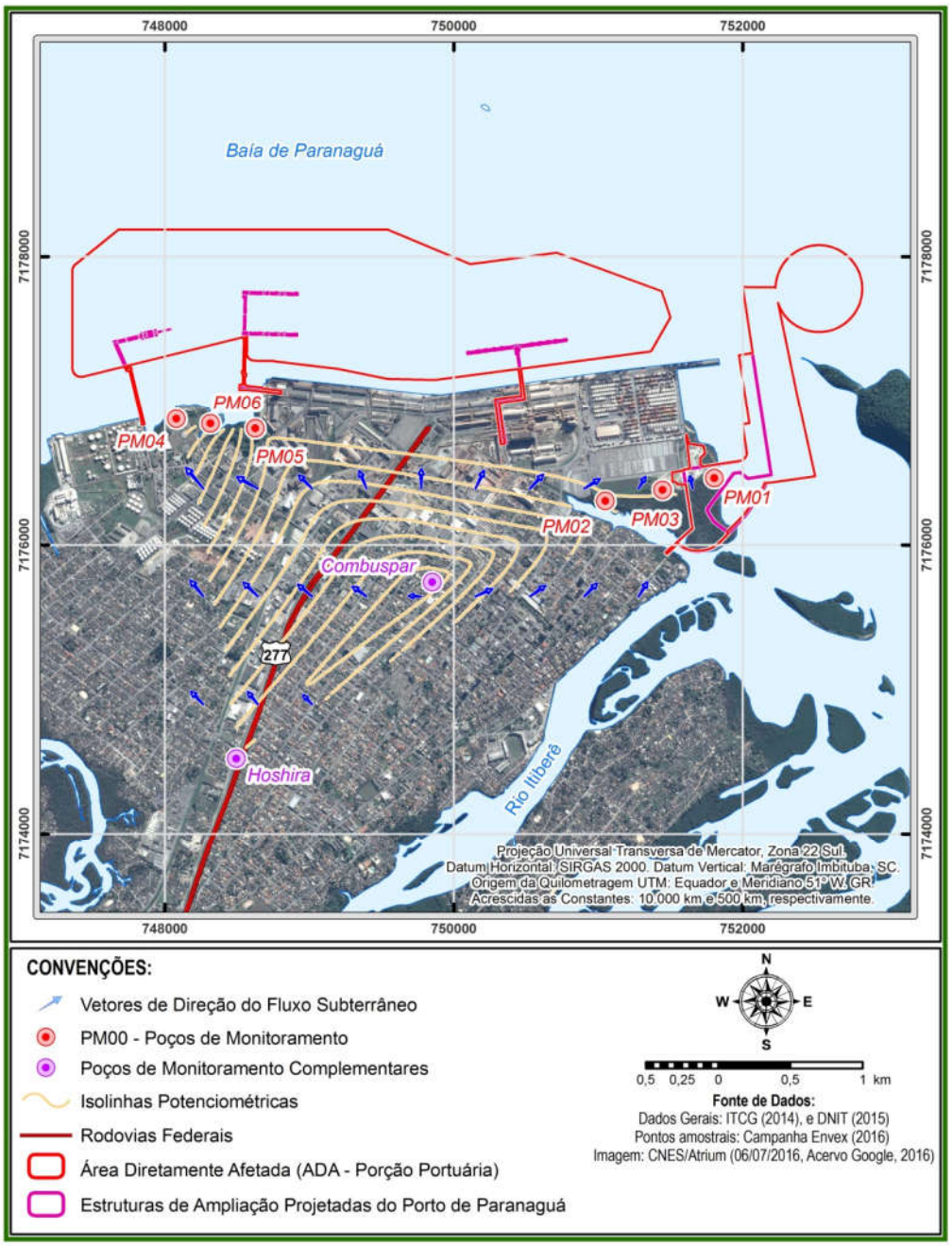


Figura 8.70 – Fluxo preferencial das água subterrânea conforme o nível verificado nos poços de monitoramento.

8.1.8.5 Qualidade das águas subterrâneas

Para verificar a qualidade química da água freática na área do empreendimento, foram efetuadas duas etapas de coletas de amostras de água nos poços de monitoramento instalados. Na primeira coleta foram obtidas amostras de água dos seis pontos instalados e foi efetuada em 03/06/2016 entre 16:30 e 18:00 horas.

Na segunda coleta foram obtidas amostras de cinco pontos instalados e foi efetuada em 22/09 entre 10:00 e 15:00 horas nos poços PM-02, PM-04, PM-05 e PM-06. Os poços PM-01 e PM-03 haviam sido depredados não tendo sido possível coletar amostras de água nesses pontos na data de 22/09. Dessa forma, nesses pontos foram reinstalados os poços de monitoramento para poder efetuar nova coleta. Em 28/09 foi coletada água no PM-01 às 10:00 horas. A água no PM-03 não foi coletada porque havia, novamente, sido depredado.

As análises referentes às duas campanhas de amostragem foram efetuadas no laboratório TECLAB Ambiental, localizado em São José dos Pinhais, e deram entrada no laboratório na manhã dos dias seguintes às coletas. Desde a coleta até a entrada no laboratório as amostras ficaram acondicionadas sob refrigeração. Os laudos são apresentados no Anexo V.

A seguir é apresentada a Tabela 8.1.66 com o resumo dos parâmetros analisados e valores máximos permissíveis (VMP) estabelecidos na resolução CONAMA 396/2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, e na resolução CONAMA 420/2009 que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade de solo e água quanto a presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

Tabela 8.1.66 - Caracterização Química da Água Freática em Relação aos Poços Analisados.

Parâmetros Analisados	Unidade	Resultados												Valor Máximo Permitido - VMP			
		Pm-01		PM-02		PM-03		PM-04		PM-05		PM-06		Consumo humano	Dessedentação de Animais	Irrigação	Recreação
		Coleta 13/06/2016	Coleta 28/09/2016	Coleta 13/06/2016	Coleta 22/09/2016	Coleta 13/06/2016	Coleta 22/09/2016	Coleta 13/06/2016	Coleta 22/09/2016	Coleta 13/06/2016	Coleta 22/09/2016	Coleta 13/06/2016	Coleta 22/09/2016				
Alumínio	µg/L	<20,0	17,0	20,0	520,0	60,0	----------	90,0	150,0	200,0	210,0	220,0	180,0	200	5.000	5.000*	200
Benzeno	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	----------	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	5 (3)	-	-	-
Cor Aparente	Hz	80,0	32,0	350,0	55,0	150,0	----------	200	131,0	100	178,0	250,0	101,0	-	-	-	-
Cromo Total	µg Cr/L	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	----------	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	50	1.000	100	50
Cobre Total	µg Cu/L	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	----------	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	2.000	500	200	1.000
Etilbenzeno	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	----------	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	300 (3)	-	-	-
Ferro Total	µg Fe/L	190,0	2.690,0	170,0	97.000	2.720	----------	450,0	15.800,0	330,0	13.600,0	630,0	58.000	300	-	5.000	300
Alaclor	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	----------	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	20	-	-0	3
Aldrin +Dieldrin	µg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	----------	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,03	-	-	1
Atrazina	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	----------	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	2	5	10	-
Bentazona	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	----------	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	300	-	-	400
Clordano	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	----------	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,2	-	-	6
2,4D	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	----------	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	30	-	-	100
DDT	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	----------	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	2	-	-	3
Endossulfan	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	----------	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	20	-	-	40
Endrin	µg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	----------	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,6	-	-	1
Hexaclorobenzeno	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	----------	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	0,52	-	-
Heptacloro + heptacloro epóxido	µg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	----------	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,03	-	-	3
Lindano	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	----------	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	2	4	-	10
Metolacloro	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	----------	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	10	50	28	800
Metoxicloro	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	----------	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	20	-	-	-
Molinato	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	----------	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	6	-	-	1
Pendimetalina	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	----------	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	20	-	-	600
Pentaclorofenol	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	----------	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	9	-	-	10
Permetrina	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	----------	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	20	-	-	300
Propanil	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	----------	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	20	-	-	1.000
Simazina	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	----------	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	2	10	0,5	-
Trifluralina	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	----------	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	20	45	-	500
Manganês Total	µg Mg/L	2.170,0	670,0	400,0	570,0	2.470	----------	2.390	930,0	180,0	770,0	700,0	3.210,0	100	50	200	100
m,p Xilenos	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	----------	<1,0	<1,0	<10	<1,0	<1,0	<1,0	500 (3)			
Amônia	mg NH/L	<0,10	0,66	<100,0	15,43	<0,1	----------	<100,0	3,47	<0,10	2,05	<100,0	2,49	-	-	-	-
Níquel Total	µg Ni/L	<10,0	<10,0	<10,0	<0,01	<10,0	----------	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	60,0	20	1.000	200	100
Nitrogênio Total	mg N/L	<1,0	2,85	<1,0	18,0	<1,0	----------	<1,0	5,6	<1,0	2,6	<1,0	3,0	-	-	-	-
Óleos e Graxas Totais	mg/L	<5,0	<5,0	<5,0	11,4	<5,0	----------	<5,0	8,9	<5,0	21,5	<5,0	17,1	**			
o Xilenos	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	----------	<1,0	<1,0	<10,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	-	-
Fósforo Total	µg P/L	0,12	4,7	4.810	1,55	1.250	----------	2,09	0,71	9.000	1,2	3.300	7,45	-	-	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais	µg/L	27.470,0	18.084,0	15.300,0	10.220,0	13.320,0	----------	670,0	2.116,0	490,0	992.000,0	1.230,0	17.756,0	1.000.000	-	-	-
Tolueno	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	----------	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	700 (3)			
Turbidez	UT	414,2	27,4	983,82	15,2	861,16	----------	738,49	7,9	689,43	52,6	542,23	44,0	-	-	-	-
Zinco Total	µg Zn/L	60,0	60,0	<5,0	<0,05	0,08	----------	0,06	0,39	0,77	1,59	120,0	1,02	5.000	24.000	2.000	5.000
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<100	1.100	2.300	400	1.200	----------	800	300	700	100	800	200	Ausentes em 100 mL	200/100 mL	-	1.000/100 mL

VMP - Valores Máximos Permitidos para cada um dos usos considerados como preponderantes e aceitáveis conforme RESOLUÇÃO CONAMA 396. ** - Virtualmente ausentes. (2) - Lista Holandesa de valores de qualidade do solo e de água subterrânea – valores de intervenção. (3) - Resolução CONAMA nº 420/09.

A cor, assim como a turbidez, está associada à presença de sólidos presentes na água. Esses sólidos podem ser tanto orgânicos como inorgânicos e causando o aumento da cor na água causam efeitos organolépticos indesejáveis. No caso das amostras analisadas para a água subterrânea, observa-se uma significativa associação entre o aumento da cor, quase que proporcionalmente ao aumento da turbidez, parecendo ambos relacionados com o aumento da quantidade de sólidos totais. A proporção desses parâmetros pode estar associada com a própria coleta nos poços de monitoramento, pois apesar da purga efetuada para aumentar a representatividade da água do aquífero, não foi efetuado bombeamento prolongado a fim de desenvolver a formação aquífera.

A constatação de alumínio próximo à faixa de limite de potabilidade pode estar relacionada a maiores proporções de matéria orgânica ou aporte de fontes externas que propiciam o aumento da acidez da água, ambos favorecendo o aumento de teores de alumínio. Teores acima do valor permissível para consumo humano (que não é o caso) foram detectados nos poços PM-02 e PM-05. No PM-02 o incremento foi bastante substancial entre o valor detectado na primeira coleta (jun/2016 = 20,0 µg/L) para a segunda coleta (set/2016 = 520,0 µg/L) e pode estar relacionado com a grande quantidade de matéria orgânica detectada durante a perfuração. No PM-05 o valor é aproximadamente o mesmo (200 µg/L na primeira coleta para 210 µg/L na segunda coleta). Já os valores detectados nos poços PM-04 e PM-06 variaram entre 150 e 180 µg/L. A ocorrência de alumínio nos poços PM-04, PM-05 e PM-06 pode estar relacionada com a presença de matéria orgânica oriunda da decomposição de restos vegetais detectados durante as perfurações para instalação dos poços nesses locais. A possibilidade de ter havido e continuar havendo aporte externo dessa substância, de acordo com o entorno imediato, parece muito remota.

O cobre ocorre naturalmente em todas as plantas e animais, sendo um nutriente essencial em baixas doses. O aporte na água subterrânea pode resultar a partir da infiltração de efluentes de estações de tratamento de esgotos, uso de compostos de cobre como algicidas aquáticos, escoamento superficial e contaminação da água subterrânea a partir do uso agrícola do cobre e precipitação atmosférica de fontes industriais.

O cromo ocorre na água subterrânea comumente em quantidades inferiores a 0,001mg/L e nas águas superficiais entre 0,01 e 0,1 mg/L. Na água coletada e analisada no presente trabalho, o teor de cromo total foi inferior a 0,05 mg/L, representando o "*background*" esperado para a água superficial e subterrânea na área. O ferro apresentou teor acima do valor permissível em quatro amostras analisadas.

O ferro ocorre naturalmente na água subterrânea - principalmente pela dissolução dos minerais de ferro presentes no solo - na forma de carbonato ferroso solúvel. Não apresenta toxicidade, mas traz diversos problemas para o abastecimento público de água, pois confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Dessa forma, os limites permissíveis de concentração para o ferro são estabelecidos por critérios organolépticos. Nas águas superficiais os teores de ferro podem aumentar em épocas chuvosas pelo carreamento de solo e aumento de erosão nas margens dos rios, dessa forma podendo contribuir localmente - em função da infiltração - no aumento dos teores na água subterrânea. Outras fontes de aporte pontuais de ferro para a água subterrânea podem ser oriundas de indústria metalúrgica ou de materiais constituídos por ligas de ferro armazenados na superfície do terreno. A oxidação desses materiais permite liberação de ferro para o solo e por infiltração para a água subterrânea no local, podendo constituir anomalias pontuais. O ferro apresentou teor acima do valor permissível para consumo humano (que não é o caso) em todas as amostras analisadas. Provavelmente a concentração desse elemento na água ocorre por causas naturais.

Na análise laboratorial obteve-se valores entre 0,00012 e 9 mg/L para a concentração de fósforo na área. O fósforo aparece em águas naturais devidos, principalmente, às descargas de esgotos sanitários, sendo que a matéria orgânica fecal e os detergentes em pó domésticos se constituem na principal fonte de aporte para a água subterrânea.

A ocorrência natural também é devida a dissolução de rochas, carreamento de solo e decomposição de matéria orgânica. Por ser nutriente para processos biológicos, o excesso de fósforo em esgotos sanitários e efluentes industriais conduz a processos de eutrofização das águas naturais. Em águas naturais não poluídas, as concentrações de fósforo situam-se na faixa de 0,01 a 0,05 mg/L. A resolução CONAMA 396 e Portaria 2.914 do Ministério da Saúde não relacionam valores de restrição para o fósforo presente na água para consumo humano.

O manganês na área foi quantificado com teores acima de 1 mg/L, sendo que raramente isso ocorre em aguas naturais. Sua ocorrência nas águas superficiais e subterrâneas é natural, entretanto, atividades antropogênicas são também responsáveis pela contaminação da água. Fontes de aporte de manganês podem vir de materiais usados na indústria do aço, ligas metálicas, baterias, vidros, oxidantes para limpeza, fertilizantes, vernizes, suplementos veterinários, entre outras.

O níquel não foi detectado na análise das amostras coletadas nos poços de monitoramento. Óleos e graxas não são encontrados naturalmente nas águas superficiais e subterrâneas, e nas amostras analisadas não foram detectados. A presença de zinco é comum nas águas superficiais naturais, em concentrações geralmente abaixo de 10 µg/L, sendo que em águas subterrâneas ocorre de forma natural entre 10^{-40} µg/L. Na área, foi detectado nos poços de monitoramento variando entre os teores de 0,08 e 120 µg/L. Fontes de aporte podem resultar de compostos usados na fabricação de ligas e latão, galvanização do aço, na borracha como pigmento branco, suplementos vitamínicos, protetores solares, desodorantes, xampus etc. É um elemento essencial ao corpo humano em pequenas quantidades, tornando-se prejudicial somente em concentrações muito elevadas, neste caso pode acumular-se em tecidos do organismo humano.

Benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos são compostos orgânicos que provém da gasolina, e não foram detectados nas amostras analisadas. HPA são hidrocarbonetos poli aromáticos que representam o óleo diesel e também não foram detectados nas amostras analisada.

O nitrogênio pode ocorrer naturalmente nas águas superficiais e subterrâneas em diferentes estados de oxidação como nitrogênio amoniacal, nitrogênio albuminoide, nitrito e nitrato. Nas amostras de água analisadas não foram detectados amônia e nitrogênio total. Defensivos agrícolas, devido à alta toxicidade daqueles constituídos por substâncias inorgânicas como enxofre, flúor, mercúrio, entre outros, foram substituídos por orgânicos sintéticos classificados como clorados (DDT, HCH, Aldrin, Dieldrin, Lindano, entre outros) que possuem longo efeito residual, fosforados (com toxicidade aguda ao homem), carbamatos, piretróides. Nas análises efetuadas não foram detectadas substâncias relativas a defensivos agrícolas.

Coliformes termotolerantes são microrganismos cujo principal representante é o *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal. Podem ocorrer em altos teores quando há aporte de matéria orgânica (como em efluentes industriais e matéria vegetal, por exemplo). No caso do *E. coli*, sua presença pode possibilitar a ocorrência de microrganismos patogênicos. Na legislação, os coliformes fecais são utilizados como padrão para qualidade microbiológica das águas. Nos laudos laboratoriais das amostras de água analisadas, somente no poço PM-01 cuja coleta foi efetuada na primeira campanha, não foi detectada a presença de coliformes termotolerantes. Em todas as outras análises foram detectados teores acima dos valores permissíveis para consumo humano (que não é o caso). A origem da ocorrência de coliformes termotolerantes no local, possivelmente é função da quantidade de matéria

orgânica verificada nas camadas superficiais do solo onde foram instalados os poços de monitoramento, cujo exemplo pode ser observado na (Figura 8.71).

Figura 8.71 – Visualização da camada de argila com matéria orgânica que foi identificada na perfuração para instalação do poço de monitoramento PM-02.

8.1.9 Oceanografia e Hidrodinâmica Costeira

8.1.9.1 Ondas

O regime de ondas no litoral do Paraná é composto por dois trens preferenciais de ondas, provenientes das direções N74° e N174° (ENE e SSE/SE, respectivamente), com ondas mais altas provenientes do quadrante de SE (PORTOBRÁS, 1983). Os swells que afetam as praias na costa do estado do Paraná são mais frequentes nos meses de outono, quando as direções predominantes de ondas são dos quadrantes S-SE (28%), seguidas pelas SE (25%), S (21%) e E-SE (16%) (NEMES, 2011).

Estas frentes de ondas têm origem em dois sistemas distintos: a direção de ENE está relacionada ao anticiclone tropical do Atlântico Sul (centro de alta pressão), com ondas regulares de tamanho intermediário, enquanto que direção SSE/SE está associada à passagem de sistemas meteorológicos com “ondas de tempestades” (PORTOBRÁS, 1983).

As alturas significativas (Hs) na isóbata -18 m, nas imediações das ilhas Currais é de 1,6 m, com um máximo significativo de 4,8 m e período (Tp) de 8,4 s, alcançando um máximo de 17,8 s (NEMES, 2011). A energia mais alta na costa, está associada com os ventos de S-SE

causando um aumento no nível do mar e, portanto, ondas maiores que as descritas o que tende a intensificar as correntes costeiras (ANGULO *et al*., 2016)

Tabela 8.1.67 - Características principais das ondas no litoral do Paraná entre agosto e dezembro de 1983.

Parâmetros	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Altura máxima (m)	2,3	3,9	3,2	2,6	3,5
Altura significativa (m)	1,6	2,5	2,0	1,5	2,1
Período médio (s)	16,5	10,7	12,0	9,8	12,0
Direção	-	112°	133°	140°	123°

Fonte: Portobrás (1983).

Portanto, a deriva longitudinal no litoral do Paraná ocorre no sentido de N-NE (MARONE *et al*., 1995), apesar de serem observadas células de menor magnitude com orientações diferentes destas ao longo das praias do litoral do Paraná (ALVES e LAMOUR, 2011). Tais mudanças de padrão de propagação, coincidem com diversas modificações morfológicas na linha de costa, a tornando vulnerável aos processos erosivos (NOVAK *et al*., 2016), o que oferece risco a propriedade e as áreas importantes para a conservação ambiental.

Na plataforma rasa adjacente a desembocadura sul do CEP, o padrão de ondas mensurado descreve uma altura significativa média de 1,11 m, alcançando um máximo de 5,44 m (ALBERTI, 2010). Segundo Marone *et al.* (1997), o padrões das ondas na região da ilha da Galheta, apresentam alturas significativas que variam entre 0,5 e 0,25 m, com períodos de 7 a 12 s e direção predominante do quadrante SE, durante os meses de verão. Para os meses de inverno as ondas apresentam alturas significativas menores que 0,3 m, com período médio de 5 s, sendo provenientes do quadrante S-SE.

Sendo assim, no interior de corpos estuarinos, como o CEP, as ondas oceânicas apresentam um padrão bastante restrito de propagação, sendo mais ativas nas regiões de desembocaduras dos estuários. Considera-se desta forma que as suas direções e formas de propagação são influenciadas fortemente pelos pontais rochosos, bem como pela batimetria irregular e progressivamente mais rasa em direção do continente.

Diversos autores (MARONE *et al*., 1997; LAMOUR, 2000; 2007; LAMOUR e SOARES, 2008) ressaltam que o delta de maré vazante formado na desembocadura sul do CEP, funciona como um redutor de energia para as ondas que atingem o litoral do Paraná, devido presença de inúmeras áreas rasas que resultam no desgaste energético. Portanto, o atrito gerado pela interação das ondas com o fundo chega a criar períodos em que as ondas não

adentram ao estuário, contudo em períodos de preamares sob influência meteorológicas, pode ocorrer a penetração do *swell* para áreas internas do estuário (MARONE *et al*., 1997).

O efeito direto da ação destas ondas evidencia-se pelas constantes variações da posição da linhas de costa na área de desembocadura do CEP, as quais tem mostrado evidências de erosão progressiva desde a década de 1950 (Soares et al., 1994; LAMOUR *et al*., 2007).

Nas regiões internas do CEP, considera-se que ondas geradas por padrões locais de vento sejam as mais frequentes, onde as suas dimensões (altura significativa e período) são menores se comparadas com as das oceânicas, em função da complexidade da batimetria e da pista de ventos reduzida. Os resultados se refletem em escalas tempo/espaço bastante reduzidas, sendo observadas principalmente nos espraiamentos nas planícies de maré que bordejam este complexo estuarino. Os processos de transporte gerados, tendem a movimentar apenas partículas finas de sedimentos, que acabam sendo barrados frequentemente pela vegetação de pequeno porte.

8.1.9.2 Correntes

No contexto geral Castro et al. (2005), consideram que a circulação da plataforma continental SE pode ser dividida em três regiões de acordo com a combinação das forçantes (Castro, 1996), sendo: a) correntes na plataforma externa associadas ao fluxo em direção ao sul da corrente do Brasil; b) circulação na região mediana da plataforma, gerada principalmente pelo vento com mudanças de direção durante a passagem de sistemas frontais (sul para norte) e; c) circulação na plataforma interna, devido às desembocaduras de estuários.

Neste último caso, o gradiente de pressão baroclínico próximo à costa força as correntes em sentido norte, especialmente durante os meses de inverno devido à passagem de sistemas frontais. Essa direção predominante nas correntes pode ser invertida pela ação persistente do Anticiclone Tropical com seus ventos de direção E e NE (CASTRO *et al*., 2005). Segundo Alberti (2010) as correntes na plataforma rasa do litoral do Paraná apresentam variabilidade significativa mensal na sua direção e intensidade, com velocidades médias mensais variando de 0,90 m.s-1 (dezembro de 2006) a 0,50 m.s-1 (outubro de 2007) e direção de incidência das correntes ocorrendo principalmente no quadrante N/NE.

O CEP apresenta características de um estuário parcialmente misturado do tipo B, com heterogeneidades laterais (MARONE *et al*., 1997), onde as profundidades são pequenas e a

salinidade aumenta na direção da desembocadura. As marés apresentam regime semi-diurno, onde ocorrem duas preamares e duas baixa-mares em um dia lunar (24h 50min) com desigualdades diurnas. De acordo com Knoppers et al. (1987) e Marone *et al*. (1995) o CEP exibe um padrão de estratificação salina somente em situações de fortes marés vazantes, que ocorrem principalmente durante a ocorrência de chuvas intensas.

O eixo E-W do CEP apresenta-se como um estuário hipersíncrono, onde o efeito de convergência excede o de atrito, resultando numa amplificação na variação da maré em direção à sua cabeceira (MANTOVANELLI, 1999). Esta amplificação da maré é controlada, basicamente, pela ressonância, que depende da frequência de oscilação da onda de maré e do comprimento do estuário (CAMARGO e HARARI, 1994). O range médio da maré é de ≈ 2,0 m, com um prisma de ≈ 1,3 km³ e intrusão de ≈ 12,6 km. As maiores velocidades de correntes atingem 0,8 – 0,85 m.s-1 na enchente e 1 – 1,4 m.s-1 na vazante (FUNPAR 1997; MARONE *et al*., 2007).

A variação média da altura da maré é de 1,74 m na sizígia e 1,30 m na quadratura na região da desembocadura (Ilha da Galheta); de 2,09 m na sizígia e 1,70 m na quadratura na porção mediana do estuário (na região do município de Paranaguá); e de 2,7 m na sizígia e 2,0 m na quadratura na porção interior do estuário, próximo à cidade de Antonina. A onda de maré percorre a distância entre a Ilha da Galheta e Antonina em 2,2 a 2,52 h durante a quadratura e entre 1,67 a 1,83 h durante a sizígia (MARONE e JAMIYANAA, 1997).

As velocidades máximas das correntes de maré em superfície na porção externa da desembocadura sul do CEP atingem os 0,32 m.s-1 na maré enchente e 0,87 m.s-1 na maré vazante. Na porção interna da desembocadura as velocidades chegam aos 0,59 m.s-1 na maré enchente, e 0,97 m.s-1 na maré vazante (MARONE *et al*., 1997). No Saco do Limoeiro as correntes de maré mais intensas ocorrem durante as marés vazantes, com média de 0,31 m.s-1 enquanto que nos períodos de maré enchente a média observada atingiu os 0,26 m.s-1 (ARAÚJO *et al*., 1999).

Ueda (2008) observou junto a desembocadura sul do CEP uma grande estratificação da coluna de água de acordo com a fase da maré, com diferença de salinidade entre o fundo e a superfície chegando a 7,6 g.kg-1 durante a marés de quadratura. As correntes neste período apresentaram uma variação nas suas velocidades entre 0,90 m.s-1 durante as enchentes e 1,05 m.s-1 nas vazantes. Durante os estofos de maré o mesmo autor observou um fluxo bi-direcional bem formado, com correntes orientadas estuário acima nas camadas

de superfície. Em períodos de sizígia a estratificação diminuiu devido aos processos turbulentos criados pela alta intensidade das correntes de maré.

Souza e Lamour (2011) avaliando as relações campos de correntes de maré e o transporte de sedimentos na desembocadura do CEP, delimitaram as velocidades críticas de cisalhamento em diferentes setores desta área, com maiores valores em torno dos 0,43 m.s-1 nas maiores profundidades. Estes autores ainda identificaram que velocidades das correntes foram superiores nos períodos de vazante quando comparados com os de enchente.

Já na porção mediana do eixo E-W do CEP, próximo à Ilha dos Gererês, Zem (2008) efetuou medidas de velocidade e direção de correntes de maré junto ao fundo. Os resultados delimitaram dois períodos sazonais distintos: um no período chuvoso (verão austral) e outro no período seco (inverno austral), em marés de quadratura e sizígia, para os anos de 2005 e 2006 (Tabela 8.1.68).

Tabela 8.1.68 - Principais informações das correntes de marés ao longo do eixo E-W do Complexo Estuarino de Paranaguá.

Amostragem	Maré	Corrente de maré	Direção	Velocidade (m.s-1)
Período chuvoso (Primavera/verão) 2005	Quadratura	Vazante	ENE e E	0,31 a 0,4
		Enchente	WNW e W	
	Sizígia	Vazante	ENE	0,21 a 0,3
		Enchente	WNW e NW	
Período seco (inverno) 2006	Quadratura	Vazante	SE	0,11 a 0,2
		Enchente	W e WSW	e 0 a 0,1
	Sizígia	Vazante	ESE	0,11 a 0,2
		Enchente	WNW	

Fonte: Zem (2008).

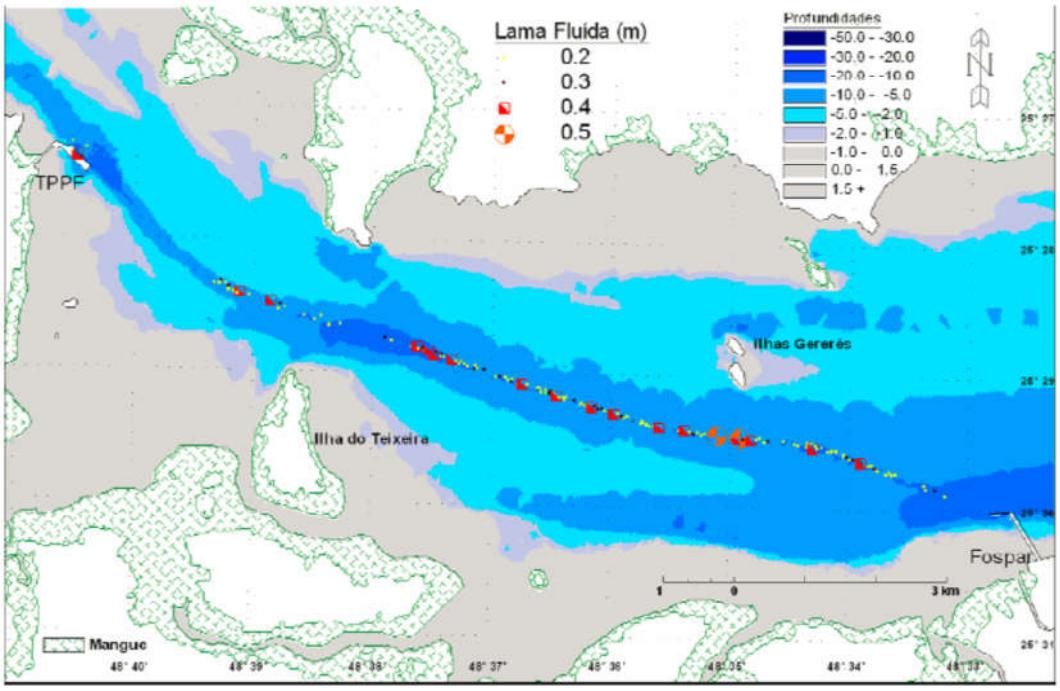
8.1.9.3 Turbidez

A baía de Paranaguá apresenta uma Zona de Máxima Turbidez (ZMT) na região entre a ilha do Teixeira e o porto de Paranaguá, tendo sido observada a sua migração longitudinal durante o ciclo de maré (MANTOVANELLI, 1999; NOERNBERG, 2001). Mantovanelli (1999) verificou a baixa correlação linear entre a pluviosidade e a vazão das bacias de drenagem da região, caracterizando a dinâmica hídrica e do material particulado em suspensão (MPS), nas estações seca e chuvosa. A mesma autora, demonstrou a dependência da variação

espacial e temporal da precipitação na variabilidade e a complexidade dos processos de aporte sedimentar para os estuários.

Portanto, a concentração dos sedimentos em suspensão na ZMT varia em função da descarga dos sedimentos trazidos pelos rios, além da ação diferenciada das correntes de maré de sizígia e de quadratura (NOERNBERG, 2001). Neste sentido, a concentrações de Material Particulado em Suspensão (MPS), observadas em 1997 e 1998, variaram junto ao fundo entre 80 e 250 mgL-1, com a variabilidade temporal e espacial relacionadas à intensidade das correntes de maré, aos processos de advecção e ressuspensão e às características das partículas em suspensão (MANTOVANELLI, 1999).

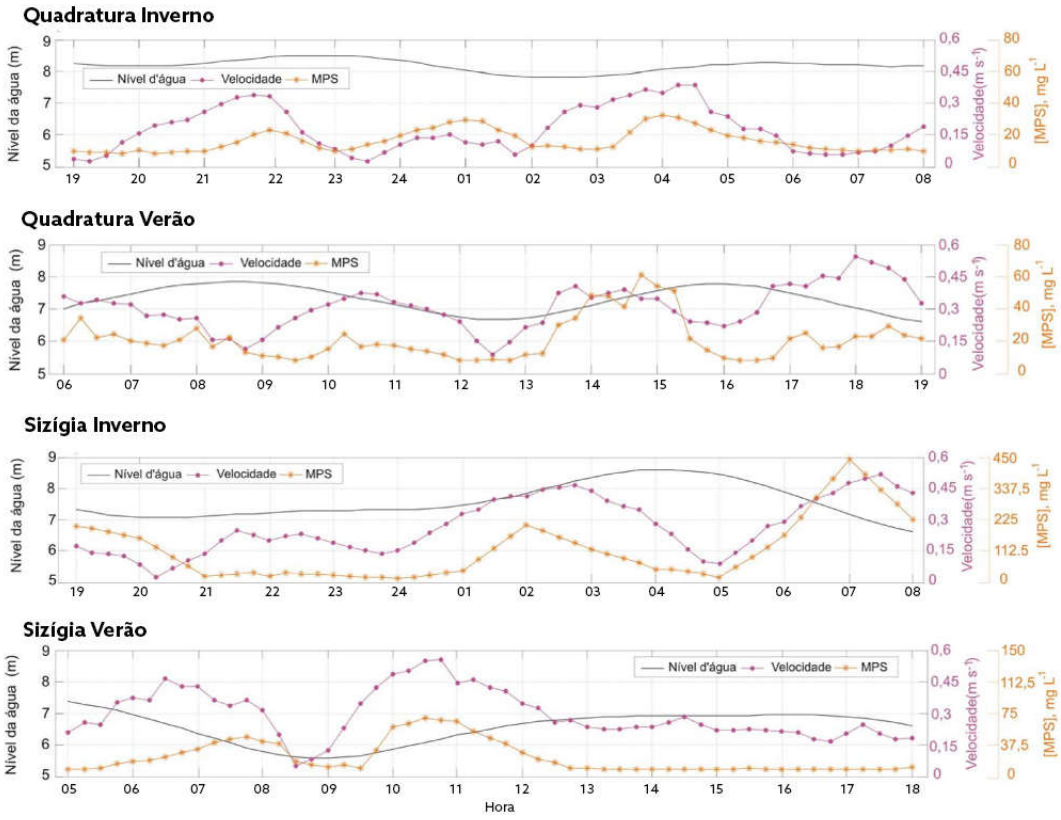
Soares e Noernberg (2007) identificaram e o mapearam a camada de lama fluída no fundo Baía de Paranaguá, que coincidiu geograficamente com a região de ocorrência da ZMT identificadas por Mantovanelli (1999) e Noernberg (2001). As maiores espessuras ocorreram próximo as ilhas Gererês (0,5 m), apesar da predominância de espessuras menores (0,2 – 0,3 m) que se distribuem ao longo de todo trecho analisado. Apesar destas variações, a batimetria permaneceu sem grandes variações, exceto junto a ilha do Teixeira onde as profundidades aumentaram substancialmente (Figura 8.72). Portanto, a hipótese é que esta lama fluída resulta da intensificação de mecanismos estuarinos como os processos de floculação, sedimentação e aprisionamento do MPS junto ao fundo do estuário, sem um aparente controle batimétrico dos processos.



Fonte: SOARES E NOERNBERG, 2007.

Figura 8.72 – Mapeamento e espessura das camadas de lamas fluídas identificadas no canal de acesso aos terminais portuários de Antonina

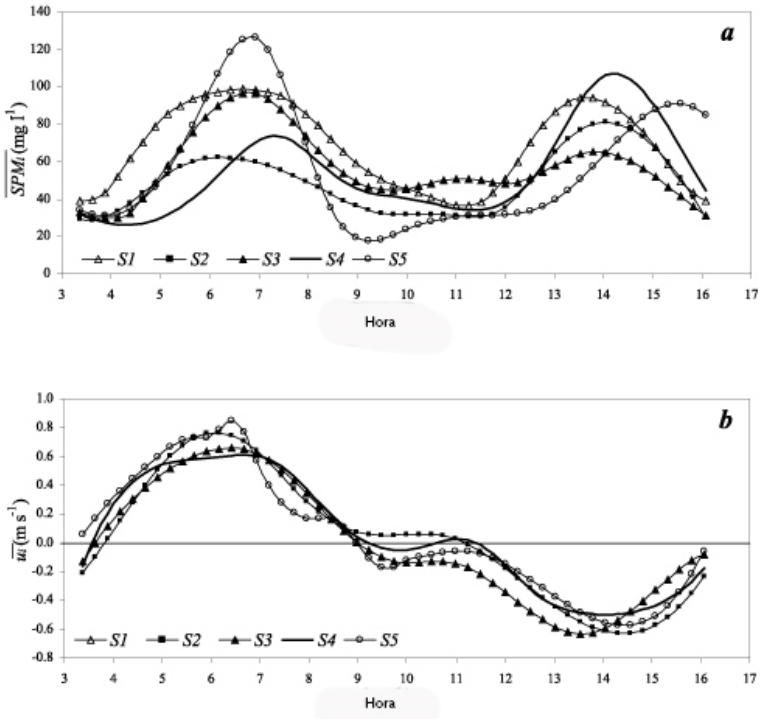
Zem (2008) determinou que as concentrações de MPS variaram conforme as velocidades das correntes, principalmente para a região próxima as ilhas Gererês, pois observou o aumento diretamente proporcional da concentração de MPS e das velocidades das correntes. Nos períodos de verão em sizígia, as concentração de MPS alcançaram os 47 mgL-1 na maré vazante e 69 mgL-1 na enchente. As maiores concentrações foram observadas próximo ao fundo com valores de 118 mgL-1 na enchente e 444 mgL-1 na vazante, para o período de sizígia de inverno (Figura 8.73). As baixas concentrações de MPS (entre 8 e 10 mgL-1) foram observadas por um longo período na maré enchente, concomitantemente ao período em que as correntes apresentaram velocidades entre 0,3 m.s-1 e 0,15 m.s-1. Embora a maior concentração de MPS de maré enchente tenha sido superior à observada na maré vazante, as concentrações médias destes períodos foram similares (22 mgL-1 e 23 mgL-1), respectivamente.



Fonte: Modificado de ZEM, 2008

Figura 8.73 – Variação da concentração de material particulado em suspensão para os períodos de maré de Sizígia e Quadratura em períodos de verão e inverno

Através de medições realizadas em uma seção transversal à baía de Paranaguá em frente ao porto de Paranaguá, Mantonvanelli et al. (2004) verificaram a de estratificação vertical do MPS, onde os menores valores de concentração estão na superfície e mais elevadas no fundo. Segundo a mesma autora, este comportamento pela ressuspensão gerada pelo atrito dos fluxos com o fundo. Durante as sizígias, as concentrações de MPS perto do fundo aumentaram em um fator de 2 para 10 vezes, daquelas medidas durante os períodos de quadratura. As concentrações máximas de MPS nos períodos de sizígia junto ao fundo variaram entre os 60 e os 250 mgL-1, exceto durante um ciclo quando, quando foi registrado um máximo de 511 mgL-1 (S5) (Figura 8.74).



Fonte: Modificado de MANTOVANELLI et al, 2004

Figura 8.74 – Variações durante a condição de Sizígia de verão (27/03/98/ de (A) a concentração de material particulado em suspensão (MPS) e (B) a velocidade longitudinal (UI) em cada estação (S1 e S5)

Carrilho et al. (2003) determinaram que a carga do material particulado em suspensão transportada durante marés vazantes, aumenta entre a foz dos rio Embocuí e a extremidade do cais Oeste do porto de Paranaguá, diminuindo progressivamente até a região do Terminal de Contêineres de Paranaguá (TCP). Durante as marés enchentes a carga transportada de material particulado em suspensão decresce no sentido contrário, voltando a aumentar entre o cais Oeste e a foz do rio Embocuí. No balanço final do aporte de MPS que circula pelas seções analisadas, predomina a direção E. A conclusão apresentada por esses mesmos autores, indica que durante as marés vazantes, nem todo o MPS é dispersado para além do limite do TCP. Aparentemente, grande parte desses sedimentos se deposita novamente no interior do estuário, contribuindo provavelmente para o assoreamento da bacia de evolução do porto de Paranaguá.

8.1.10 Caracterização dos Sedimentos

Os sedimentos costeiros pertencem a dois tipos de sistema principais: o de planície costeira com cordões litorâneos, e o estuarino. Ambos são representados tanto por ambientes antigos formados durante períodos em que o nível relativo do mar tinha estava mais altos

que o atual, como recentes (praias, planícies de maré, deltas de maré e dunas frontais) (ANGULO, 1992b).

Segundo Angulo *et al.* (2016) a fonte dos sedimentos no litoral paranaense pode ser analisado em duas escalas. Na regional (centenas de km) ao longo do Período Quaternário (~2,6 Ma) devem ser consideradas as mudanças no nível relativo do mar. Neste caso, os sedimentos costeiros provieram do intemperismo das rochas Arqueanas, que foram transportados para costa pelo sistema de drenagem, e que posteriormente foram depositados em deltas, estuários, praias, dunas eólicas e na plataforma. Inúmeros ciclos transgressivos/regressivos durante o Quaternário os retrabalharam, resultando em sedimentos policíclicos com uma textura madura que atualmente estão em circulação na costa.

Segundo os mesmos autores, no presente a deposição dos sedimentos fluviais arenosos ocorre principalmente na região de cabeceira do estuário. Enquanto que na sua porção média, coincidente com a zona de máxima turbidez, ocorrem os sedimentos lamosos sugerindo que as areias não são transportadas para as regiões de costa aberta. Com isso, o aporte na região externa do estuário é uma função da dinâmica costeira, onde os sedimentos plataformais adentram o estuário, concentrando sedimentos arenosos ricos em fragmentos carbonáticos (LAMOUR *et al.*, 2007).

Assim, a distribuição dos sedimentos no CEP pode ser entendida como um misto de partículas de diferentes históricos, onde as maduras estão distribuídas principalmente na zona de desembocadura enquanto que as mais jovens estão em processo contínuo de deposição entre as regiões de cabeceira e média do estuário.

A caracterização da cobertura sedimentar continental, costeira e marinha é amplamente discutida na seção 8.1.4.4 (Cobertura Sedimentar Cenozoica) no diagnóstico geológico elaborado para as áreas de estudo.

8.1.10.1 Características dos sedimentos de fundo recentes (Dados primários)

8.1.10.1.1 Malha amostral para os sedimentos

A distribuição dos sedimentos atuais ao longo do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) caracteriza-se pelo controle direto dos processos hidrodinâmicos, da geometria do corpo estuarino, da ação biológica e do aporte terrígeno a partir das bacias de drenagem litorânea.

Sendo assim, as características mencionadas neste tópico dizem respeito aos primeiros centímetros do substrato sedimentar da área, que mostram um equilíbrio momentâneo no tempo geológico, quando consideradas as escalas do Período Quaternário. Como os fatores controlantes dos processos estuarinos variam com a sua geografia, torna-se difícil o estabelecimento de um único intervalo de tempo de representação, contudo, pode-se afirmar que o estado atual representa ao menos uma década de evolução.

Assim, em novembro de 2016 foram coletadas 84 amostras recentes (até 10 cm) em uma malha irregular (Figura 8.75) considerando que há uma imprevisibilidade de ambientes submersos modernos, que mudam sutilmente ao longo de cada evento de inversão de marés (enchente e vazante). Neste sentido, cada amostra tem uma representatividade de aproximadamente 180 m de diâmetro, o que nesta escala de mapeamento condiz com a representação da variabilidade da paisagem dos ambientes estuarinos. As amostras foram distribuídas principalmente na ADA das possíveis obras a serem realizadas, considerando que haverá a necessidade de dragagens de canais de acesso, áreas de manobra (bacias de evolução) e berços de atracação. Apesar das dragagens terem sido consideradas, o estudo visou verificar apenas a sua viabilidade, uma vez que seu licenciamento será realizado de forma independente.

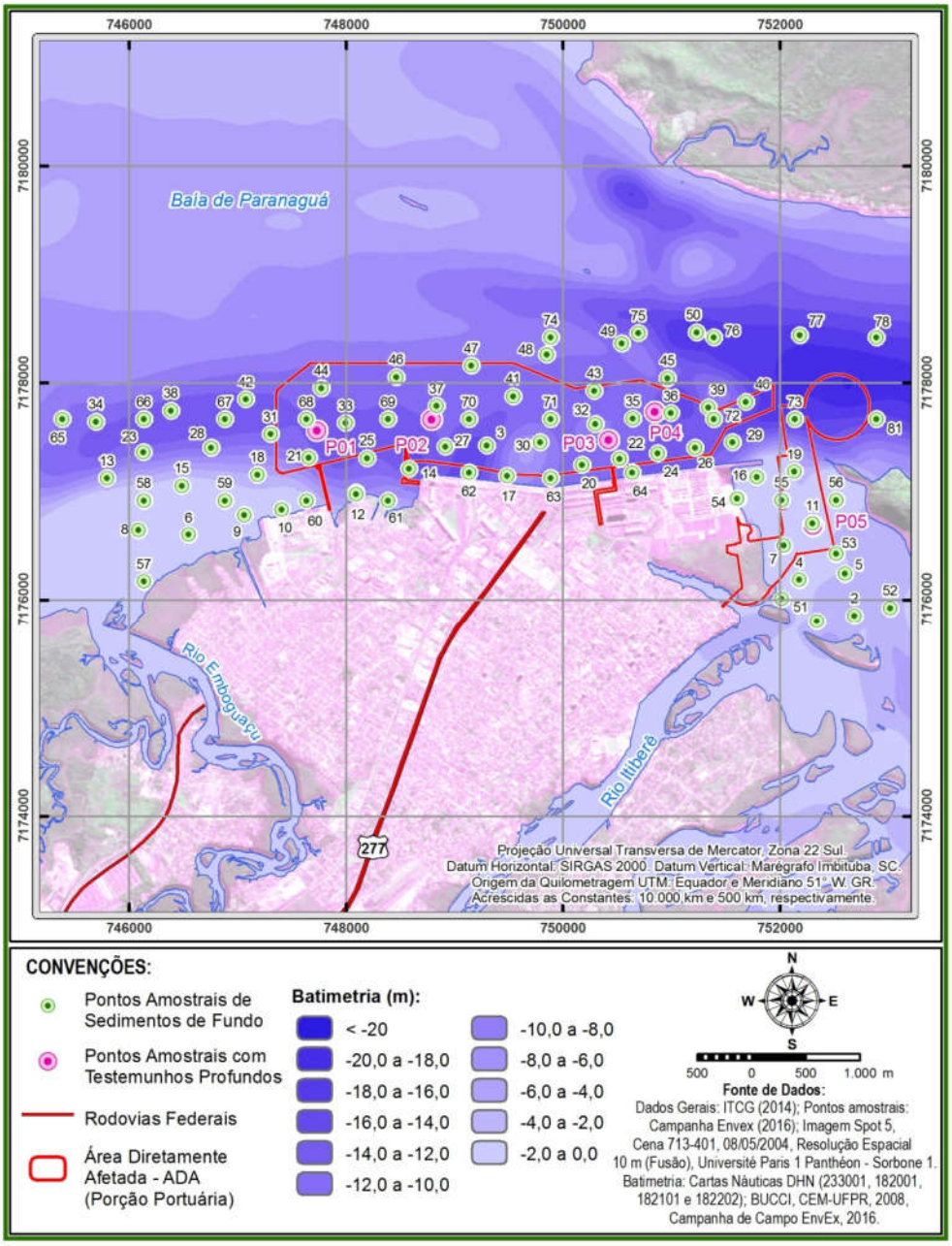
As amostras de sedimentos recentes foram obtidas com o auxílio de uma draga busca-fundo do tipo Petersen (Alfa Kit), que foi lançada repetidas vezes de uma embarcação, em pontos geográficos pré-determinados e que penetrou em torno de 10 cm no substrato, obtendo as amostras. A malha amostral foi planejada considerando o melhor recobrimento da área de interesse, visando o mapeamento das características dos sedimentos de fundo atuais. Nesta fase foram coletadas 50 amostras que foram então destinadas à análises granulométricas por difração laser, para a obtenção dos seus principais parâmetros estatísticos granulométricos (Diâmetro médio e Grau de seleção). Outras 34 amostras foram obtidas a partir do acervo do Laboratório de Oceanografia Geológica (LOGeo/UFPR), as quais foram coletadas e tratadas em laboratório da mesma forma que as demais, com o intuito de melhorar o recobrimento deste mapeamento.

Outras amostras foram coletadas com perfurações de pequena penetração que foram realizados em 4 localizações diferentes (Figura 3), considerando uma distância de até 100 m com o cais atual do Porto de Paranaguá nos intervalos espaciais entre as perfurações de maior profundidade. A ideia principal da aplicação deste métodos de obtenção de amostras, foi a observação do comportamento granulométrico dos sedimentos recentes pela comparação deste resultados com os obtidos nas análises das amostras de sedimentos

superficiais. Desta forma, em cada ponto de amostragem foram coletadas três amostras, no primeiro, segundo e terceiro metros de penetração, resultando em um total de 12 amostras de sedimentos. Mediante as taxas de sedimentação descritas pela literatura (CATTANI e LAMOUR, 2016), estima-se que estes 3 m de penetração representam aproximadamente um século de deposição sedimentar.

No sentido de analisar o substrato sedimentar das áreas a serem dragadas especificamente para os berços de atracação, foram executadas testemunhagens por percussão com o intuito de uma maior penetração. As amostras obtidas por este método foram submetidas às análises previstas na Resolução CONAMA 454/12, gerando dados primários e atuais sobre o estado ambiental da ADA do empreendimento proposto. O alcance para penetração considerou a capacidade de penetração do equipamento utilizado, bem como as características batimétricas de cada local escolhido e a sua representatividade quanto a cota batimétrica exigida pela eventualidade das dragagens.

Portanto, o planejamento da amostragem foi baseado na Tabela I do Anexo da Resolução CONAMA 454/12, considerou um volume acima dos 2.000.000 m^3 de sedimentos a serem dragados, que estipula um número superior a 30 amostras a serem avaliadas quanto a qualidade dos sedimentos. Neste caso específico, o histórico de análises efetuadas quanto a qualidade dos sedimentos no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), bem como a distribuição das suas características, tanto vertical quanto horizontalmente, auxiliaram na argumentação e decisão pela análise de um número menor de amostras. Desta forma, os dados primários que estão sendo apresentados neste relatório, somaram-se aos dados secundários, complementando o banco de dados sobre o CEP. Ambos foram considerados na sua totalidade, no sentido do diagnóstico sobre a qualidade ambiental dos sedimentos a serem dragados para este empreendimento.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.75 - Mapa de localização das amostras de sedimentos de fundo recentes, coletadas na ADA da expansão do cais do Porto de Paranaguá.

A qualidade geoquímica e granulométrica dos sedimentos foi efetuada com base nas amostras coletadas com penetração por percussão, de média penetração (até 20 m), onde as amostras foram coletadas no primeiro metro de penetração (topo), na porção média de cada penetração e no limite de penetração (base). Estas perfurações foram executadas em

cinco pontos diferentes da ADA, considerando principalmente as áreas onde serão efetuadas as dragagens, o que perfez em 15 amostras no total.

Portanto, os sedimentos coletados nas três modalidades de amostragem avaliam escalas de tempo (recente e médio prazo), dimensões espaciais (horizontal e vertical) e características de distribuição em toda a ADA do empreendimento pretendido.

8.1.10.1.2 Método para análise granulométrica

A preparação das amostras in natura para as análises granulométricas consistiu na sua homogeneização em laboratório, com a sua divisão posterior em três parcelas. A primeira foi submetida a ataque químico por ácido clorídrico (HCl) diluído a 10% e a peróxido de hidrogênio (H2O2), que visou a eliminação completa da matéria orgânica (MO) e dos carbonatos (CO3) das amostras. Desta forma, a composição das amostras passou a ser apenas de sedimentos siliciclásticos, que foram imediatamente submetidos a análise por difração laser, reduzindo assim erros nos resultados pela variabilidade morfológica dos grãos.

As outras duas parcelas das amostras in natura, foram utilizadas para a quantificação dos teores de MO e CO3 contidos nos sedimentos, já que estes são influenciadores da interpretação do seu comportamento dinâmico e dos resultados granulométricos. Para tanto, uma das parcelas foi submetida apenas ao ataque por H2O2 e a outra somente ao ataque de HCl. Os teores de cada um destes compostos contidos foram obtidos pela comparação dos pesos das parcelas, antes e depois do ataque químico, sendo assim obtida uma porcentagem para cada amostra.

Posteriormente, os resultados das análises das 84 amostras recentes foram utilizados para a elaboração de mapas de isolinhas por interpolação matemática. Assim, cada uma destas características está representada por um mapa específico, que foi interpretado integradamente com os demais, servindo para a descrição da distribuição dos valores na área de interesse. Os resultados desta análise foram associados às suas características batimétricas, o que balizou a análise ambiental integrada do substrato sedimentar atual da área de interesse desta caracterização.

8.1.10.1.3 Granulometria dos sedimentos recentes

Os resultados das análises granulométricas estão expressos em mm (Tabela 8.1.69), com os diâmetros médios (DM) e os seus graus de seleção (GS), que representam respectivamente a média e o desvio padrão estatístico. Estas duas características granulométricas foram classificadas perante os limites descritos por Folk e Ward (1964), onde o DM foi dividido em areias (muito finas/AMF, finas/AF e médias/AM) e em siltes (muito finos/SMF, finos/SF, médios/SM e grossos/SG). Por sua vez, o GS foi divido em muito bem selecionado (MBS), bem selecionado (BS), moderadamente selecionado (MS) e pobremente selecionado (PS) onde o primeiro representa amostras com diâmetros médios diferentes entre si com baixa representatividade do DM; e o último onde as partículas tem DM muito parecidas entre si o que representa sedimentologicamente uma boa representatividade do valor de DM.

Tabela 8.1.69 - Lista dos resultados das análises granulométricas dos sedimentos de fundo da área pretendida para a expansão portuária da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA), com as suas respectivas coordenadas de localização (UTMS/MC -51)

ID	X (m)	Y (m)	DM (mm)		GS		% MO	% CO3
1	752340,9	7175804,2	0,110	AMF	0,460	BS	3,0	19,5
2	752687,1	7175855,7	0,151	AF	0,260	MBS	2,5	3,6
3	749301,3	7177429,9	0,133	AF	0,970	MS	14,2	13,5
4	752179,8	7176188,2	0,156	AF	0,380	BS	2,6	13,8
5	752599,7	7176243,5	0,108	AMF	0,650	MS	6,9	1,5
6	746554,0	7176604,7	0,111	AMF	0,670	MS	8,6	6,7
7	752034,6	7176503,3	0,079	AMF	0,650	MS	10,8	7,8
8	746091,2	7176647,3	0,170	AF	0,730	MS	3,9	6,3
9	747063,7	7176788,6	0,014	SF	0,120	MBS	8,6	6,4
10	747409,9	7176840,1	0,061	SG	0,600	MS	8,4	10,2
11	752298,7	7176712,4	0,091	AMF	0,660	MS	7,2	5,8
12	748102,3	7176943,0	0,176	AF	0,610	MS	7,8	1,3
13	745800,5	7177126,5	0,152	AF	1,000	PS	9,1	1,6
14	748580,7	7177214,1	0,024	SM	0,170	MBS	16,7	15,0
15	746492,9	7177057,5	0,110	AMF	0,650	MS	5,1	9,8
16	751788,8	7177137,5	0,070	AMF	0,540	MS	10,5	9,4
17	749487,0	7177149,0	0,058	SG	0,630	MS	11,5	10,5
18	747185,3	7177160,5	0,079	AMF	0,590	MS	6,4	7,9
19	752134,9	7177189,0	0,168	AF	0,390	BS	2,0	7,0
20	750179,4	7177252,0	0,103	AMF	0,630	MS	7,3	7,5
21	747660,0	7177315,0	0,171	AF	0,690	MS	2,7	4,9
22	750525,6	7177303,5	0,082	AMF	0,680	MS	8,5	6,9
23	746133,8	7177366,2	0,028	SM	0,230	MBS	17,1	15,5
24	750871,8	7177355,0	0,033	SG	0,340	MBS	12,0	10,5

ID	X (m)	Y (m)	DM (mm)		GS		% MO	% CO3
25	748199,6	7177313,6	0,079	AMF	0,640	MS	4,9	4,6
26	751218,0	7177406,4	0,143	AF	0,730	MS	2,2	2,6
27	748916,2	7177418,0	0,090	AMF	0,700	MS	4,2	4,0
28	746762,5	7177409,5	0,089	AMF	0,900	MS	3,4	4,4
29	751564,2	7177457,9	0,177	AF	0,540	MS	2,1	3,1
30	749791,2	7177457,4	0,031	SM	0,230	MBS	11,9	15,0
31	747306,9	7177532,4	0,088	AMF	0,850	MS	4,6	5,5
32	750301,0	7177623,9	0,095	AMF	0,640	MS	3,7	6,5
33	747999,3	7177635,4	0,089	AMF	0,530	MS	9,1	8,6
34	745697,5	7177646,9	0,034	SG	0,450	BS	9,7	10,2
35	750647,2	7177675,4	0,167	AF	0,540	MS	1,9	3,3
36	750993,4	7177726,9	0,149	AF	0,700	MS	3,9	4,8
37	748837,2	7177791,3	0,016	SM	0,110	MBS	13,0	15,8
38	746389,9	7177749,9	0,079	AMF	0,850	MS	4,8	8,1
39	751339,6	7177778,4	0,170	AF	1,370	PS	1,3	10,0
40	751685,8	7177829,9	0,254	AM	1,020	PS	2,3	11,0
41	749542,8	7177881,1	0,108	AMF	0,760	MS	4,0	6,0
42	747082,3	7177852,9	0,013	SF	0,080	MBS	8,3	7,3
43	750288,1	7177931,1	0,145	AF	0,720	MS	3,1	5,1
44	747774,7	7177955,9	0,086	AMF	0,720	MS	4,0	6,2
45	750967,2	7178047,3	0,146	AF	0,580	MS	3,0	15,2
46	748467,1	7178058,9	0,158	AF	0,530	MS	1,8	2,6
47	749159,5	7178161,8	0,026	SM	0,200	MBS	8,6	12,6
48	749851,8	7178264,8	0,191	AF	0,800	MS	1,7	6,3
49	750544,2	7178367,8	0,162	AF	0,450	BS	2,4	5,7
50	751236,6	7178470,8	0,128	AF	0,780	MS	25,7	22,7
51	752018,0	7176013,4	0,147	AF	0,318	MBS	4,7	11,5
52	753018,0	7175926,0	0,215	AF	0,449	BS	4,0	4,5
53	752518,0	7176426,0	0,126	AF	0,456	BS	5,9	1,2
54	751518,0	7176926,0	0,034	SG	0,201	MBS	8,5	6,9
55	752018,0	7176926,0	0,052	SG	0,269	MBS	5,0	1,9
56	752518,0	7176926,0	0,168	AF	0,487	BS	2,4	2,5
57	746139,0	7176171,0	0,141	AF	0,691	MS	7,8	17,8
58	746139,0	7176921,0	0,301	AM	0,241	MBS	3,0	15,2
59	746889,0	7176921,0	0,337	AM	0,319	MBS	9,6	14,6
60	747639,0	7176921,0	0,023	SM	0,218	MBS	9,1	7,2
61	748389,0	7176921,0	0,057	SG	0,210	MBS	1,3	4,8
62	749139,0	7177180,4	0,013	SF	0,202	MBS	10,3	9,8
63	749889,0	7177126,7	0,013	SF	0,247	MBS	8,3	7,3
64	750639,0	7177180,4	0,110	AMF	0,347	MBS	5,5	6,3
65	745389,0	7177671,0	0,040	SG	0,212	MBS	9,6	5,0
66	746139,0	7177671,0	0,113	AMF	0,405	BS	7,4	6,8
67	746889,0	7177671,0	0,019	SM	0,321	MBS	14,0	8,3
68	747639,0	7177671,0	0,234	AF	0,260	MBS	4,3	3,8
69	748389,0	7177671,0	0,192	AF	0,325	MBS	2,8	4,9
70	749139,0	7177671,0	0,022	SM	0,251	MBS	8,2	7,9

ID	X (m)	Y (m)	DM (mm)		GS		% MO	% CO3
71	749889,0	7177671,0	0,087	AMF	0,287	MBS	3,6	5,2
72	751389,0	7177671,0	0,069	AMF	0,183	MBS	7,4	3,6
73	752139,0	7177671,0	0,263	AM	0,447	BS	2,5	7,7
74	749889,0	7178421,0	0,183	AF	0,494	BS	2,8	7,0
75	750696,0	7178462,0	0,009	SF	0,390	BS	6,8	10,0
76	751389,0	7178421,0	0,007	SMF	0,363	BS	18,5	15,1
77	754389,0	7176921,0	0,207	AF	0,360	BS	4,9	3,8
78	752185,0	7178441,0	0,115	AMF	1,500	PS	3,4	7,8
79	752889,0	7178421,0	0,030	SM	1,250	PS	15,4	11,9
80	753730,0	7178459,0	0,190	AF	1,130	PS	2,8	5,1
81	754389,0	7178421,0	0,160	AF	2,420	EMS	7,6	8,1
82	752889,0	7177671,0	0,060	SG	1,120	PS	1,7	3,1
83	753639,0	7177671,0	0,123	AMF	0,970	MS	1,8	3,1
84	754389,0	7177671,0	0,050	SG	1,830	PS	5,0	5,9

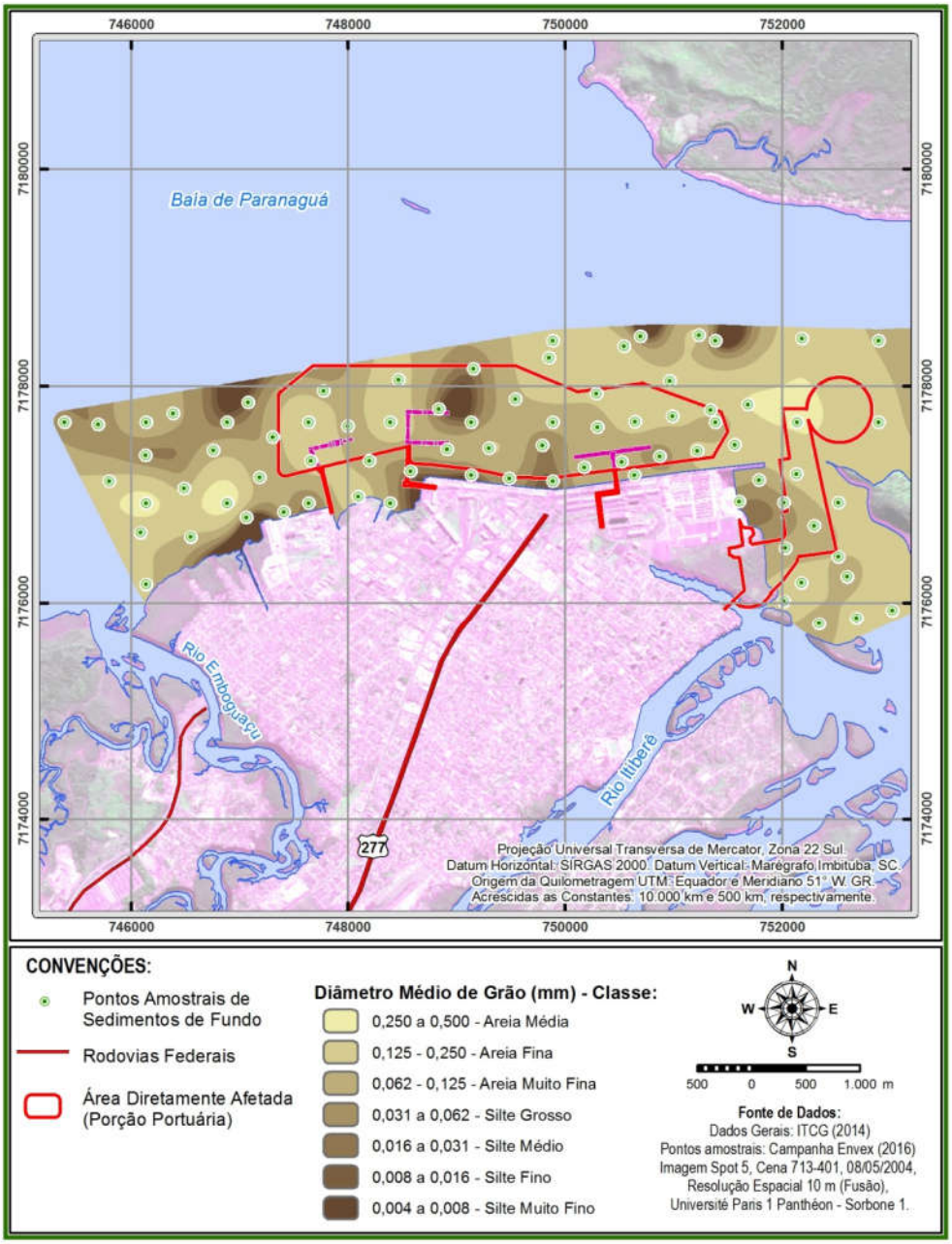
X – Distância cartesiana até o MC da quadrícula; Y – Distância cartesiana até o Equador do sistema; DM – Diâmetro médio de grão; GS – Grau de seleção dos grãos; %MO – Porcentagem de matéria orgânica contida nos sedimentos; %CO3 – Porcentagem de carbonatos contidos nos sedimentos.

O diâmetro médio dos sedimentos recentes da ADA do empreendimento, caracteriza-se principalmente pela ocorrência das areias muito finas a finas (0,062 – 0,250 mm) que ocorrem em quantidades bastante significativas (66%). Acessoriamente (23%) ocorrem os siltes médios e grossos (0,016 – 0,062 mm), com raras parcelas (11%) do substrato constituídas pelos siltes muito finos e finos (0,004 – 0,016 mm) e as areias médias (0,250 – 0,500 mm) (Tabela 8.1.69).

A distribuição destes valores de diâmetros médios ocorre de forma irregular no substrato sedimentar, com os sedimentos mais finos (siltes) dispostos em forma de concentrações esparsas (manchas) ao longo da fronteira norte da área de amostragem. Junto a margem sul do CEP e a W do cais junto aos berços de atracação, foram observadas ocorrências destes sedimentos finos. As areias muito finas e finas preenchem os intervalos entre os agregados de sedimentos finos, dominando a paisagem submersa (Figura 8.76).

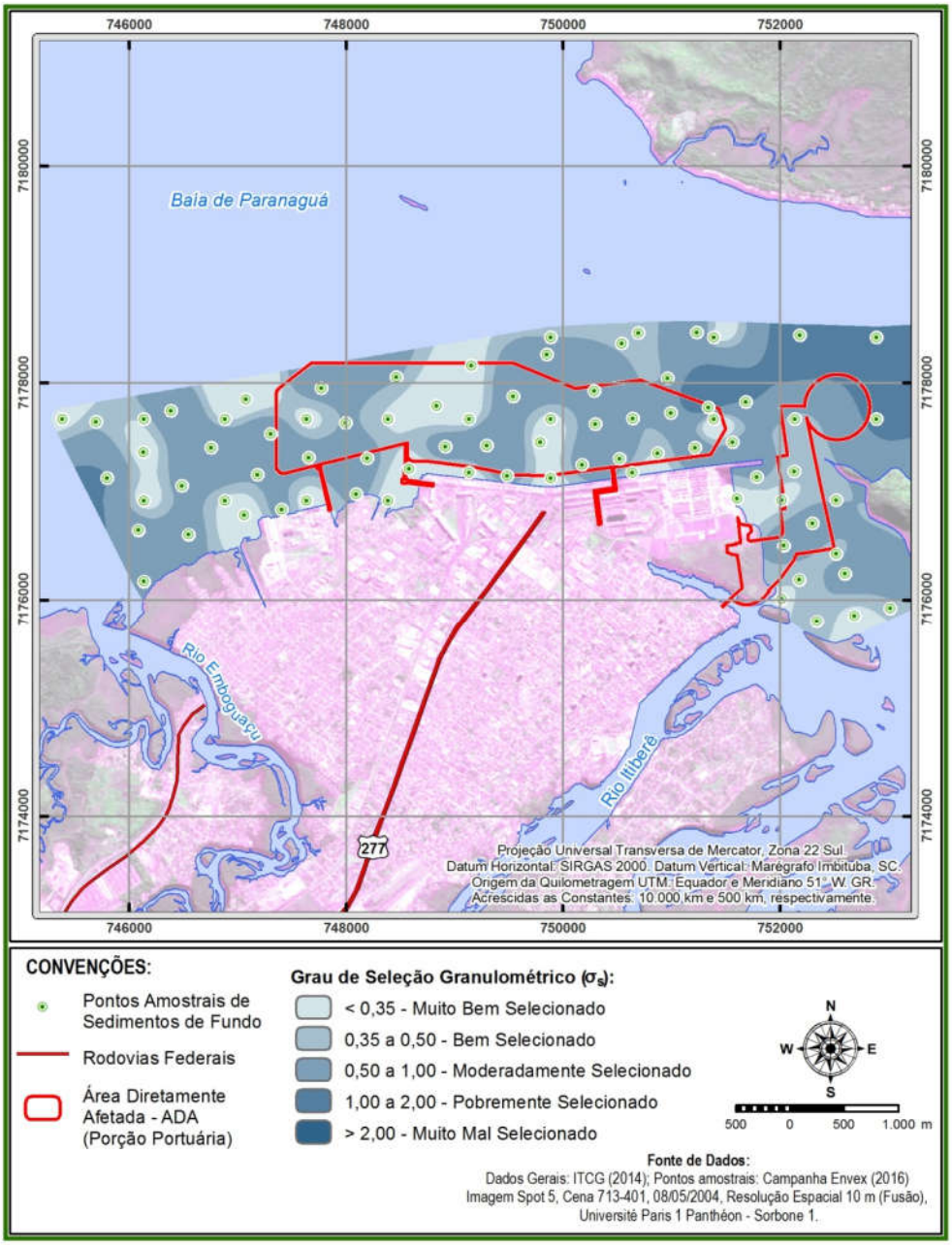
O grau de selecionamento na ADA do empreendimento apresenta predomínio de sedimentos muito bem (31%) e moderadamente selecionados (41%), com ocorrências esparsas de sedimentos bem selecionados (17%) e pobremente selecionados (11 %) (Tabela 8.1.67). Os sedimentos muito bem, bem e moderadamente selecionados distribuem-se em toda a área mapeada, principalmente na porção frontal ao cais do porto de Paranaguá (Figura 8.77). As ocorrências dos sedimentos pobremente selecionados localizam-se junto a Ponta da Cruz, na ilha da Cotinga.

Os teores de matéria orgânica contida nos sedimentos na ADA do empreendimento, apresentaram valores máximos de 25,7% (ponto #50) e mínimos de 1,3% (pontos #39 e 61). Aproximadamente 53% das amostras mostram valores próximos aos 5% e outros 33% das amostras mostrou valores entre os 5% e os 10%, sendo que os demais (14%) apresentam valores entre 10% e 18% (Tabela 8.1.69).



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.76 - Mapa da distribuição dos valores de diâmetro médio dos grãos na ADA do empreendimento, onde pode ser observada a disposição dos pontos amostrais.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.77 - Mapa da distribuição dos valores de grau de selecionamento dos grãos na ADA do empreendimento, onde pode ser observada a disposição dos pontos amostrais.

A distribuição dos valores de matéria orgânica contida nos sedimentos apresenta uma predominância de valores inferiores aos 10% (Figura 8.78), o que para um substrato estuarino são bastante baixos. Os valores superiores aos 10% apresentam-se dispersos na área amostral, sem a possibilidade de delimitação de setores específicos de agregação. A

porcentagem extrema de 25,7% está localizada justamente na região das “Pedras Palanganas” onde a ação biológica, provavelmente incorre em uma maior produção de matéria orgânica.

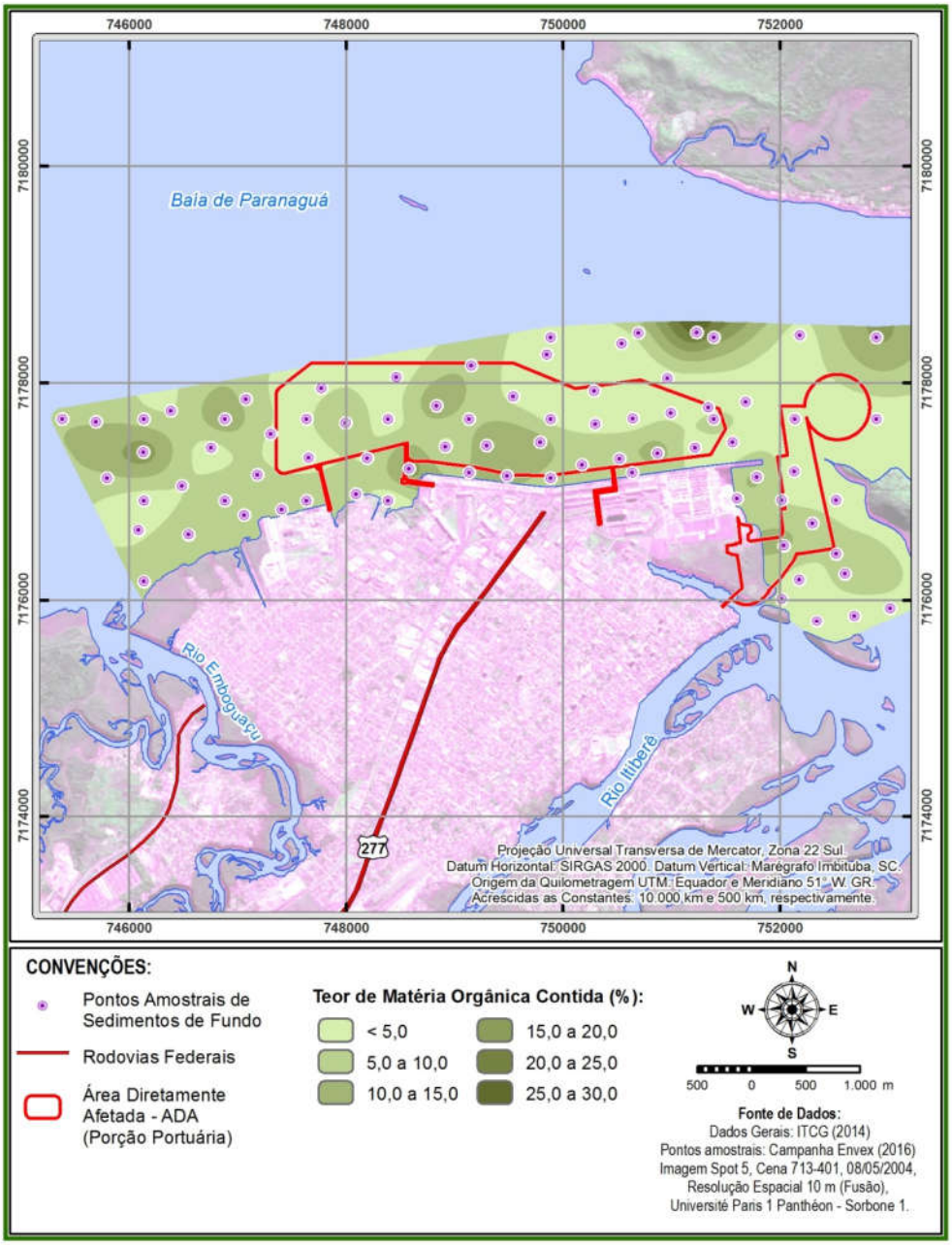
Os carbonatos contidos nos sedimentos de fundo recentes da ADA, apresentaram valores máximo de 22,7% (ponto #50) e mínimo de 1,2% (ponto #53), contudo 73% das amostras apresentaram teores inferiores aos 10% (Tabela 8.1.69). Os teores mais frequentes estão distribuídos ao longo de toda a área de amostragem, com exceção da área das Pedras Palanganas, onde foi verificado o maior valor (Figura 8.79).

8.1.10.1.4 Conclusões

Portanto, os sedimentos da ADA do empreendimento são compostos majoritariamente por areias muito finas a finas de bem a muito bem selecionadas, onde os teores mais frequentes de matéria orgânica e carbonatos são de 5% e 10%, respectivamente.

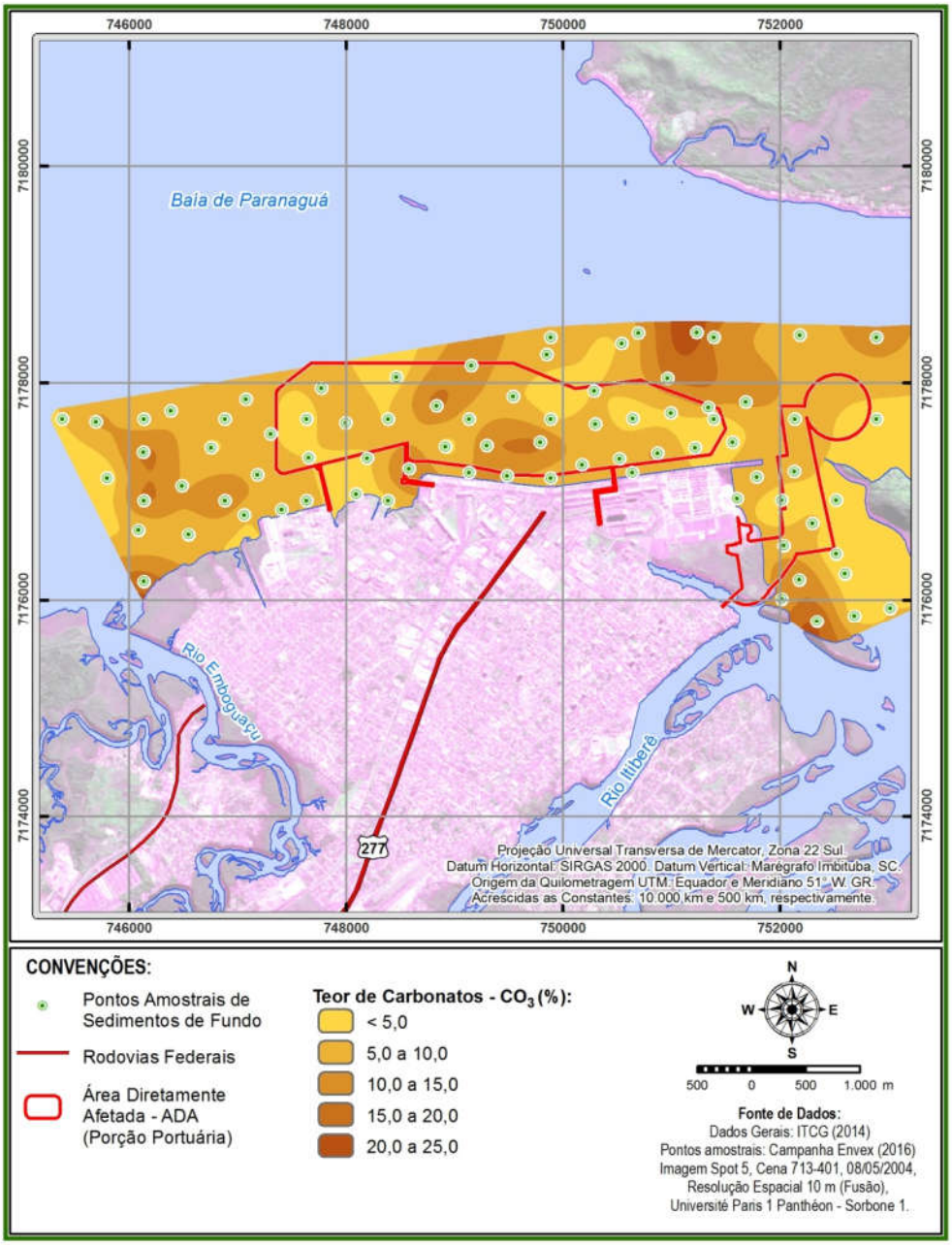
No geral, não foram observados padrões de distribuição sedimentar, principalmente vinculados às forçantes hidrodinâmicas, o que seria esperado em um ambiente estuarino como a área de amostragem. Uma possibilidade para este fato pode estar vinculado às obras de dragagem, que tem sido executadas na área ao longo do tempo, as quais podem ter modificado o padrão natural de distribuição granulométrica da área de amostragem.

Os teores contidos de matéria orgânica nos sedimentos são relativamente baixos, que associados aos sedimentos arenosos, como neste caso, implicam em uma baixa tendência de agregação de contaminantes.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.78 - Mapa da distribuição dos valores de matéria orgânica contida nos sedimentos da ADA do empreendimento, onde pode ser observada a disposição dos pontos amostrais.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.79 - Mapa da distribuição dos valores de carbonatos contidos nos sedimentos da ADA do empreendimento, onde pode ser observada a disposição dos pontos amostrais.

8.1.10.2 Características dos sedimentos das testemunhagens rasas (Dados primário)

As amostras provenientes dos testemunhos rasos mostraram que há homogeneidade nos valores do diâmetro médio dos grãos até os três metros de penetração (Tabela 8.1.70), quando a granulometria permaneceu nas classes areia ou silte em cada um dos testemunhos. As maiores mudanças no diâmetro médio dos grãos foram verificadas no testemunho #2, onde a 1 m de profundidade foram observados siltes grossos que passaram a areias finas no segundo e terceiro metros.

Os valores de grau de selecionamento das partículas apresentaram sedimentos moderadamente selecionados, com pequenas flutuações tanto para muito bem quanto para bem selecionados. A única ocorrência de sedimentos pobremente selecionados ocorreu no testemunho #3, que estão associados às areias médias observadas no início do terceiro metro de penetração.

Os valores de matéria orgânica contida apresentaram uma redução gradativa do primeiro para o terceiro metro de penetração, sendo que os valores mais altos estão nas áreas destacadas do cais do porto de Paranaguá onde ocorrem os sedimentos mais finos (siltes).

Os carbonatos contidos nos sedimentos apresentaram valores relativamente baixos para um ambiente estuarino como este, contudo foram observados teores altos no testemunho #4, onde a atividade biológica foi maior, já que foram observadas extensas áreas cobertas por conchas e material biodetrítico. Nos testemunhos #2 e #3 houve uma inversão de comportamento, já que no primeiro os teores diminuíram do topo para a base, enquanto que no segundo isso de inverteu.

Tabela 8.1.70 - Lista dos resultados das análises granulométricas dos sedimentos coletados nos testemunhos rasos da área pretendida para a expansão portuária da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA), com as suas respectivas coordenadas de localização (UTMS/MC -51).

ID	X (m)	Y (m)	Prof. (m)	DM (mm)		GS (mm)		%MO	% CO3
#1	748197,3	7177254,8	1,00	0,015	SF	0,060	MBS	7,9	6,4
			2,00	0,050	SG	0,480	BS	4,0	4,9
			3,45	0,060	SG	0,590	MS	3,9	5,4
#2	749282,2	7177217,6	1,00	0,048	SG	0,510	MS	4,3	5,5
			2,00	0,155	AF	0,510	MS	1,5	1,5
			2,45	0,171	AF	0,660	MS	1,8	1,5
#3	750773,7	7177298,7	1,10	0,164	AF	0,710	MS	2,2	2,1
			2,00	0,084	AMF	0,680	MS	1,7	2,9

ID	X (m)	Y (m)	Prof. (m)	DM (mm)		GS (mm)		%MO	% CO3
			2,37	0,319	AM	1,820	PS	1,5	4,2
#4	751992,9	7177393,4	1,00	0,017	SM	0,090	MBS	10,2	10,9
			2,00	0,043	SG	0,420	BS	6,5	9,3
			3,19	0,059	SG	0,690	MS	5,3	22,0

X – Distância cartesiana até o MC da quadrícula; Y – Distância cartesiana até o Equador do sistema; DM – Diâmetro médio de grão; GS – Grau de seleção dos grãos; %MO – Porcentagem de matéria orgânica contida nos sedimentos; %CO3 – Porcentagem de carbonatos contidos nos sedimentos.

8.1.10.2.1 Conclusões

No geral, os sedimentos recentes perpetuam as suas características até os três metros de penetração a partir do substrato, sendo assim não foram observadas variações relevantes do ponto de vista sedimentológico. Os teores de matéria orgânica tiveram uma redução progressiva dos valores, enquanto que os carbonatos ficaram sujeitos às atividades biológicas e a própria profundidade locais. Nos testemunhos #1 e #4 os teores de CO3 foram maiores, justamente onde não houveram atividades de dragagem e as profundidades da lâmina de água permitiram a formação de bancos de conchas.

8.1.10.3 Características dos sedimentos das testemunhagens profundas (Dados primário)

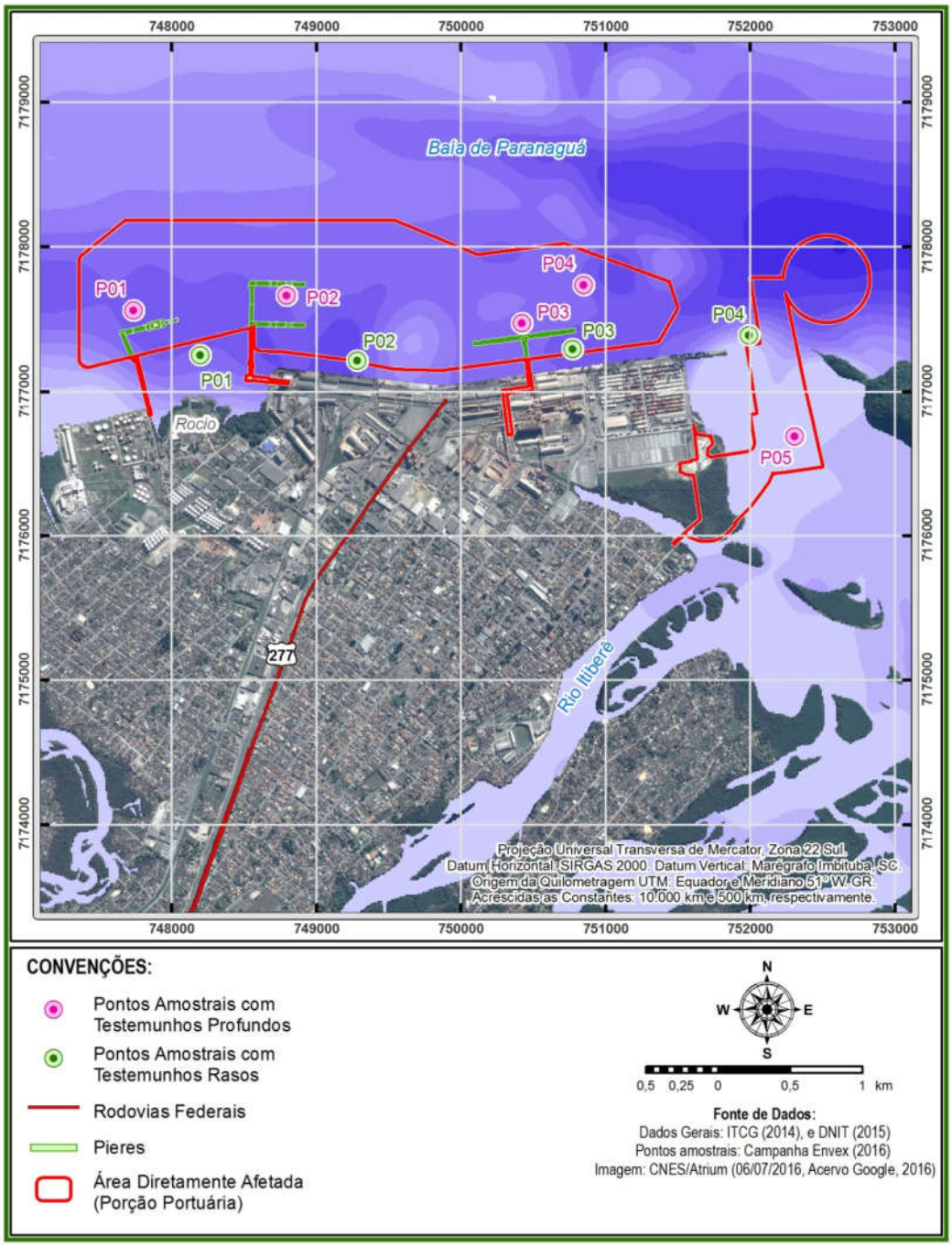
Os sedimentos obtidos a partir das testemunhagens profundas (Figura 8.80) mostraram que os sedimentos tendem ao ganho do DM com o aumento da profundidade, exceto no testemunho #5, onde esta característica permaneceu inalterada (Tabela 8.1.71). As maiores mudanças no DM foram verificadas no testemunho #3, onde houve a variação das areias finas para médias e retorno as finas do topo par a base do testemunho, o que se deve provavelmente a lentes de carbonatos, como pode ser verificado na Tabela 8.1.71.

Os valores de GS das partículas apresentaram sedimentos moderadamente a bem selecionados na sua maioria, com pequenas flutuações tanto para muito bem. Os sedimentos pobremente selecionados ocorreram no testemunho #3, onde foram verificadas quantidades maiores de carbonatos na porção média do testemunho.

Os valores de matéria orgânica contida apresentaram uma redução gradativa do topo para a base dos testemunhos, exceto no #5 onde a porção média apresentou valores superiores aos observados no topo e na base. No geral, os valores máximo de MO contida ficaram restritos ao topo dos testemunhos (exceto no #5), com um valores máximos de 10,2% no #4

e 8,0% no #1 sendo que os demais apresentaram valores em torno dos 5%, o que é relativamente baixo para os padrões estuarinos.

Os carbonatos contidos nos sedimentos apresentaram valores relativamente baixos para um ambiente estuarino como este, contudo foram observados teores altos no testemunho #4 (Tabela 8.1.71), onde a atividade biológica provavelmente foi um fator determinante, já que nesta área ocorrem rochas submersas as quais agregam organismos incrustantes que são formadores de carapaças carbonáticas. Os testemunhos #1, 2 e 5 apresentaram um padrão de comportamento de redução dos teores contidos, do topo para a base do testemunho. As exceções a este comportamento foram observadas nos #3 e 4, onde a porção média destes testemunhos apresentaram valores maiores que os demais (Tabela 8.1.71).



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.80 - Mapa de localização das testemunhagens profundas e rasas executadas na ADA da expansão do cais do Porto de Paranaguá.

Tabela 8.1.71 - Lista dos resultados das análises granulométricas dos sedimentos coletados nos testemunhos profundos da área pretendida para a expansão portuária da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA), com as suas respectivas coordenadas de localização (UTMS/MC -51).

ID	Prof. (m)	X (m)	Y(m)	DM (mm)		GS (mm)		%MO	%CO3
#1	0,40	747735,3	7177565,0	0,013	SF	0,060	MS	8,0	6,4
	5,40			0,135	AF	0,350	BS	2,4	1,7
	6,45			0,133	AF	0,478	BS	1,8	0,1
#2	0,50	748793,8	7177666,5	0,050	SG	0,512	MS	4,3	5,5
	3,45			0,171	AF	0,660	MS	1,8	1,5
	5,45			0,157	AF	0,430	BS	1,0	0,4
#3	0,80	750064,7	7177535,0	0,144	AF	0,708	MS	2,2	2,0
	3,50			0,319	AM	1,820	PS	1,5	4,2
	6,45			0,150	AF	1,060	PS	1,3	1,3
#4	0,60	751286,0	7177646,9	0,019	SM	0,089	MBS	10,2	11,0
	3,40			0,059	SG	0,690	MS	5,3	22,0
	4,45			0,225	AF	0,597	MS	1,6	2,6
#5	0,80	752306,1	7176687,4	0,174	AF	0,470	BS	2,7	6,4
	8,45			0,129	AF	0,839	MS	4,5	5,2
	18,45			0,188	AF	0,810	MS	1,8	2,1

X – Distância cartesiana até o MC da quadrícula; Y – Distância cartesiana até o Equador do sistema; DM – Diâmetro médio de grão; GS – Grau de seleção dos grãos; %MO – Porcentagem de matéria orgânica contida nos sedimentos; %CO3 – Porcentagem de carbonatos contidos nos sedimentos.

8.1.10.3.1 Conclusões

Os sedimentos obtidos a partir dos testemunhos profundos mostrou que a subsuperfície da ADA do empreendimento é composta por areias finas de moderadamente a bem selecionadas, ocorrendo acessoriamente siltes de finos a médios. A matéria orgânica e os carbonatos contidos apresentam porcentagem baixas para os padrões estuarinos, sendo que as principais anomalias nestes valores estão associadas a maciços rochosos submersos (Pedras Palanganas), as quais aumentam a agregação destes compostos por conta do obstáculo hidrodinâmica que representam.

8.1.10.4 Qualidade dos sedimentos

A qualidade dos sedimentos dos ambientes estuarinos e costeiros é um dos principais condicionantes dos organismos ali existentes. Essas características respondem a fatores como aportes de água doce do continente, lançamento de e uentes, granulometria e teor de matéria orgânica, batimetria e morfologia do ambiente. Alterações provocadas, por exemplo, pelo tráfego de embarcações, dragagens, aterros, construções de barragens, normalmente resultam em modi cações das características físico químicas dos sedimentos estuarinos.

As operações de dragagem de sedimentos podem causar a liberação de compostos orgânicos e metais estocados nesta matriz para a coluna d´água. Uma vez que as operações de dragagens resultam na remobilização do material depositado no leito estuarino, faz-se necessário a caracterização do sedimento, em atendimento à Resolução Conama 454/12.

A partir da caracterização química dos sedimentos, é possível estabelecer o estado de qualidade ambiental da zona estuarina, fornecendo subsídios para entendimento dos possíveis impactos gerados por atividades que venham a ser desenvolvida na área de in uência de um empreendimento. Para subsidiar ações de controle da qualidade ambiental e auxiliar na tomada de decisões, a avaliação periódica e monitoramento da qualidade das águas são fundamentais.

Os parâmetros que devem ser avaliados na caracterização da qualidade de sedimento na área de implantação de um empreendimento em ambientes estuarinos são definidos na resolução CONAMA no 454/2012. Neste caso, os dados primários mais significativos e que atendem aos requisitos da resolução correspondem aos contaminantes orgânicos: (i) hidrocarbonetos policíclicos aromáticos totais (benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno, acenaftileno, acenafteno, antraceno, fenantreno, fluoranteno, fluoreno, 2-metilnaftaleno, naftaleno e pireno); (ii) pesticidas organoclorados (Alfa-HCH (BHC), Beta-HCH (BHC), Gama-HCH (BHC), Delta-HCH (BHC), DDT (somatório dos isômeros p,p'- e o,p-), DDE (somatório dos isômeros p,p'- e o,p-), DDD (somatório dos isômeros p,p'- e o,p-), Dieldrin, Endrin, Alfa-clordano, Gama-clordano), e; (iii) somatório de 7 congêneres de bifenilas policloradas (PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 e 180).

8.1.10.4.1 Níveis de Pesticidas Organoclorados e Bifenilas Policloradas (PCBs)

No trabalho mais recente envolvendo contaminantes organoclorados em sedimentos do CEP (SOUZA, 2015), os valores de pesticidas totais (∑25 OCPs) encontrados variaram entre <0,05 e 4,41 ng g-1 de sedimento seco. Os pesticidas detectados apresentaram o seguinte gradiente de concentração: Alfa-HCH > p,p'-DDD > p,p'-DDT > p,p'-DDE > o,p'-DDT > Gama-HCH > Beta-HCH > o,p'-DDD. KOIKE (2007) realizou um estudo pretérito na região e seus resultados indicaram concentrações parecidas com as obtidas nesse trabalho (0,71 – 3,65 ng g-1), havendo diferenciação apenas nos pesticidas encontrados. Considerando o somatório de todos os metabólitos do DDT (DDT+DDE+DDD), esse foi o pesticida que apresentou as maiores concentrações (13,7 ng g-1). Os DDTs também foram os mais encontrados no trabalho de KOIKE (2007).

Entre os 50 congêneres de PCBs analisados no trabalho de SOUZA (2015), apenas 12 foram detectados (PCB 8, PCB 18, PCB 31, PCB 28, PCB 33, PCB 52, PCB 49, PCB 74, PCB 70, PCB 66, PCB 95, PCB 101), sendo que as concentrações nos pontos amostrados variaram entre <0,05 e 4,78 ng g-1 de sedimento seco.

Se comparados com dados de PCBs obtidos em outros estudos do CEP, as concentrações desse trabalho foram ligeiramente maiores que às encontradas por CHOUERI et al. (2009) (∑PCBs <0,03 - 1,47 ng g-1) e menores que os valores obtidos por KOIKE (2007) (∑PCBs 1,12 - 8,14 ng g-1. COMBI et al. (2013) observaram uma concentração máxima de PCBs igual a 6,65 ng g-1, associada aos sedimentos depositados no ano de 1972, aproximadamente, e 0,68 ng g-1 associado aos sedimentos mais recentes, verificando uma diminuição na concentração de PCBs totais da região. Os valores encontrados em todos os trabalhos foram baixas, podendo indicar que o CEP não possui um histórico de aportes significativos de PCBs.

As concentrações de PCBs e pesticidas orgaclorados encontradas por SOUZA (2015) quando comparadas com os níveis de contaminação determinados na Resolução CONAMA nº. 454/2012 indicaram que alguns compostos (Gama-HCH, Alfa-HCH, DDD e DDT) ultrapassaram o nível 1 de contaminação para água salina/salobra, sendo que o α-HCH, ultrapassou o nível 2 em alguns pontos estudados. O maior valor (1,68 ng g-1) ocorreu próximo à cidade de Paranaguá, que pode estar sujeito à introdução de esgoto, influência do porto e dos pequenos rios próximos, como o Itiberê. Pontos localizados na Baia de Antonina, próximo da cidade de Antonina, na desembocadura dos rios Cachoeira e Faisqueira, também tiveram valores de α-HCH acima do nível 2 (1,37 e 1,37 ng g-1) associado ao aporte de contaminantes provenientes das regiões costeiras, principalmente dos vários rios que deságuam próximos ao local.

Em um panorama geral, os níveis de PCBs e pesticidas organoclorados na maior parcela dos sedimentos analisados no CEP se encontram historicamente, abaixo do nível 1 de contaminação, sendo que contaminações pontuais podem ocorrer.

Os baixos níveis de PCBs e pesticidas organoclorados encontrados no CEP podem estar relacionados com a proibição do uso desses contaminantes a partir de 1971. Além disso, mesmo que na região estejam presentes algumas cidades importantes e um dos principais portos do Brasil, a maior parte das áreas industriais, agrícolas e urbanas do estado do Paraná é drenada pelo rio Paraná que não deságua no CEP (KOIKE, 2007). Os processos

de remoção de contaminantes desse ambiente também devem influenciar nas baixas concentrações. As constantes dragagens para aprofundamento e manutenção do canal navegável da Galheta juntamente com a dinâmica local elevada, devido à variações da amplitude de maré, renova as águas do CEP em menos de 48 h e gera processos advectivos e correntes de maré que podem ressuspender e carrear o material sedimentado para mar aberto (KOIKE, 2007).

8.1.10.4.2 Níveis de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

No trabalho mais recente envolvendo HPAs em sedimentos do CEP (CARDOSO et al. 2016), as concentrações de HPAs totais (16 HPAs), variaram de 0,59 a 63,8 ng g-1 de sedimento seco (média = 24,7 ± 21,8). As maiores concentrações relativas ocorreram nos pontos próximos a cidade de Antonina e na Zona de Máxima Turbidez do CEP, na face oposta ao porto de Paranaguá. Nos demais pontos estudados ao longo do CEP, vale notar as baixas concentrações, ou seja, aqueles localizados nas regiões mais externas do estuário.

ABREU-MOTA et al. (2014) estudaram amostras de sedimentos coletadas em dois períodos do ano, sendo que que para as amostras de inverno, as concentrações variaram de < LD a 37,3 ng.g-1 e nas amostras de verão, as concentrações desses compostos variaram de 12,5 a 57,2 ng.g-1, na região do entorno da cidade de Paranaguá e sub-estuário da Cotinga.

FROEHNER et al. (2010), em um estudo sobre os níveis e toxicidade dos HPAs em diversos pontos do CEP, encontraram um valor máximo igual a 406,8 ng.g-1. Por outro lado, BET et al. (2015) encontrou concentrações de HPAs totais variando entre <LD a 14,4 ng.g-1 em sedimentos da desembocadura do CEP e plataforma rasa paranaense.

Em geral, as concentrações de HPAs nos pontos estudados no CEP são caracterizados como áreas de baixo impacto antrópico, quando comparadas com os níveis de contaminação determinados na Resolução CONAMA nº. 454/2012.

8.1.10.4.3 Caracterização dos sedimentos (dados primários)

As análises que compõem este tópico foram executadas no Laboratório de Geoquímica Orgânica e Poluição Marinha (LaGPoM), coordenado pelo Prof. Dr. César de Castro Martins, pertencente ao Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná (UFPR) para análise de contaminantes orgânicos (compostos organoclorados) nos sedimentos. A análise

de elementos traço e constituintes da matéria orgânica (carbono orgânico, nitrogênio e fósforo totais) foi realizada no Laboratório de Química Inorgânica Marinha (LabQIM), coordenado pelo Prof. Dr. Rubens Cesar Lopes Figueira, pertencente ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO/USP). Justifica-se esta escolha pelo fato de que ambos os laboratórios possuem os perfis adequados e satisfazem as exigências de qualidade analítica preconizadas pela Resolução 454/12.

A qualidade dos laboratórios executores das análises dos contaminantes orgânicos e inorgânicos pode ser comprovada pela avaliação de qualidade analítica, conforme apresentados a seguir, e pela conceituação internacional destes grupos avaliada em função do número de publicações científicas de alto impacto em revistas internacionais.

8.1.10.4.3.1 Carbono orgânico, nitrogênio e fósforo totais

Procedimento analítico

As amostras de sedimentos foram recebidas pelo Laboratório de Química Inorgânica Marinha (LabQIM) da USP para a determinação das características composicionais da matéria orgânica no sedimento, segundo os seguintes descritores: teor de carbono orgânico total (COT); concentração de nitrogênio total (NT) e de fósforo total (PT).

O teor de carbono orgânico total foi determinado em alíquota de sedimento submetido à remoção do CaCO3. Aproximadamente 10 mg de sedimento foram acondicionados em cartuchos de estanho (5 x 9 mm) e submetidos a análise elementar no analisador elementar *Costec Instruments Elemental Combustion System* acoplado ao detector de espectrometria de massas com razão isotópica *Thermo Scientific Delta V Advantage Isotope Ratio MS* (EA-IRMS).

As concentrações de nitrogênio total foram determinadas em alíquota de 10 mg sedimento sem a remoção de CaCO3 acondicionados em cápsula de estanho, sendo submetidas a análise elementar no EA-IRMS.

Para a remoção do carbonato de cálcio no sedimento, uma alíquota de sedimento de aproximadamente 500 mg foi atacada com 2 mL de HCl 1 mol L-1 e homogeneizada, permanecendo em ácido por 24h. Foram adicionados duas a três gotas de HCl concentrado (P.A.) a fim de certificar a total eliminação do CaCO3 e em seguida água Milli Q até um

volume de 9 mL e centrifugadas a 2500 rpm durante 12 minutos. O sobrenadante foi descartado e a lavagem das amostras foi repetida por cinco ou seis vezes até a total eliminação do HCl. As amostras foram secas em estufa a 60°C e submetidas a análise do teor de carbono orgânico e nitrogênio total.

As concentrações de fósforo total foram determinadas através da queima em forno mufla seguida de extração ácida. Os teores de fósforo total foram obtidos através de um espectrômetro de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP-OES).

Resultados de carbono orgânico total, nitrogênio e fósforo totais nos sedimentos analisados

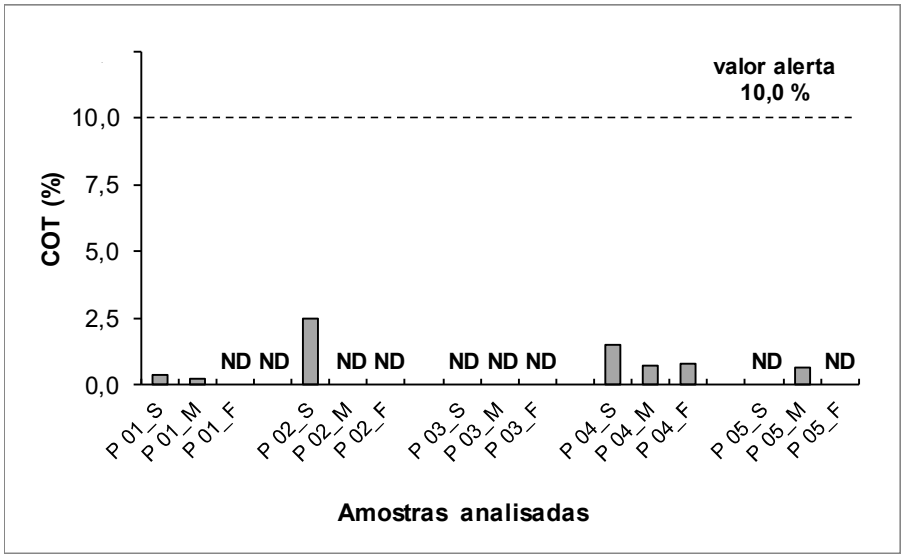
Os teores de carbono orgânico total (COT, %) e concentrações de nitrogênio (NT, mg Kg-1) e fósforo totais (NT, mg Kg-1) nos sedimentos na área estudada são apresentados na Tabela 8.1.72 e nos Gráfico 8.1.61 a Gráfico 8.1.63.

Tabela 8.1.72- Teores de carbono orgânico total (COT) e concentrações de nitrogênio total, (NT) e fósforo total (PT) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12.

	Valor Alerta	P 01_S	P 01_M	P 01_F	P 02_S	P 02_M	P 02_F	P 03_S	P 03_M	P 03_F
COT (%)	10	0,36	0,24	ND	2,45	ND	ND	ND	ND	ND
NT (mg Kg^{-1})	4800	452	316	ND	1366	212	214	268	213	243
PT (mg Kg^{-1})	2000	84	94	26	322	29	55	60	91	32

	Valor Alerta	P 04_S	P 04_M	P 04_F	P 05_S	P 05_M	P 05_F
COT (%)	10	1,52	0,74	0,76	ND	0,65	ND
NT (mg Kg^{-1})	4800	1287	839	681	ND	583	298
PT (mg Kg^{-1})	2000	333	554	60	12	248	56

ND: não detectado.

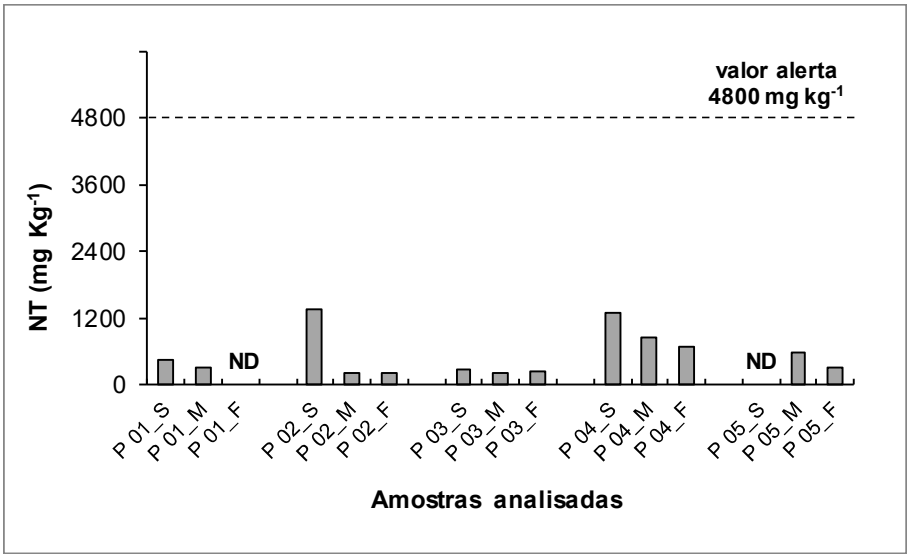


ND: não detectado.

Gráfico 8.1.61 - Distribuição do teor de carbono orgânico Total (COT) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12.

Os teores de COT registrados não violaram o valor alerta preconizado pela Resolução Conama 454/12. Em comparação com a área situada na Ponta do Poço (Angulo et al., 2009), investigada em 2007, o valor foi similar. A granulometria foi o fator preponderante para os resultados encontrados, uma vez que os sedimentos da área de estudo são predominantemente constituídos de frações arenosas.

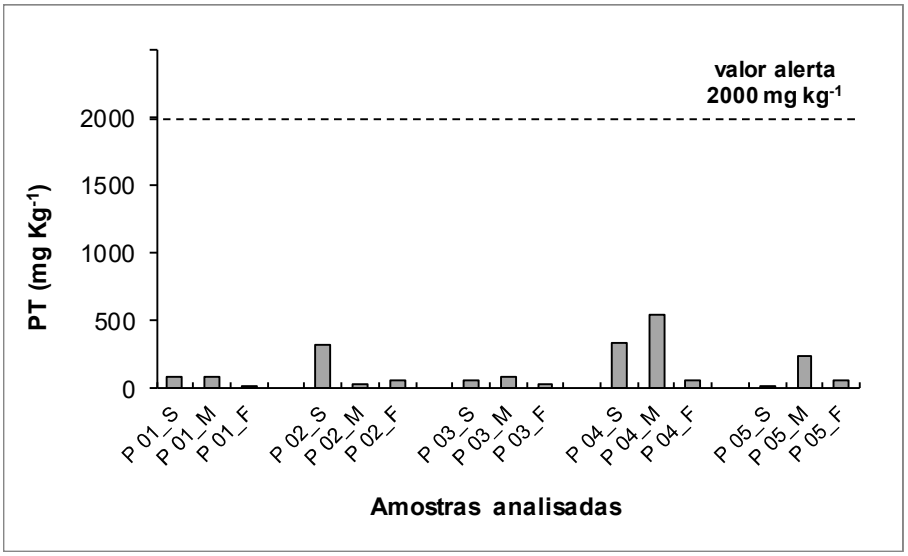
As concentrações de NT registrados para os sedimentos superficiais não violaram o valor alerta preconizado pela Resolução Conama 454/12 e estão abaixo de valores reportados para sedimentos marinhos costeiros, de áreas próximas a área do empreendimento, como Ponta do Poço (Angulo et al., 2009), ou ainda, em relação ao trabalho de Martins et al. (2007), que analisou 41 amostras de sedimentos superficiais distribuídos nos diferentes setores da Baia de Paranaguá.



ND: não detectado.

Gráfico 8.1.62 - Distribuição da concentração de nitrogênio total (NT) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12.

As concentrações de PT também não ultrapassaram os valores alerta preconizados na Resolução Conama 454/12. Os níveis estiveram abaixo ou na faixa de valores reportada para o fósforo total nos sedimentos superficiais da área de desembocadura da Baía de Paranaguá (ANGULO *et al*., 2009; CAZATI, 2010), e bem abaixo dos teores encontrados nos sedimentos superficiais da área portuária de Rio Grande, no estuário da Lagoa dos Patos (BAISCH e MIRLEAN, 2001).



ND: não detectado.

Gráfico 8.1.63 - Distribuição da concentração de fósforo total (PT) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12.

Os maiores valores de COT, NT e PT foram encontrados nos pontos P2 e P4, nos sedimentos superficiais onde a análise do sedimento mostrou ser o local onde ocorre granulometria mais fina e os maiores valores de matéria orgânica preservada.

8.1.10.4.3.2 Elementos traço

Procedimento analítico

As amostras de sedimentos foram recebidas pelo Laboratório de Química Inorgânica Marinha (LabQIM) da USP, sendo analisadas quanto a presença dos elementos traços Zinco (Zn), Chumbo (Pb), Cádmio (Cd), Níquel (Ni), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Mercúrio (Hg) e Arsênio (As).

Para a determinação dos elementos traço, foi utilizada a fração total dos sedimentos como recomendado pela Resolução Conama 454/12. Os sedimentos foram liofilizados por 72hs (exceto para mercúrio), sendo então pulverizados em almofariz e pistilo e as determinações seguiram o método USEPA 3050B. As análises de Mercúrio (Hg) foram efetuadas pelo método USEPA 6471. As concentrações dos elementos metálicos foram obtidas segundo os procedimentos descritos no método USEPA 6010C, em um espectrômetro de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP-OES).

O controle da qualidade analítica foi efetuado utilizando branco de reagentes materiais de referência certificado com concentrações conhecidas dos elementos investigados. Para avaliação da qualidade analítica relacionada ao Mercúrio (Hg), foi utilizado o material de referência ERM CC580, enquanto os demais elementos foram avaliados através da determinação do material de referência SS-2. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 8.1.73.

Tabela 8.1.73 - Resultados da avaliação da qualidade analítica através da análise de material de referência certificado.

	Valor obtido	Valor de referência	Intervalo de confiança	Intervalo de tolerância
	(mg Kg^{-1})			
As	76,6 ± 0,7	75	65 - 85	25 - 125
Cd	1,92 ± 0,40	2	ND	ND
Cr	24,1 ± 0,6	34	30 - 38	14 - 54
Cu	168,2 ± 0,8	191	182 - 200	139 - 243
Ni	43,9 ± 0,5	54	50 - 58	33 - 75
Pb	92,5 ± 0,8	126	116 - 136	68 - 184
Zn	430,2 ± 0,6	467	444 - 490	337 - 597
Hg	3,4 ± 0,1	3,4	2,9 - 3,9	ND

ND: não disponível.

Os resultados do branco de reagente mostraram a ausência de interferentes, sendo a concentração de elementos traços nestas amostras inferiores ao limite de quantificação do método. Em relação à análise dos materiais de referências, os valores obtidos pelo LabQIM, estiveram próximos a concentrações estabelecidas pelo intervalo de confiança e dentro da faixa de tolerância para todos os elementos analisados.

Resultados dos elementos traço nos sedimentos analisados

Os resultados (Tabela 8.1.74, Gráfico 8.1.64) indicam que todos os elementos apresentaram concentrações inferiores aos valores estabelecidos na Resolução CONAMA 454/12 para o Nível 1 de águas salinas-salobras.

As concentrações dos elementos metálicos e As são menores do que os níveis encontrados nos sedimentos superficiais da área da Ponta do Poço, por ocasião do diagnóstico elaborado para o EIA-RIMA do porto de Pontal do Sul (ANGULO *et al.*, 2009). Ainda, os valores obtidos foram menores ou similares aqueles encontrados por Martins *et al.* (2012)

em sedimentos da Baía das Laranjeiras, PR, região do Complexo Estuarino de Paranaguá considerada pouco impactada pela atividade antrópica, onde os elementos metálicos encontrados foram associados a fontes naturais, como a drenagem continental.

Apenas os pontos P2 e P4 apresentaram concentrações de elementos traços relativamente mais elevadas em relação aos demais pontos estudados, justificado em função do tipo de sedimento encontrado neste local (granulometria mais fina) e no total de matéria orgânica preservada, relativamente maior do que nos demais pontos analisados. Entretanto, como todos os valores obtidos estiveram bem abaixo do Nível 1 estabelecido na Resolução CONAMA 454/12, podendo dizer que não há contaminação por estes elementos na área estudada.

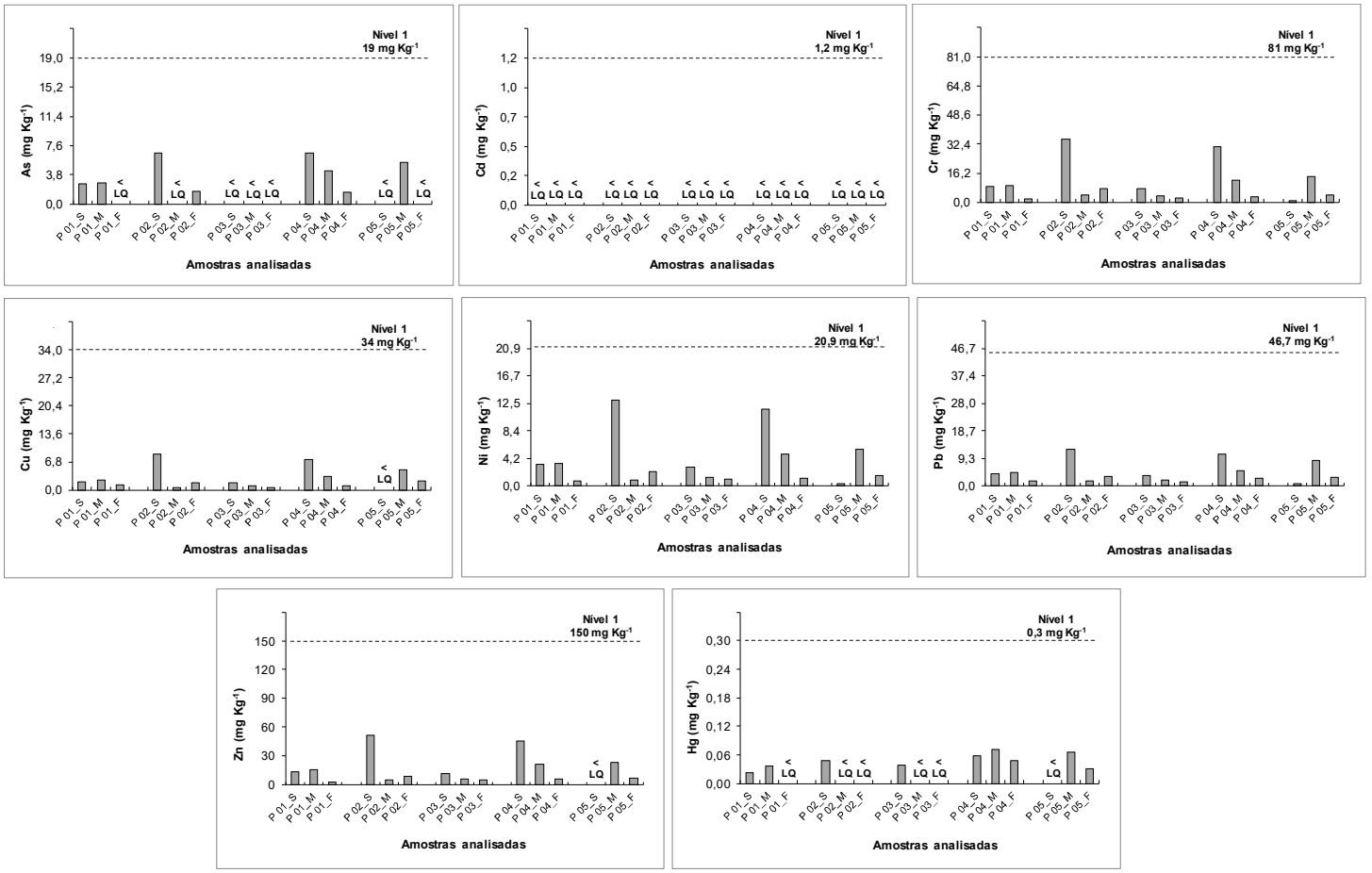
Tabela 8.1.74 - Concentrações de elementos traços Arsênio (As), Cádmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Chumbo (Pb), Zinco (Zn) e Mércurio (Hg) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12.

	Nível 1	Nível 2	P 01_S	P 01_M	P 01_F	P 02_S	P 02_M	P 02_F	P 03_S	P 03_M	P 03_F
As (mg Kg^{-1})	19	70	2,59	2,76	<LQM	6,65	<LQM	1,60	<LQM	<LQM	<LQM
Cd (mg Kg^{-1})	1,2	7,2	<LQM	<LQM	<LQM	<LQM	<LQM	<LQM	<LQM	<LQM	<LQM
Cr (mg Kg^{-1})	81	370	8,89	9,39	1,82	35,3	3,90	7,47	7,49	3,29	2,52
Cu (mg Kg^{-1})	34	270	2,05	2,45	1,25	8,76	0,68	1,71	1,70	0,96	0,69
Ni (mg Kg^{-1})	20,9	52	3,27	3,41	0,71	13,0	0,92	2,19	2,83	1,28	1,08
Pb (mg Kg^{-1})	46,7	218	4,14	4,49	1,57	12,4	1,50	3,12	3,53	1,88	1,47
Zn (mg Kg^{-1})	150	410	13,7	15,3	2,88	51,0	4,82	8,98	11,4	6,19	4,93
Hg (mg Kg^{-1})	0,30	1,00	0,02	0,04	< LQM	0,05	< LQM	< LQM	0,04	< LQM	< LQM

	Nível 1	Nível 2	P 04_S	P 04_M	P 04_F	P 05_S	P 05_M	P 05_F
As (mg Kg^{-1})	19	70	6,60	4,34	1,55	<LQM	5,37	<LQM
Cd (mg Kg^{-1})	1,2	7,2	<LQM	<LQM	<LQM	<LQM	<LQM	<LQM
Cr (mg Kg^{-1})	81	370	31,1	12,6	3,13	1,08	14,3	4,11
Cu (mg Kg^{-1})	34	270	7,47	3,28	0,98	<LQM	4,91	2,09
Ni (mg Kg^{-1})	20,9	52	11,7	4,83	1,21	0,36	5,56	1,52
Pb (mg Kg^{-1})	46,7	218	10,8	5,13	2,69	0,81	8,51	2,85
Zn (mg Kg^{-1})	150	410	46,0	21,5	5,29	<LQM	22,8	6,78
Hg (mg Kg^{-1})	0,30	1,00	0,06	0,07	0,05	< LQM	0,07	0,03

< LQM: inferior ao limite de quantificação do método.

Gráfico 8.1.64 - Distribuição da concentração de elementos metálicos e arsênio, nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12.



8.1.10.4.3.3 Contaminantes orgânicos

Procedimento analítico

As amostras de sedimentos foram recebidas pelo Laboratório de Geoquímica Orgânica e Poluição Marinha (LaGPoM) da UFPR, sendo analisadas quanto a presença de compostos organoclorados (pesticidas clorados e bifenilas policloradas - PCBs) e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs).

Os sedimentos foram processados conforme método analítico descrito em UNEP (1992) e Bícego et al. (2006). Aproximadamente 100g de sedimento foram secos em um liofilizador, desagregados utilizando almofariz e pistilo de porcelana, homogeneizados e armazenados em frascos de vidro. Durante as análises, aproximadamente 20 g de sedimento seco recebeu 100 □L de uma mistura de padrões subrogados para a determinação de compostos organoclorados (PCB 103 (C-103N) e PCB 198 (C-198N), AccuStandard, USA) e HPAs (naftaleno-d8, fenantreno-d10 e criseno-d12 (Z014-J), AccuStandard, USA). Posteriormente, foi extraído em aparato Soxhlet durante 8 h com 80 mL de n-hexano e diclorometano (1:1) (J. Baker, México). Os extratos foram concentrados a 4 mL em evaporador rotatório, separados em duas alíquotas 2 mL. Uma alíquota foi submetida à purificação por cromatografia de adsorção em coluna de alumina, com eluição de 15 mL de uma mistura 30% diclorometano em n-hexano para a obtenção da fração contendo os compostos organoclorados. A segunda alíquota do extrato foi purificada por cromatografia de adsorção em coluna de sílica e alumina, com eluição de 15 mL de uma mistura 30% diclorometano em n-hexano para a obtenção da fração contendo os HPAs. Ambos extratos resultantes foram concentrados a 500 μL.

Os PCBs e pesticidas organoclorados foram identificados e quantificados em um cromatógrafo a gás da Agilent Technologies 7890A equipado com detector de captura de elétrons 63Ni (GC-ECD) e injetor automático, conforme USEPA 8081b e USEPA 8082. A coluna capilar utilizada possuía as seguintes características: fase estacionária de 5% fenil-metil-siloxano, 30m de comprimento, 0,32 mm de diâmetro interno e 0,25 μm de espessura do filme. A injeção de 1 μL do extrato da amostra foi sem divisão de fluxo (splitless). A programação de temperatura do forno teve início em 100 ºC (1min) com aumento à taxa de 5 ºC min-1 até 140 ºC (1min), aumentando a 1,5 °C min-1 até 250 ºC (1min) e 10 °C min-1 até 300 oC permanecendo isotérmico por 5 min. A temperatura do injetor foi mantida a 300 ºC e do detector a 320 ºC. Hidrogênio e nitrogênio foram utilizados como gás de arraste

(pressão constante de 13,2 psi) e gás make-up (30 mL min-1), respectivamente (Combi et al., 2013).

As amostras de sedimento superficial foram analisadas para Alfa-HCH (BHC), Beta-HCH (BHC), Gama-HCH (BHC), Delta-HCH (BHC), DDT (somatório dos isômeros p,p'- e o,p-), DDE (somatório dos isômeros p,p'- e o,p-), DDD (somatório dos isômeros p,p'- e o,p-), dieldrin, endrin, Alfa-clordano, Gama-clordano e o somatório de 7 congêneres de PCBs (PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 e 180) em sua fração total, conforme na Tabela III do Anexo da Resolução Conama 454/12. A identificação dos pesticidas clorados e PCBs foi baseada nos tempos de retenção de padrões autênticos.

A quantificação foi realizada contra padrões externos através das curvas analíticas de cada analito e os padrões subrogados PCB103 e PCB198. A recuperação da metodologia foi avaliada utilizando 2,4,5,6-tetracloro-m-xileno (TCMX, M-8082-SS-10X, AccuStandard, USA) como padrão interno e o desempenho analítico através da análise de matrizes fortificadas com padrões, replicatas e brancos analíticos. A confirmação de alguns compostos encontrados foi realizada em um cromatógrafo a gás (Agilent GC System 7890A Series) acoplado a um espectrômetro de massa (GC-MS Agilent Mass Selective Detector 5973 Network).

Os HPAs foram analisados pela injeção de 1 μL da amostra em um cromatográfo a gás (Agilent GC System 7890A Series) acoplado a um espectrômetro de massa (GC-MS Agilent Mass Selective Detector Network). A coluna capilar utilizada possuía as seguintes características: fase estacionária de 5% fenil-metil-siloxano, 30 m de comprimento, 0,32 mm de diâmetro interno e 0,25 μm de espessura do filme.

A rampa da temperatura foi a seguinte: (1) 40 oC por 1 min, (2) 20 ^{o}C min-1 até 60 ^{o}C, (3) 5 ^{o}C min-1 até 290 ^{o}C, (4) 10 ^{o}C min-1 até 300 oC, e (5) isotérmico por 10 min. A temperatura do injetor foi mantida a 280 ºC no modo splitless (fluxo do split 50:1 após 1min). A linha de transferência foi mantida a 250 ºC e a fonte do detector a 190 ºC com energia de 70 ev. Foi utilizado He como gás carreador em um fluxo de 1,5mL min-1.

A análise foi feita no modo SIM (*System Ion Monitoring*), sendo registrados apenas os picos relacionados aos dois principais fragmentos (m/z), característicos de cada um dos compostos analisados. Os HPAs foram quantificados através da injeção de soluções de padrões externos, de massas conhecidas. Os picos obtidos no GC/MS foram integrados por um sistema de aquisição de dados (*HP Enhanced Chemstation 3365*), determinando o fator

de resposta, os tempos de retenção e a curva de calibração utilizando-se os padrões subrogados deuterados e padrões externos. A recuperação do método foi avaliada utilizando o benzo(b)fluoranteno-d12 (AccuStandard, USA) como padrão interno e o desempenho analítico através da análise de matrizes fortificadas com padrões, replicatas e brancos analíticos.

As amostras de sedimento foram analisadas para benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno, acenaftileno, acenafteno, antraceno, fenantreno, fluoranteno, fluoreno, 2-metilnaftaleno, naftaleno e pireno em sua fração total conforme na Tabela III do Anexo da Resolução Conama 454/12.

Resultados dos pesticidas organoclorados e PCBs nos sedimentos analisados

Os resultados dos 11 pesticidas organoclorados e o somatório de PCBs (7 congêneres) analisados nas amostras de sedimento estão expressos em μg kg-1 (peso seco de sedimento) na Tabela 8.1.75.

Os resultados indicaram que nenhuma das amostras de sedimento avaliadas apresentaram níveis dos pesticidas organoclorados e PCBs acima do valor limite para o nível 1 (água salina/salobra) da Resolução Conama 454/12.

As concentrações de PCBs totais (7 compostos) estiveram abaixo do limite de detecção do método (0,17 μg kg-1) nas amostras coletadas na área de estudo.

Em relação aos pesticidas organoclorados, apenas três compostos foram identificados. Os DDDs (o,p'-DDD + p,p'-DDD) foram detectados apenas nas amostras, P02_M e P05_S, com concentrações variando entre 0,14 e 0,16 μg kg-1 (média = 0,15 ± 0,01), Dieldrin foi detectado em 3 das 15 amostras analisadas com concentrações variando entre 0,06 e 0,54 μg kg-1 (média = 0,24 ± 0,21) e os DDTs (o,p'-DDT + p,p'-DDT) foram detectados apenas na amostras P03_F (0,07 μg kg-1). Todas as concentrações detectadas são inferiores ao Nível 1 para águas salina-salobras estabelecido pela Resolução Conama 454/12 (Gráfico 8.1.65 a Gráfico 8.1.67). Todos os resultados apresentados são consistentes uma vez que os limites de detecção do método estão próximos daqueles apresentados em diversos trabalhos desta natureza, as recuperações dos padrões estiveram entre 80 e 97% e a análise dos brancos não apresentou nenhum dos compostos organoclorados estudados.

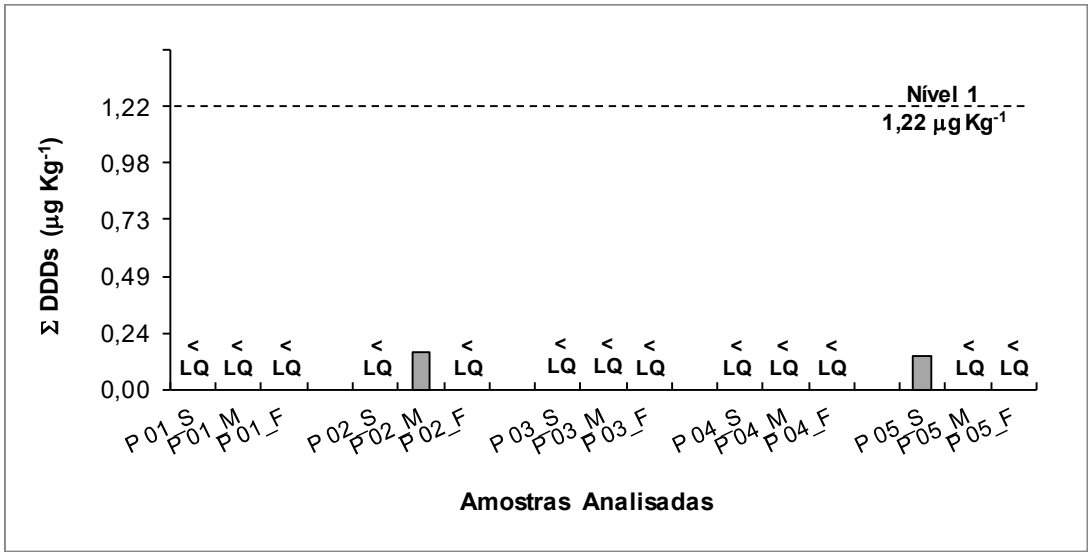


Gráfico 8.1.65 - Distribuição da concentração de DDDs totais nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12.

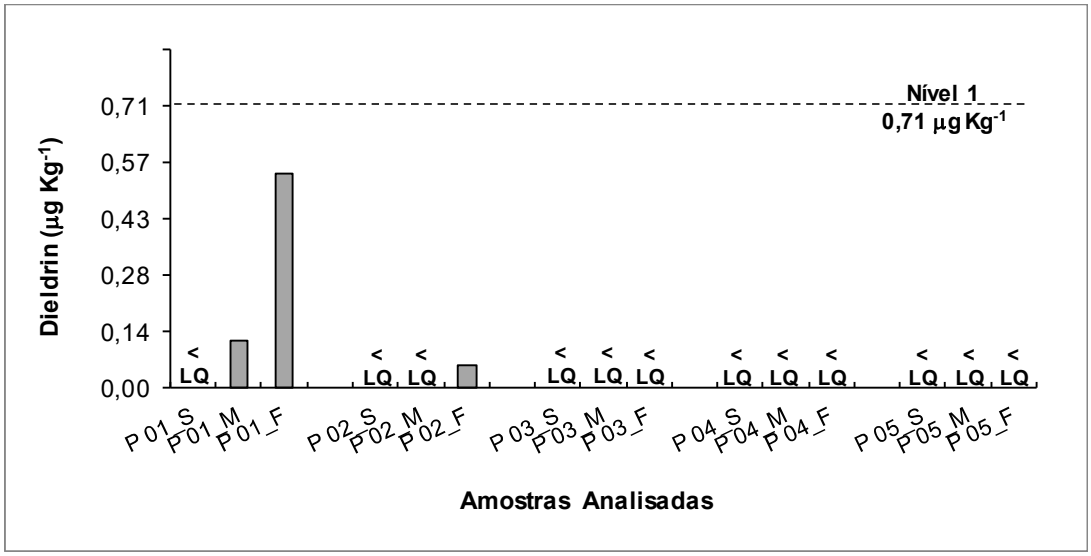


Gráfico 8.1.66 - Distribuição da concentração de Dieldrin nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12.

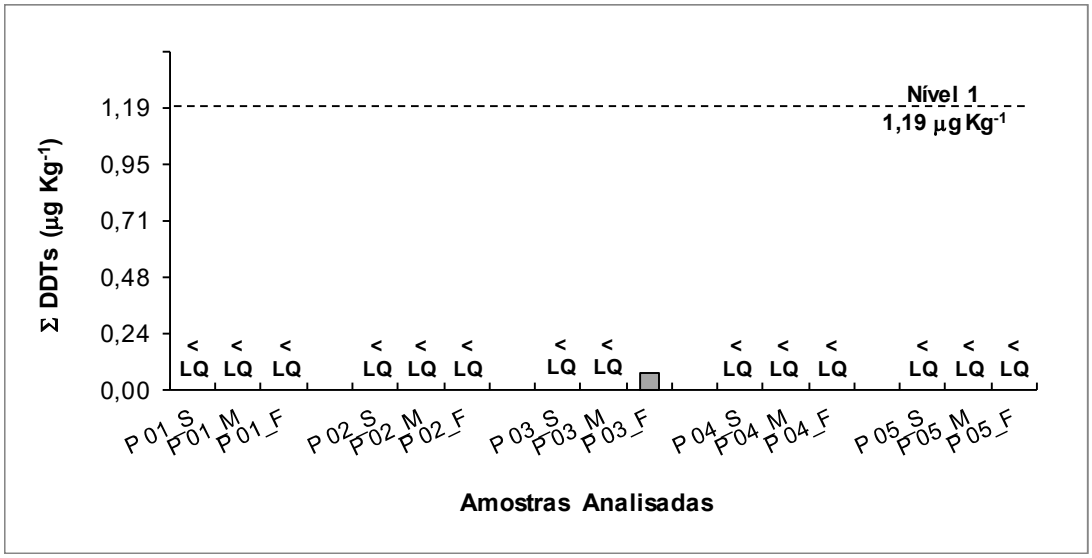


Gráfico 8.1.67 - Distribuição da concentração de DDTs nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12.

Tabela 8.1.75 - Concentração de pesticidas organoclorados e PCBs (□g kg-1) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12. O valor LDM indica o limite de detecção do método enquanto LQM indica o limite de quantificação do método. Valores sublinhados indica que estiveram acima do LDM, mas abaixo do LQM (não considerados na representação gráfica).

	LDM	LQM	Nível 1	Nível 2	P 01_S	P 01_M	P 01_F	P 02_S	P 02_M	P 02_F	P 03_S	P 03_M	P 03_F
BHC (Alfa-BHC)	0,04	0,13	0,32	0,99	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
BHC (Beta-BHC)	0,03	0,10	0,32	0,99	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
BHC (Delta-BHC)	0,06	0,20	0,32	0,99	< LD	< LD	0,15	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
BHC (Gama-BHC/Lindano)	0,03	0,10	0,32	0,99	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
Clordano (Alfa)	0,04	0,14	2,26	4,79	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
Clordano (Gama)	0,02	0,07	2,26	4,79	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
DDDs	0,03	0,10	1,22	7,81	< LD	0,06	< LD	< LD	0,16	0,05	< LD	0,03	0,06
DDEs	0,06	0,21	2,07	374	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
DDTs	0,02	0,06	1,19	4,77	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0,05	0,07
Dieldrin	0,02	0,05	0,71	4,30	< LD	0,12	0,54	< LD	< LD	0,06	< LD	< LD	< LD
Endrin	0,02	0,07	2,67	62,4	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
∑ 7PCBs	0,05	0,17	22,7	180	< LD	< LD	0,07	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD

	LDM	LQM	Nível 1	Nível 2	P 04_S	P 04_M	P 04_F	P 05_S	P 05_M	P 05_F
BHC (Alfa-BHC)	0,04	0,13	0,32	0,99	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
BHC (Beta-BHC)	0,03	0,10	0,32	0,99	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
BHC (Delta-BHC)	0,06	0,20	0,32	0,99	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
BHC (Gama-BHC/Lindano)	0,03	0,10	0,32	0,99	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
Clordano (Alfa)	0,04	0,14	2,26	4,79	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
Clordano (Gama)	0,02	0,07	2,26	4,79	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
DDDs	0,03	0,10	1,22	7,81	0,03	< LD	< LD	0,14	< LD	0,03
DDEs	0,06	0,21	2,07	374	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
DDTs	0,02	0,06	1,19	4,77	< LD	0,02	0,02	< LD	< LD	< LD
Dieldrin	0,02	0,05	0,71	4,30	0,04	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
Endrin	0,02	0,07	2,67	62,4	< LD	0,03	< LD	< LD	< LD	< LD
∑ 7PCBs	0,05	0,17	22,7	180	< LD	< LD	< LD	0,05	0,05	< LD

Resultados dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) nos sedimentos analisados

Os resultados dos 13 HPAs analisados nas amostras de sedimento estão expressos em µg kg-1 (peso seco de sedimento) na Tabela X5. As concentrações de HPAs totais variaram entre < LD a 23,3 µg kg-1 (P04_S), com média de 10,7 ± 6,9 nas amostras analisadas (Gráfico 8.1.68).

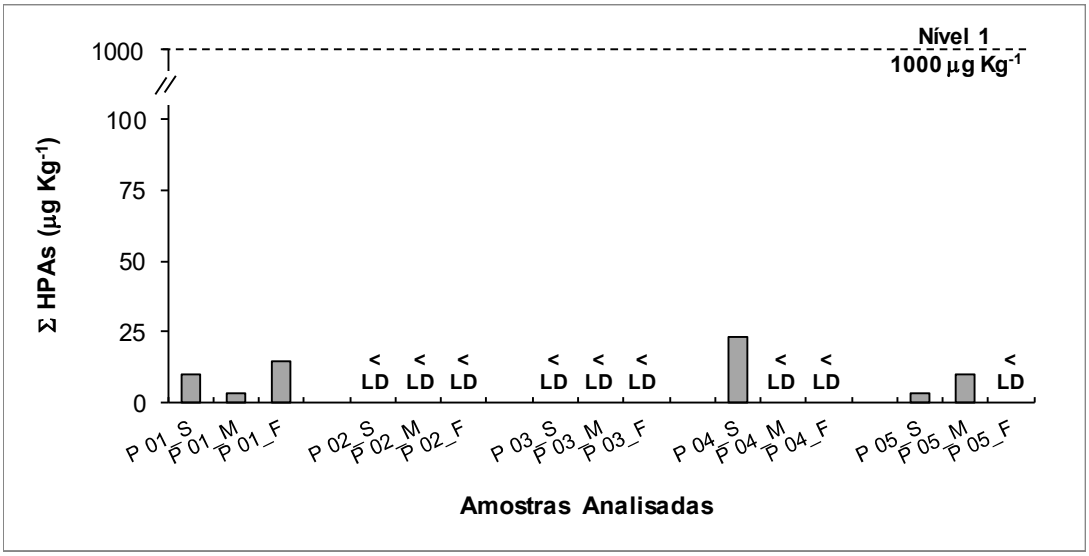


Gráfico 8.1.68 - Distribuição da concentração de HPAs totais nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores orientadores da Resolução Conama 454/12.

Os resultados demonstraram que não houve HPAs presentes em concentrações acima dos valores estabelecidos na Legislação CONAMA 454/2012 para os Níveis 1 e 2 de águas salina-salobras. Nas amostras onde HPAs foram detectados, os compostos estiveram próximos ao limite de detecção e quantificação do método analítico. Portanto as concentrações de HPAs totais não violaram o nível 1 da Resolução Conama 344/04.

Notar et al. (2001), ao analisar sedimentos de regiões costeiras do Golfo de Triestre (Mar Adriático), caracterizada por ser uma área portuária de intensa atividade industrial, estipulou que um sedimento pode ser considerado contaminado quando a HPAs totais atinge valores superiores a 500 µg kg-1, enquanto um sedimento moderadamente poluído apresenta concentrações entre 250 e 500 µg kg-1. Foi possível notar que os valores encontrados neste trabalho foram inferiores a estes limites estabelecidos.

Tabela 8.1.76 - Concentração de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (□g kg-1) nas amostras de sedimento dos testemunhos (P01_S a P05_F), em comparação com os valores para águas salina-salobras (Nível 1 e 2) da Resolução CONAMA 454/12. O valor LDM indica o limite de detecção do método enquanto LQM indica o limite de quantificação do método. Valores sublinhados indica que estiveram acima do LDM, mas abaixo do LQM

	LDM	LQM	Nível 1	Nível 2	P 01_S	P 01_M	P 01_F	P 02_S	P 02_M	P 02_F	P 03_S	P 03_M	P 03_F
naftaleno	0,76	2,50	160	2100	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
2-metilnaftaleno	0,84	2,80	70,0	670	2,21	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	1,63	< LD
acenaftileno	1,71	5,70	44,0	640	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
acenafteno	0,18	0,60	16,0	500	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
fluoreno	0,27	0,90	19,0	540	0,39	< LD	0,35	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
fenantreno	1,17	3,90	240	1500	1,87	< LD	2,31	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
antraceno	1,83	6,10	85,3	1100	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
fluoranteno	0,74	2,22	600	5100	1,51	0,91	2,82	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
pireno	0,71	2,13	665	2600	3,23	2,35	8,54	< LD	0,98	< LD	< LD	< LD	< LD
benzo(a)antraceno	0,65	1,95	74,8	693	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
criseno	0,38	1,14	108	846	0,61	< LD	0,49	< LD	0,47	< LD	< LD	< LD	< LD
benzo(a)pireno	0,66	1,99	88,8	763	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
dibenzo(a,h)antraceno	0,59	1,77	6,22	135	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
Soma dos HPAs	1,83	6,10	1000	3000	9,82	3,26	14,5	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD

	LDM	LQM	Nível 1	Nível 2	P 04_S	P 04_M	P 04_F	P 05_S	P 05_M	P 05_F
naftaleno	0,76	2,50	160	2100	18,1	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
2-metilnaftaleno	0,84	2,80	70,0	670	1,89	< LD	1,17	< LD	1,75	< LD
acenaftileno	1,71	5,70	44,0	640	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
acenafteno	0,18	0,60	16,0	500	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
fluoreno	0,27	0,90	19,0	540	0,29	< LD	< LD	< LD	0,48	< LD
fenantreno	1,17	3,90	240	1500	1,63	< LD	< LD	1,62	2,08	< LD
antraceno	1,83	6,10	85,3	1100	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
fluoranteno	0,74	2,22	600	5100	0,84	< LD	< LD	< LD	1,52	< LD
pireno	0,71	2,13	665	2600	< LD	< LD	< LD	1,69	3,36	0,90
benzo(a)antraceno	0,65	1,95	74,8	693	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
criseno	0,38	1,14	108	846	0,58	< LD	< LD	< LD	0,66	0,43
benzo(a)pireno	0,66	1,99	88,8	763	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
dibenzo(a,h)antraceno	0,59	1,77	6,22	135	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
Soma dos HPAs	1,83	6,10	1000	3000	23,3	< LD	< LD	3,31	9,85	< LD

.

Pode-se dizer que os valores obtidos nas amostras na área de estudo são comparáveis aqueles verificados em áreas sob mínima influência antrópica, a citar, Baia do Almirantado, Antártica (< 450 μg kg-1) (Martins et al., 2010), Lago Qinghai, no Plato Tibetano, China (< 300 μg.kg-1) (Wang et al., 2010) ou ainda, Baia das Laranjeiras, PR (4 – 89 μg.kg-1) (Martins et al., 2012).

O LDM ficou entre 0,18 (acenafteno) e 1,83 μg kg-1 (antraceno), com média de 0,81 ± 0,48. Os valores de LDM obtidos nesse trabalho são inferiores ou compatíveis com aqueles reportados por outros trabalhos. Por exemplo, Damas *et al*. (2009) encontraram valores variando de 1,7 a 4,6 μg kg-1 enquanto Helaleh *et al*. (2005) encontrou valores de 1,3 a 4,3 μg kg-1 para os HPAs estudados.

A recuperação média dos padrões subrogados foi de 86 ± 15% e a análise dos brancos não apresentou nenhum dos HPAs estudados.

Os resultados de controle de qualidade são consistentes uma vez que os limites de detecção do método e as recuperações são próximas daqueles apresentados em diversos trabalhos desta natureza, atestando a confiabilidades dos resultados.

A possível ausência ou baixos de níveis de HPAs na área estudada pode ser interpretada com base em estudos pretéritos.

Soares et al. (2012) verificaram concentrações de HPAs totais variando entre < LDM a 10,4 μg Kg-1 em amostras de 10 perfis sedimentares na região da Ponta do Poço e entre < LDM a 5,73 μg Kg-1 nas amostras superficiais ao longo do canal de acesso a esta região. Os resultados demonstraram que não houve HPAs presentes em concentrações acima dos valores estabelecidos na Legislação Conama 454/12 para o nível 1 (águas salina-salobras), sendo que na maioria dos pontos analisados, os compostos estiveram abaixo do limite de detecção do método.

Desta maneira, é possível conclui que é remota, a possibilidade de contaminação por HPAs nos sedimentos superficiais e no pacote sedimentar da área estudada.

8.1.10.4.3.4 Considerações finais sobre a qualidade dos sedimentos analisados

Com base nas análises químicas realizadas (teor de carbono orgânico total, concentrações de nitrogênio e fósforo totais, elementos metálicos, pesticidas organoclorados, PCBs, HPAs), e na comparação dos níveis com estudos pretéritos, pode-se dizer que a área de estudo não apresenta contaminação frente aos parâmetros analisados.

Os pesticidas organoclorados foram detectados em um número baixo de amostras analisadas, restrito aos compostos Dieldrin, DDTs e DDDs, este último, um produto metabólico do DDT, um pesticida utilizado no passado. Quando foram detectados, os níveis obtidos estiveram abaixo daqueles estabelecidos pela Resolução Conama 454/12. Os PCBs não foram detectados na área de estudo.

Assim como verificado para os pesticidas organoclorados e PCBs, os HPAs apresentaram concentrações baixas em relação aos níveis estabelecidos pela Resolução Conama 454/12 e comparáveis a ambientes prístinos.

Estes resultados podem ser justificados em função de dois fatores primordiais.

(i) a distância da área de estudo em relação às principais fontes de contaminantes orgânicos descritas para o litoral do estado do Paraná a citar, como as atividades industriais, portuárias e de ocupação urbana, desenvolvidas na porção mais interiorana do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), em particular no entorno da cidade de Paranaguá;
(ii) a hidrodinâmica da região, onde há trocas intensas de água em função das baixas profundidades e regime de maré, o que dificulta a sedimentação e acumulação de compostos orgânicos dispersos na coluna d'água;
(iii) o tipo de sedimento verificado da área de estudo, com proporção relativamente baixa de constituintes mais finos (silte e argila).

A adsorção de contaminantes orgânicos está intimamente relacionada com o teor de carbono orgânico e a distribuição granulométrica dos sedimentos, ou seja, quanto maior a proporção de finos (silte e argila) e carbono, maior a capacidade de reter matéria orgânica e, consequentemente, contaminantes como os HPAs, PCBs e pesticidas organoclorados (Kowalska et al., 1994, Kubicki e Apitz, 1999). Assim, as baixas porcentagens relativas de frações finas de sedimento e de carbono orgânico contribuem para a ausência da acumulação de compostos orgânicos.

Quanto aos contaminantes metálicos e As, as baixas concentrações estão de acordo com estudos pretéritos, e podem ser atribuídas, principalmente, a dois fatores:

(i) ausência de fontes destes contaminantes metálicos na área estudada;
(ii) a dispersão e diluição associada à intensa dinâmica hídrica e sedimentar da região, aliada ao tipo de sedimento pouco favorável ao acúmulo destes elementos.

8.1.11 Modelagens de Diagnóstico da Hidrodinâmica, do Transporte de Sedimentos, e de Ondas

Este documento apresenta a modelagem matemática ambiental de diagnóstico da circulação hidrodinâmica, da evolução morfológica do fundo, e do comportamento geral das ondas na região de interesse do empreendimento em questão, localizado na região do Porto de Paranaguá. Esses estudos, posteriormente, darão base para a análise prognóstica dos impactos ambientais decorrentes da ampliação desse porto. Na análise prognóstica serão realizadas simulações da variação da linha de costa e dos possíveis impactos das dragagens que deverão ocorrer em função das ampliações do Porto de Paranaguá.

A estimativa de perturbações na hidrodinâmica em corpos hídricos, provocadas por mudanças na morfologia do fundo, requer o conhecimento de características da circulação observada em toda a área de interesse e da geometria de fundo em sua forma atual. Também é necessário o conhecimento das forçantes que regem o comportamento das correntes e as possíveis modificações da geometria do fundo.

Nesse contexto, são avaliados períodos típicos de inverno e verão com duração de um ciclo de maré (nesse estudo considerada como 29,25 dias). Assim, podem ser colocados como objetivos deste estudo o que se segue:

- Modelar a atual circulação hidrodinâmica da baía de Paranaguá, o que dará o subsídio necessário para avaliar o transporte de sedimentos;
- Modelar o atual transporte de sedimentos através da evolução morfológica do fundo, o que permite estimar as ordens de grandeza dos processos de erosão e deposição na área de interesse;
- Analisar o comportamento das ondas geradas pelo vento e sua possível influência sobre a área de interesse.

Na sequência é apresentada uma caracterização geral da Baía de Paranaguá, uma descrição do sistema de modelos utilizado, a forma de implementação dos modelos, resultados das simulações e considerações finais relacionadas às modelagens.

É importante mencionar que a modelagem matemática não é uma ciência exata. Existem simplificações na definição dos processos dominantes para a modelagem, como imprecisões em função da discretização da região de estudo e incertezas nas condições de contorno. As imprecisões podem ser reduzidas através da calibração do modelo, processo para o qual são necessários dados medidos após a construção do empreendimento, e ainda através da utilização de métodos de elevada ordem e altas resoluções. Os resultados, mesmo em casos sem calibração (no caso dos prognósticos), permitem análises de processos dominantes e de ordens de grandeza das variáveis calculadas, uma vez que o intuito é ter prognóstico sobre a distribuição temporal e espacial das variáveis de interesse. Portanto, valores provenientes de simulações matemáticas devem ser contextualizados como aproximados e preliminares, e servir como suporte técnico para a gestão ambiental e tomada de decisões.

8.1.11.1 Características oceanográficas gerais do Complexo Estuarino Paranaguá

Geograficamente, o CEP (Complexo Estuarino Paranaguá) faz parte da plataforma continental sudeste que se estende do Cabo de São Tomé (RJ) ao Cabo de Santa Marta (SC), cuja linha costeira está orientada praticamente na direção SW-NE, entre as latitudes aproximadas de 20º e 30ºS e as longitudes de 40º e 50ºW (Camargo, 1998). A região é composta por dois eixos principais: o eixo E-W e o eixo NNE-SSW, com conexão das baías ao oceano através dos canais da Galheta, Norte e Superagüi. Este estuário abrange uma superfície líquida de 612 km^2 e volume da ordem de $2x10^9$ m^3 (Lana *et al*., 2001) e é caracterizado geomorfologicamente como um estuário de planície costeira, com deltas de maré em sua desembocadura (Mantovanelli, 1999). A área do CEP é apresentada na Figura 8.36.

No CEP, a hidrodinâmica é governada principalmente pelas correntes de maré, descarga de água dos rios afluentes, que drenam as bacias hidrográficas da serra do mar, além da circulação provocada pelo vento.

De acordo com Ribas (2004), a maré na Baía de Paranaguá é predominantemente semi-diurna com desigualdades diurnas. As componentes mais importantes da maré astronômica

são as semi-diurnas M2 e S2, que juntas representam cerca de 50% da altura da maré; as componentes M3, M4, MN4 e MS4 têm grande influência no comportamento da onda de maré da baía. Da desembocadura à cabeceira da baía, verifica-se uma amplificação da altura de maré, um incremento na assimetria das correntes, além de um aumento na amplitude das constituintes de águas rasas da onda de maré gerado pelas interações não lineares da onda com os limites do corpo estuarino (Camargo, 1998; Marone e Jamiyanaa, 1997). Esta amplificação da maré em direção à cabeceira resulta da característica hipersíncrona do estuário, onde o efeito da convergência excede ao atrito (Mantovanelli, 1999), sendo basicamente controlada por ressonância, que depende da frequência de oscilação da onda de maré e do comprimento do estuário (Camargo, 1998).

Na ausência de efeitos meteorológicos significativos, a circulação no complexo estuarino da Baía de Paranaguá é dominada pelos efeitos da maré. De acordo com Knoppers *et al*. (1987), o atraso na ocorrência das marés alta e baixa aumenta progressivamente conforme se caminha estuário adentro – as marés alta e baixa em Antonina ocorrem com até 1,5 horas de atraso em relação à ocorrência no canal da Galheta. Durante as marés de sizígia, as alturas variam desde 1,7 m na embocadura da baía até aproximadamente 2,7 m em Antonina (Marone *et al.* 1997); nas marés de quadratura, as alturas se reduzem a menos de 80% dos valores de maré de sizígia, permitindo a formação de até seis eventos diários de maré alta e baixa (Marone *et al.*, 1994). Essas interações são decorrentes da advecção e fricção no interior da baía e geram componentes não astronômicos, aumentando no sentido da embocadura para o interior da baía.

Marone *et al.* (1995), relata que as máximas correntes de maré geradas em situações de sizígia são da ordem de 0,8 m/s na enchente e de 1,10 m/s na vazante. Essas intensidades de corrente ocorrem principalmente no canal da Galheta, onde se observa um estrangulamento na geometria da área. Conforme Camargo (1998), informações baseadas em dados de corrente, coletados por fundeios e por instrumentos acústicos, mostram que as correntes de vazante são em média 10% a 15% mais intensas que as correntes enchentes; ele conclui que isso se deve ao atrito lateral e de fundo, e que aumentam em direção à cabeceira do estuário.

8.1.11.2 O modelo SisBaHiA®

Os modelos utilizados no desenvolvimento deste trabalho fazem parte do SisBaHiA® - **Sis**tema **Ba**se de **Hi**drodinâmica **A**mbiental, desenvolvido pela COPPE/UFRJ. O SisBaHiA® é um sistema profissional de modelos computacionais registrado pela Fundação

COPPETEC, órgão gestor de convênios e contratos de pesquisa do COPPE/UFRJ – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Dentre os modelos que compõem o SisBaHiA®, serão utilizados nesse estudo o modelo de circulação hidrodinâmica bidimensional, o modelo de evolução morfológica (transporte de sedimentos) e o modelo de geração de ondas.

Todas as simulações foram realizadas utilizando as versões bidimensionais dos modelos, ou seja, foram consideradas variações nas duas direções horizontais, com integrações na direção vertical. A modelagem bidimensional permite observar variações espaciais nos resultados, o que, ao mesmo tempo em que torna a resolução do problema mais complexa, também fornece resultados de melhor qualidade.

Desde 1987, o SisBaHiA® encontra-se continuamente sendo ampliado e aperfeiçoado através de várias teses de mestrado e doutorado, além de projetos de pesquisa. O sistema já foi adotado em mais de cem estudos e projetos envolvendo modelagem de corpos de água naturais e artificiais, dentre eles reservatórios, estuários e baías, sendo bastante respeitado nessas aplicações.

São descritos, na sequência, os modelos hidrodinâmico, de evolução morfológica (transporte de sedimentos) e de geração de ondas. Toda a descrição tem como base os textos da referência técnica e do manual do modelo disponíveis em http://www.sisbahia.coppe.ufrj.br/.

8.1.11.2.1 Modelo de circulação hidrodinâmica

O modelo de circulação hidrodinâmica 2DH (bidimensional) do SisBaHiA® considera forçantes barotrópicos, e foi desenvolvido para corpos de água nos quais efeitos de densidade variável possam ser desprezados, sendo capaz de desenvolver uma ótima representação de escoamentos em domínios naturais com geometria complexa. Processos de calibração são minimizados devido ao fato da discretização espacial via elementos finitos quadráticos permitir um bom mapeamento de corpos de água, e ótima representação de contornos recortados e batimetrias complexas – usuais em corpos de água.

No desenvolvimento de um sistema neste contexto, uma série de atributos de modelagem deve ser incorporada aos modelos à medida que estes são continuamente desenvolvidos. Isso inclui características necessárias à modelagem adequada de diversos corpos de água

naturais, facilidades para exibição dos resultados, características que aumentem a confiabilidade e aceitação dos modelos, e que permitam que estes sejam aperfeiçoados e adaptados para estudos futuros, ou otimizados para estudos específicos. Os seguintes atributos podem ser considerados no continuado desenvolvimento do SisBaHiA®:

A estratégia de discretização espacial é otimizada para corpos de água naturais, pois permite excepcional detalhamento de contornos recortados e batimetrias complexas. A discretização espacial é preferencialmente feita via elementos finitos quadrangulares biquadráticos, mas pode igualmente ser feita via elementos finitos triangulares quadráticos ou combinação de ambos. Tal método de discretização espacial é potencialmente de quarta ordem.

Tensões e difusividades turbulentas são modeladas de uma maneira que torne a calibragem dos modelos diretamente relacionada a variáveis naturais. O emprego de esquemas auto-ajustáveis para a turbulência em escala sub-malha minimiza a necessidade de calibragem. A modelagem da turbulência é baseada em técnicas de filtragem que levam à simulação de grandes vórtices, ou vórtices resolvíveis. Tal técnica é conhecida na literatura internacional como *LES,* sigla de *Large Eddy Simulation*.

O modelo hidrodinâmico admite especificação pontual do tipo de material de fundo, e usa interpolação biquadrática para valores de profundidade e rugosidade equivalente do fundo, permitindo ótima acurácia na representação física do leito. Além disso, permite que o atrito no fundo seja variável no tempo e no espaço. Tal realismo é extremamente relevante para simulações de escoamentos em rios e reservatórios.

O modelo de circulação hidrodinâmica 2DH (bidimensional) do SisBaHiA® calcula campos de velocidades promediadas na vertical, 2DH, sendo usado se o interesse estiver voltado para regiões nas quais as acelerações advectivas ao longo da coluna de água sejam pouco relevantes.

Várias opções para resultados de formato gráfico estão incluídas no SisBaHiA®. Entretanto, o resultado dos modelos pode ser exportado e usado em qualquer programa gráfico. Os modelos são baseados em esquemas numéricos bem estabelecidos, para garantia de validade e aceitação. A seguir descrevem-se em detalhes aspectos relativos ao módulo promediado na vertical (2DH) do modelo hidrodinâmico do SisBaHiA®.

Para cada intervalo de tempo, o módulo 2DH determina as componentes das velocidades médias na vertical, na direção *x* e *y*, *U*(x, y, t) e *V*(x, y, t), respectivamente, e as elevações da superfície livre, *z*= ζ(*x*, *y*, t). As componentes da velocidade resolvível, média na vertical, podem ser definidas como:

$$U(x,y,t)=\frac{1}{H}\int_{-h}^{\zeta}u(x,y,z,t)dz \quad , \quad V(x,y,t)=\frac{1}{H}\int_{-h}^{\zeta}v(x,y,z,t)dz$$

Considerando esta definição e supondo uma batimetria permanente durante o período de simulação, i.e., *z* = –*h*(*x*, *y*), a equação da continuidade, ou imposição da condição de escoamento incompressível pode ser reescrita para um escoamento 2DH integrado ao longo da vertical, como segue:

$$\frac{\partial\zeta}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\int_{-h}^{\zeta}udz+\frac{\partial}{\partial y}\int_{-h}^{\zeta}vdz=\underbrace{q_P-q_E\pm q_I}_{\Sigma q} \quad \therefore \quad \frac{\partial\zeta}{\partial t}+\frac{\partial UH}{\partial x}+\frac{\partial VH}{\partial y}=\Sigma q$$

Vale lembrar que os termos que compõem Σ*q* podem resultar diretamente de condições de contorno apropriadas na superfície livre e no fundo.

- Equação de quantidade de movimento 2DH para um escoamento integrado na vertical, na direção *x*:

$$\frac{\partial U}{\partial t}+U\frac{\partial U}{\partial x}+V\frac{\partial U}{\partial y}=-g\frac{\partial\zeta}{\partial x}+\frac{1}{\rho_o H}\left(\frac{\partial(H\overline{\tau}_{xx})}{\partial x}+\frac{\partial(H\overline{\tau}_{xy})}{\partial y}\right)+\frac{1}{\rho_o H}\left(\tau_x^S-\tau_x^B\right)$$
$$+2\Phi\,\mathrm{sen}\,\theta V-\frac{U}{H}\Sigma q$$

- Equação de quantidade de movimento 2DH para um escoamento integrado na vertical, na direção *y*:

$$\frac{\partial V}{\partial t}+U\frac{\partial V}{\partial x}+V\frac{\partial V}{\partial y}=-g\frac{\partial\zeta}{\partial y}+\frac{1}{\rho_o H}\left(\frac{\partial(H\overline{\tau}_{xy})}{\partial x}+\frac{\partial(H\overline{\tau}_{yy})}{\partial y}\right)+\frac{1}{\rho_o H}\left(\tau_y^S-\tau_y^B\right)$$
$$-2\Phi\,\mathrm{sen}\,\theta U-\frac{V}{H}\Sigma q$$

Nas duas equações anteriores, τ_i^S e τ_i^B são as tensões de atrito na superfície livre e no fundo, respectivamente. Essas tensões surgem das condições de contorno dinâmicas na superfície livre e no fundo, quando os termos relativos às tensões nas equações, são integrados ao longo da vertical. ρ_o é uma densidade constante de referência e Φ é a velocidade angular de rotação da Terra no sistema de coordenadas local. Os termos com Φ são as forças de Coriolis, no qual θ é o ângulo de Latitude. As acelerações de Coriolis apresentadas nessas equações consideram apenas o efeito devido às componentes horizontais do campo de escoamento, já que a componente vertical do campo de velocidades é desprezível em escoamentos de grande escala em corpos de água relativamente rasos.

Como é usual em modelos de escoamento com superfície livre, o atrito na superfície livre devido ao vento também é escrito em termos de uma formulação de velocidade quadrática: $\tau_i^S = \rho_{ar} C_D W_{10}^2 \cos\phi_i$; [i = 1,2] onde ρ_{ar} é a densidade do ar, C_D é o coeficiente de arraste do vento, W_{10} é o valor local da velocidade do vento medida a 10 metros acima da superfície livre, e ϕ_i é o ângulo entre o vetor de velocidade do vento local e a direção x_i. O coeficiente de arraste do vento, C_D, pode ser determinado a partir de uma série de fórmulas empíricas. A fórmula adotada no SisBaHiA® é a apresentada por Wu em 1982: $C_D = (0.80 + 0.065 W_{10}) \times 10^{-3}$; [W_{10} em m.s^{-1}].

A tensão de atrito no fundo é calculada através da seguinte expressão: $\tau_i^B = \rho_o \beta U_i$ [i = 1,2]

onde o parâmetro β é dado por $\beta = \frac{g}{C_h^2}\sqrt{U^2 + V^2}$, onde C_h é o coeficiente de Chézy, definido como: $C_h = 18\log_{10}\left(\frac{12H}{2\varepsilon}\right) = 18\log_{10}\left(\frac{6H}{\varepsilon}\right)$, e 2ε é a altura da rugosidade equivalente do fundo, sendo ε a amplitude.

Utilizando o modelo de turbulência baseado na técnica de filtragem para um escoamento promediado na vertical chega-se a:

$$\frac{\overline{\tau}_{ij}}{\rho_o} = \underbrace{\frac{\Lambda_k^2}{24}\left(\left|\frac{\partial U_i}{\partial x_k}\right|\frac{\partial U_j}{\partial x_k} + \frac{\partial U_i}{\partial x_k}\left|\frac{\partial U_j}{\partial x_k}\right|\right)}_{\text{termos de filtragem}} + \underbrace{\left(D_H + D_V\right)\left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i}\right)}_{\text{difusão turbulenta e dispersão horizontal de momentum}},$$

onde, como no caso anterior, i, j = 1,2 e k = 1, 2, e 3, com k = 3 correspondendo ao tempo t (neste contexto $x_3 = t$). Os parâmetros $\Lambda_k = \alpha_k \Delta x_k$ são escalas de largura de filtragem local na dimensão x_k, sendo α_k constantes de calibração. O valor de α_k calibra a quantidade de dissipação dada pelos termos de filtragem. Valores usuais para α_k estão entre 0,25 e 2,0, e na maioria das vezes o valor 1,0 fornece bons resultados. D_H é o coeficiente de viscosidade turbulenta, promediado na vertical, no plano horizontal, e D_V é o coeficiente de dispersão horizontal da quantidade de movimento.

8.1.11.2.2 Modelo de transporte de sedimentos e evolução morfológica do fundo

O modelo hidrodinâmico com fundo móvel faz o balanço de massa de sedimentos no fundo, calculando ao longo do tempo o transporte de sedimentos devido à ação dos agentes hidrodinâmicos. É possível determinar as alterações na superfície do fundo, ou seja, considerar o fundo móvel e assim, fazer uma avaliação da evolução. Considerando S_F a posição do fundo, teremos: $S_F \equiv z + h(x, y, t) = 0$, onde h (x, y, t) é a posição do fundo. Alterando a batimetria, as demais caraterísticas hidráulicas do trecho serão modificadas.
Para uma determinada granulometria de sedimentos, o processo de erosão e transporte, bem como de assoreamento, depende da *tensão crítica de mobilidade,* τ_c. Valores da tensão de arrasto no leito, τ_o, acima deste valor crítico podem promover a erosão e transporte de grãos enquanto que, para valores inferiores a esta tensão, os grãos permanecem imóveis, ou, se em movimento, tenderão a se depositar.

As tensões críticas de mobilidade para diferentes granulometrias de sedimentos não coesivos são obtidas através do diagrama de Shields apresentado na Figura 8.81. A curva no diagrama representa o valor crítico do parâmetro de Shields, Ψ_c, a partir do qual se calcula a tensão crítica no fundo, τ_c, para a qual o grão de sedimento passaria a ter mobilidade.

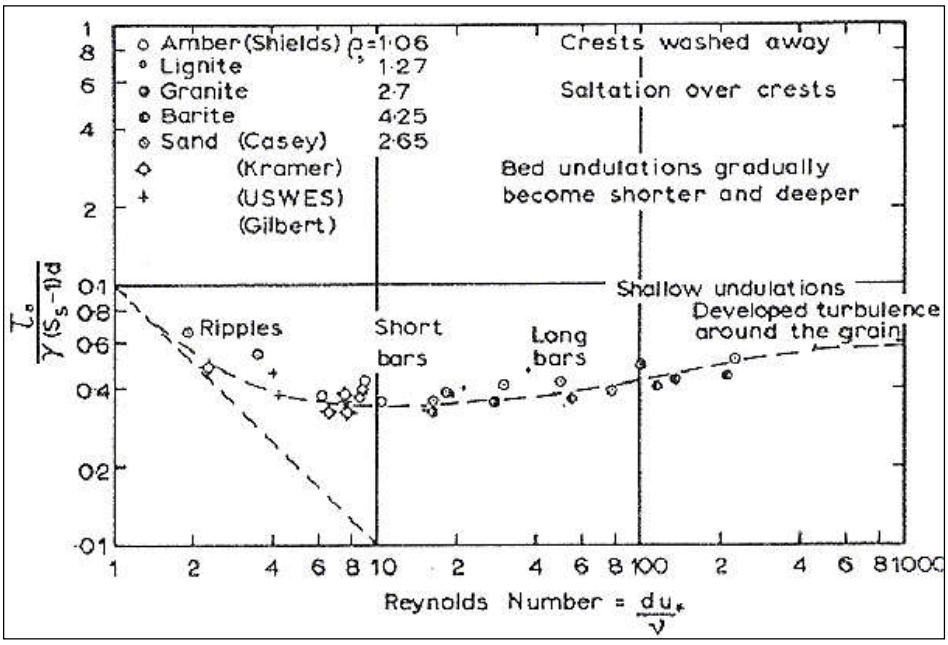


Figura 8.81 - Diagrama de Shields tradicional (Rosman, 2016).

Para o caso de sedimentos predominantemente arenosos, é possível estabelecer um critério de mobilidade. Usualmente este critério baseia-se no parâmetro de Shields, Ψ:

$$\Psi = \frac{u_*^2}{g(S_s-1)d} = \frac{\tau_o}{\gamma_a(S_s-1)d} = f\left(\frac{d\,u_*}{\nu}\right)_{R_*} \quad ; \quad S_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_a}$$

Onde τ_o é a tensão de arrasto no leito, γ_s é o peso específico do grão, γ_a é o peso específico da água ($g\rho_o$) , g é a aceleração da gravidade, ρ_o é a massa específica da água, d é o diâmetro do grão, u^* é a velocidade de atrito no leito e v é viscosidade cinemática da água. O termo entre parêntesis, R^*, é também conhecido como *Número de Reynolds* do grão; o Diagrama de Shields relaciona o parâmetro de Shields, Ψ, e o número de Reynolds do grão, R^*.

A aplicação do critério de transporte de sedimentos baseado no parâmetro de Shields consiste na comparação entre a tensão de arrasto no fundo, τ_o, causada pelos agentes hidrodinâmicos, em um dado local e a tensão crítica para os sedimentos no mesmo local, τ_c. Teoricamente, se τ_o for maior que τ_c admite-se que os sedimentos no local são mobilizados e transportados pelas correntes, caso contrário os sedimentos permanecem em repouso ou tendem a se depositar se estiverem sendo transportados.

Como o emprego do tradicional Diagrama de Shields acarreta em um processo iterativo, apresenta-se, na Figura 8.82, um diagrama modificado, no qual a tensão crítica pode ser obtida diretamente a partir da caracterização do sedimento e da água. A Figura 8.83 apresenta um gráfico exemplificando de valores de τ_c calculados para água doce ($\rho = 998$ kg/m^3) com sedimentos com diâmetros em unidades ϕ.

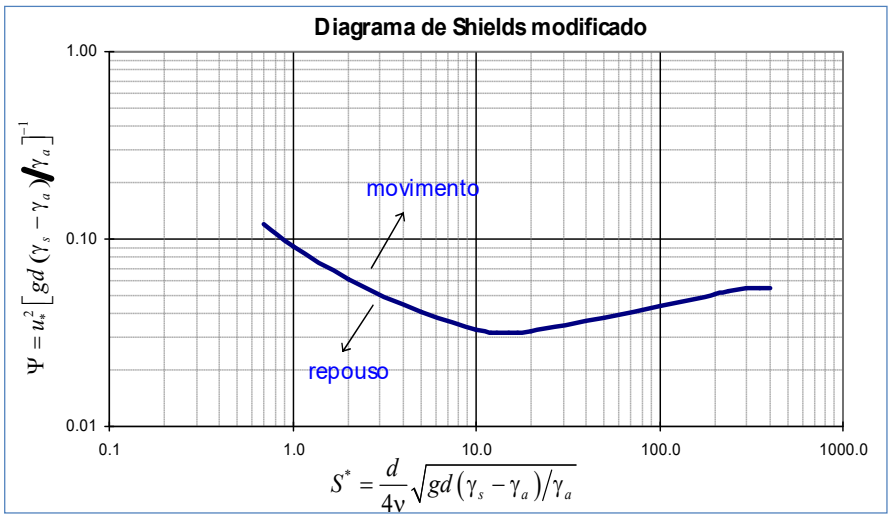


Figura 8.82- Diagrama de Shields modificado, no qual a tensão crítica $\tau_c = (u_*/\rho_o)$, pode ser obtida diretamente das características do sedimento e da água.

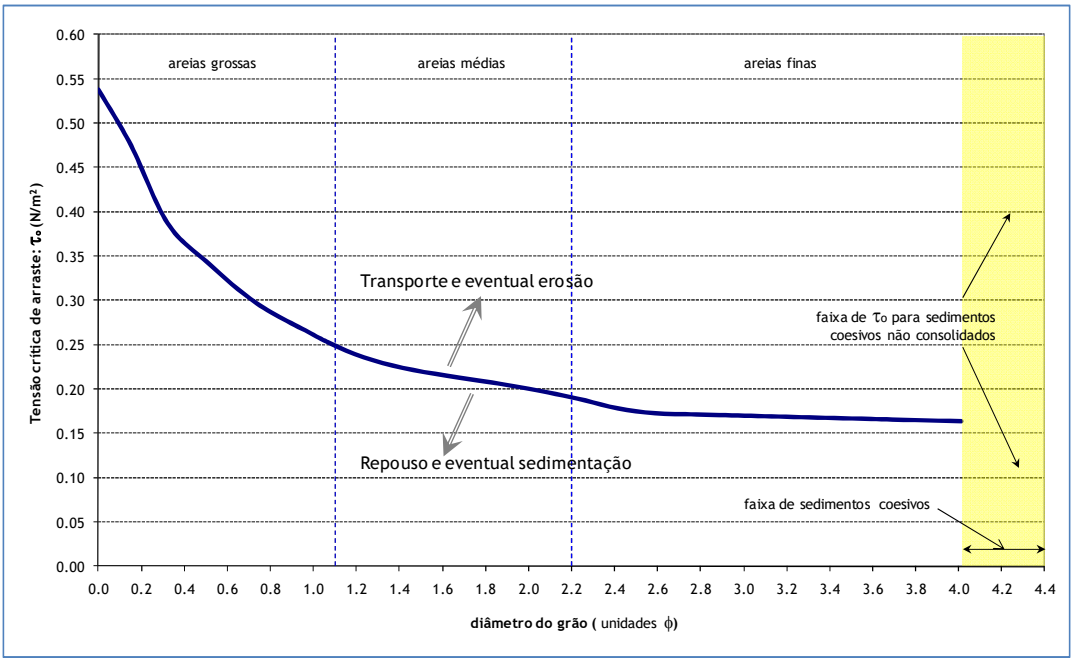


Figura 8.83 - Tensão crítica para mobilidade, τ_c, calculada pelo diagrama de Shields modificado. No caso considerou-se água salgada com ρ_o = 1025 kg/m³, ν = 1.19E–6 m²/s e sedimentos com massa específica ρ_s = 2650 kg/m³. Unidades ϕ =– ln(*d* [mm])/ln(2).

Como dito anteriormente, o método mais usado para verificar a ocorrência de transporte de sedimentos, ou transporte sólido, é baseado na diferença entre a tensão exercida no fundo pelo escoamento, τ_o, e a tensão crítica de mobilidade do sedimento, τ_c. As tensões críticas de mobilidade para diferentes granulometrias de sedimentos não coesivos são obtidas através do diagrama de Shields apresentado na Figura 8.82. A curva no diagrama representa o valor crítico do parâmetro de Shields, Ψ_c, a partir do qual se calcula a tensão crítica no fundo, τ_c, para a qual o grão de sedimento passaria a ter mobilidade.

Na natureza o limite para o movimento incipiente não é bem definido, pois os sedimentos apresentam diversas irregularidades de forma e tamanho. Assim, deve-se interpretar o valor de Ψ_c como um valor de probabilidade 50% de ocorrer movimento ou não, havendo uma faixa de incerteza com tolerância α. De fato, como se observa na Figura 8.81, há uma nuvem de pontos no entorno da linha pontilhada que define Ψ_c. Deste modo, ao invés de um valor crítico preciso, há uma faixa de movimento incipiente definida por $\Psi_c \pm \alpha$.

Para incorporar este efeito probabilístico, define-se um fator de tolerância α de modo que, para um dado tamanho de grão em um dado tempo:

- Se a tensão no fundo exercida pelo escoamento, τ_o, for tal que $\Psi/\Psi_c < (1 - \alpha)$, o modelo considera que certamente não há condições de erosão ou transporte. No caso, se no local houver sedimentos em transporte, estes se depositariam, e os sedimentos em repouso assim permaneceriam.
- Contrariamente, se ocorrer τ_o de modo que $\Psi/\Psi_c > (1 + \alpha)$, o modelo considera que certamente o escoamento tem capacidade de erosão e transporte.

Na situação intermediária o modelo entra no seguinte processo probabilístico:

- Se $(\Psi/\Psi_c - 1 + \alpha) < (2\alpha \times A[0,1])$ admite-se não haver capacidade de erosão e transporte, caso contrário há capacidade. Na expressão, a função $A[0,1]$ gera números aleatórios entre 0 e 1, a cada instante.
- Repare que se $\Psi/\Psi_c = 1$ a probabilidade de erosão e transporte ou de sedimentação é de 50%. À medida que Ψ/Ψ_c se aproxima de $(1 - \alpha)$ a probabilidade de erosão e transporte diminui até 0, e à medida que Ψ/Ψ_c se aproxima de $(1 + \alpha)$ a probabilidade aumenta até 1.

- Com um valor de α diferente de zero simula-se a incerteza que existe na determinação de Ψ_c ou do equivalente τ_c. Como Ψ_c é estimado através da curva do parâmetro de Shields, que é ajustada a valores experimentais, o valor de α representa a amplitude da nuvem de dados experimentais.

Destaca-se que com a utilização do fator de tolerância α, incorpora-se também um efeito de continuidade entre diferentes faixas granulométricas. Como um exemplo, a tabela da Figura 8.84apresenta valores típicos para sedimentos em água doce a 20°C. Ao lado inclui-se uma tabela menor sugerindo valores de α. O caso sugerido, representa uma situação pouco usual, pois, geralmente, os sedimentos em um dado domínio de modelagem tem granulometria menos variada. Não é comum haver casos com granulometria variando de areia muito fina a areia muito grossa em uma mesma região de modelagem. Em casos com granulometrias menos variadas, os valores de α para o exemplo com cinco faixas de τ_{oc} seriam menores.

Sedimentos	d (mm)	d (ϕ)	S*	Ψ	τ_{oc} (N/m²)
Areia Muito Fina	0.062	4.01	0.47	0.151	0.152
	0.083	3.59	0.72	0.115	0.154
	0.104	3.27	1.01	0.093	0.156
	0.125	3.00	1.33	0.078	0.158
Areia Fina	0.146	2.78	1.68	0.068	0.159
	0.166	2.59	2.06	0.060	0.163
	0.187	2.42	2.46	0.057	0.172
	0.208	2.26	2.88	0.053	0.180
	0.229	2.13	3.32	0.050	0.186
Areia Média	0.250	2.00	3.79	0.047	0.190
	0.275	1.86	4.37	0.044	0.195
	0.300	1.74	4.98	0.041	0.199
	0.325	1.62	5.62	0.039	0.204
	0.350	1.51	6.28	0.037	0.209
	0.375	1.42	6.96	0.035	0.215
	0.400	1.32	7.67	0.034	0.222
	0.425	1.23	8.40	0.033	0.231
	0.450	1.15	9.15	0.033	0.240
	0.475	1.07	9.92	0.032	0.249
	0.500	1.00	10.72	0.032	0.258
Areia grossa	0.600	0.74	14.09	0.031	0.299
	0.700	0.51	17.76	0.030	0.345
	0.800	0.32	21.69	0.033	0.428
	0.900	0.15	25.88	0.034	0.491
Areia Muito Grossa	1.000	0.00	30.32	0.034	0.558
	2.000	-1.00	85.75	0.042	1.367

Sedimentos	τ_{oc} (N/m²)	α
Areia Muito Fina	0.155	± 10%
Areia Fina	0.172	± 15%
Areia Média	0.219	± 30%
Areia Grossa	0.391	± 40%
Areia Muito Grossa	0.962	± 50%

Figura 8.84 - Exemplo de valores de tensão crítica de mobilidade τ_{oc} para sedimentos com massa específica ρ_s = 2650 kg/m³, água com ρ_o = 998,1 kg/m³ e viscosidade cinemática ν=1,05E^{-06} m²/s. A tabela menor sugere valores típicos de τ_{oc} e mostra valores de α cobrindo toda a granulometria da tabela maior, o que não é comum em casos reais.

Os processos de erosão e deposição estão relacionados aos limites superiores de velocidade de corrente necessários para colocar uma partícula em movimento e limites inferiores de velocidade da corrente, para definir o processo de sedimentação, e ainda com o diâmetro médio do sedimento. O diagrama de *Hjulström* (Figura 8.85) mostra curvas experimentais que relacionam a velocidade da corrente, o diâmetro do sedimento e sua relação com os fenômenos de erosão e sedimentação.

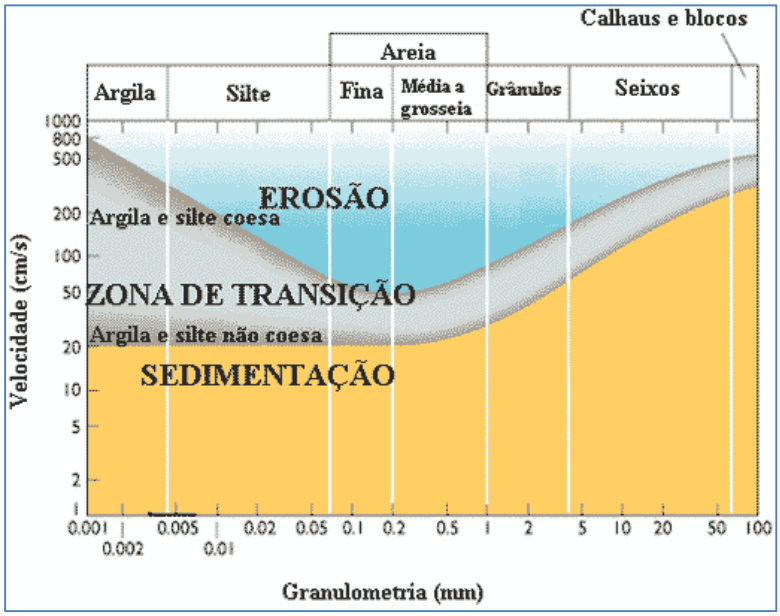


Figura 8.85 - Diagrama de Hjülstrom (Miedema, 2010).

8.1.11.2.2.1 Cálculo do transporte de sedimentos

O transporte de sedimentos pode ocorrer em suspensão e por arrasto junto ao leito do corpo hídrico. A natureza do transporte depende do tamanho, formato e peso específico das partículas, e das condições hidrodinâmicas locais como velocidade e turbulência. Em condições naturais o limite entre transporte em suspensão e por arrasto, ou pelo leito, não é bem definido, porém é necessária uma definição de cada tipo para possibilitar a seleção de fórmula adequadamente:

- Admite-se que transporte em suspensão ocorre quando a velocidade de sedimentação do grão é compensada por uma sucessão de impulsos verticais provenientes de vórtices turbulentos, Bagnold (1954). Em condições extremas de velocidade, por exemplo, em rios com grande declividade e altas

velocidades, até mesmo areias grossas e pedregulhos podem ser carreados em suspensão.

- Admite-se que transporte por arrasto, ou transporte pelo leito, ocorre quando a velocidade de sedimentação do grão prevalece sobre a sucessão de impulsos verticais provenientes de vórtices turbulentos. Os movimentos dos grãos junto ao leito podem ser por rolamento, deslizamento e saltação.

Mais de uma dezena de fórmulas para cálculo de vazão sólida potencial está disponível na literatura. Embora todas sejam fórmulas bem estabelecidas, com aplicações práticas em diversos outros modelos, a escolha demanda critério, já que foram definidas por métodos semi-empíricos, presumindo condições específicas. Como o resultado obtido por diferentes fórmulas pode variar significativamente, a escolha da fórmula pode ter grande importância no resultado da modelagem. A Tabela 8.1.77 resume as formulações disponíveis no SisBaHiA – cada formulação é indicada para uma faixa granulométrica e tipo de transporte: só arraste ou total (arraste mais suspensão).

Tabela 8.1.77 - Fórmulas de transporte sólido, com faixa granulométrica recomendável e tipo de transporte (Rosman, 2016).

Fórmula	Faixa granulométrica (mm)	Arraste	Total
Meyer-Peter e Muller (1948)	0.40 - 30.0	x	-
Yalin (1963/1977)	0.30 - 30.0	x	x
Van Rijn (1984)	0.20 - 2.0	x	-
Madsen (1991)	0.08 - 6.0	x	-
Nielsen (1992)	0.6 - 30.0	x	-
Ackers & White (1973-1990)	0.04 - 4.0	x	x
Engelund e Hansen (1967)	0.08 - 45.0	x	x
Van Rijn (2007)	0.05 - 2.0	x	x

Neste estudo será utilizada a formulação de Van Rijn (2007). Essa metodologia é usada para o cálculo de transporte total resulta da soma do transporte de fundo por arraste, ***bed load***, q_{sb}, com o transporte em suspenção, q_{ss}. De acordo com Rosman (2016), é recomendável para sedimentos na faixa granulométrica de 0,05 a 2,00 mm.

A fórmula para transporte por arraste, q_{sb}, é apresentada por van Rijn (2007) como $q_{sb} = \alpha \rho_s U H (d_{50}/H)^{1.2} M_e^{\eta}$ onde o fator de mobilidade do grão, M_e, é definido como

$$M_e = (u_e \quad u_{cr})/\sqrt{g(s \quad 1)d_{50}}.$$

A velocidade efetiva, considerando efeitos de ondas – com período de pico T_p e altura significativa H_s – e de correntes, é calculada por:

$$u_e = U + \gamma u_w \; ; \; u_w = \frac{\omega H_s}{2senh(kH)} \quad ; \quad \omega = \frac{2\pi}{T_p}.$$

Acima, u_w é o módulo da velocidade orbital no fundo gerada pelas ondas. A velocidade crítica de mobilidade de sedimentos é dada por

$$u_{cr} = \theta u_{cr,c} + (1 \quad \theta) u_{cr,w} \quad ; \quad \theta = U/(U + \hat{u}_\delta)$$

As velocidades críticas $u_{cr,c}$ e $u_{cr,w}$ devido às ações de correntes e de ondas são definidas por:

- $u_{cr,c} = 0.19 d_{50}^{0.1} log(12H/3d_{90})$, para 0.00005<$d_{50}$<0.00050m
- $u_{cr,c} = 8.50 d_{50}^{0.6} log(12H/3d_{90})$, para 0.00050 <$d_{50}$<0.00200m
- $u_{cr,w} = 0.24[(s \quad 1)g]^{0.66} d_{50}^{0.33} T_p^{0.33}$, para 0.00005<$d_{50}$<0.00050m
- $u_{cr,w} = 0.95[(s \quad 1)g]^{0.57} d_{50}^{0.43} T_p^{0.14}$, para 0.00050 <$d_{50}$<0.00200m

De maneira resumida, os termos e parâmetros, são:

- q_b é a taxa de transporte por arraste (kg/s/m);
- M_e é o parâmetro de mobilidade;
- u_e é a velocidade efetiva proposta por Soulsby (1997), para estender o transporte por arraste devido apenas às correntes para áreas costeiras (correntes + ondas);
- U é a velocidade da corrente média na coluna d´água;
- γ é o parâmetro de calibração determinado através de modelo numérico detalhado na escala de comprimento de onda, van Rijn (2007). Valores recomendados: γ = 0.4 para ondas irregulares e γ = 0.8 para ondas regulares;
- u_{cr} é a velocidade crítica média na coluna d´água;
- $u_{cr,c}$ é a velocidade crítica para as correntes determinada pelo diagrama de Shields;
- $u_{cr,w}$ é a velocidade crítica para as ondas determinada por Komar & Miller (1975);
- α é o coeficiente de calibração, cujo valor recomendado é 0,015;
- η é o expoente de calibração com valor recomendado = 1,5;

- H é a altura da coluna de água;
- T_p é o período de pico das ondas;
- H_s é a altura significativa das ondas.

Na forma adimensional, a expressão pode ser escrita em termos de velocidades como:

$$q_{sb} = \frac{0.015}{[g(s \quad 1)d_{50}]^{1.25}}\left(\frac{d_{50}}{H}\right)^{0.2} U(U_e \quad U_{cr})^{1.5}$$

Usando as tensões de atrito efetiva e crítica dadas por:

$$\tau_e = \rho_0 \frac{g}{C_h^2}(U + \gamma u_w)^2 \qquad ; \qquad \tau_{cr} = \rho_0 \frac{g}{C_h^2}\left(\theta u_{cr,c} + (1 \quad \theta)u_{cr,w}\right)^2$$

Assim, pode-se reescrever a forma adimensional da taxa de transporte de sedimentos por arraste como:

$$q_{sb} = \frac{0.015}{{C_f}^{1.25}}\left(\frac{d_{50}}{H}\right)^{0.2} \sqrt{\tau}\ _{\left(\text{fator de modulação}\right)} \left(\sqrt{\tau_e} \quad \sqrt{\tau_{cr}}\right)^{1.5}{}_{\left(\text{fator de mobilidade}\right)} ; C_f = \frac{g}{C_h^2}$$

A fórmula para transporte em suspensão, q_{ss}, apresentada em Van Rijn (2007), em sua forma adimensional, em termos de velocidades, é escrita como:

$$q_{ss} = \frac{0.012}{[g(s \quad 1)d_{50}]^{1.7}} D^{-0.6} U(U_e \quad U_{cr})^{2.4}$$

Usando as tensões de atrito expressas como τ_e e τ_{cr}, pode-se reescrever a forma adimensional da taxa de transporte de sedimentos em suspensão como:

$$q_{ss} = \frac{0.012}{{C_f}^{1.7}} D^{-0.6} \sqrt{\tau}\ _{\left(\text{fator de modulação}\right)} \left(\sqrt{\tau_e} \quad \sqrt{\tau_{cr}}\right)^{2.4}{}_{\left(\text{fator de mobilidade}\right)} ; C_f = \frac{g}{C_h^2}$$

A expressão de van Rijn (2007) para transporte total resulta da soma de q_{sb} e q_{ss} , ou seja:

$$q_s = \frac{0.015}{{C_f}^{1.25}}\left(\frac{d_{50}}{H}\right)^{0.2} \sqrt{\tau}\left(\sqrt{\tau_e} \quad \sqrt{\tau_{cr}}\right)^{1.5} + \frac{0.012}{{C_f}^{1.7}} D^{-0.6}\sqrt{\tau}\left(\sqrt{\tau_e} \quad \sqrt{\tau_{cr}}\right)^{2.4}$$

No SisBaHiA®, a fórmula de van Rijn (2007) presume os coeficientes 0,015 e 0,012, além dos os expoentes 1,5 e 2,4, como na equação anterior. Porém, é possível calibrar a fórmula para melhor ajuste a valores medidos (quando existirem), alterando os valores presumidos. Para a modelagem em questão, foram utilizados os valores presumidos.

8.1.11.2.2.2 Atualização da batimetria via modelo morfodinâmico com curva granulométrica

Em um dado local a altura da camada erodível de sedimentos no fundo por metro quadrado é dada por SE(x,y,t). Em cada instante, a altura da camada erodível corresponde à diferença entre a cota do fundo e a cota da camada não erodível mais abaixo. Um valor inicial S_{E0} tem que ser prescrito para todos os pontos do modelo. Em geral, valores de S_{E0} são desconhecidos. Em locais de fundo não erodível, por exemplo, leito rochoso ou de concreto como em rampas a jusante de barragens, prescrever valor nulo é usual. Em locais com fundos de sedimentos, se não houver dados, deve-se prescrever valores de S_{E0} inferidos ou convenientes, como condição inicial. Valores de S_{E0} podem ser estimados considerando valores de velocidades de correntes obtidas de modelagens prévias feitas com fundo fixo. Em locais com velocidades mais intensas é provável que S_{E0} seja menor, pois a capacidade erosiva pode ser maior. Na entrada de dados iniciais para a modelagem de um dado domínio é possível definir até 10 classes de sedimentos, número mais que suficiente, considerando que a prescrição de valores adequados do parâmetro α, i.e., o percentual da faixa de tolerância para tensão crítica de mobilidade, produz um efeito de continuidade entre as diferentes faixas. Cada classe de sedimento é colocada em todos os pontos da malha do domínio e é caracterizada por valores de pertinentes de

- d_{50} - Diâmetro mediano (mm) – usual entre 0.05 e 5.0;
- ρ - Massa específica em (kg/m³) – usual entre 1400 e 2700;
- p - Porosidade – usual entre 0.2 e 0.5;
- τ_c - Tensão crítica de mobilidade em (N/m²);
- α - Percentual da faixa de tolerância para τ_c.

No instante inicial, em cada ponto da malha, a curva granulométrica local é dada para o modelo através da prescrição dos percentuais de cada uma das M classes de sedimentos no ponto. Assim, uma curva granulométrica é representada pelo número de classes previamente definidas, tendo cada classe uma fração equivalente f_m, de modo que

$$\sum_{m=1}^{M} f_m(x,y,t) = 1{,}0$$

Se em um ponto a altura erodível S_{E0} for nula, pode-se adotar f_m = *1,0/M* para todas as classes. Caso contrário, deve-se definir em cada ponto o valor de f_m, i.e., fração de sedimento com diâmetro mediano d_{50m}. Todos os pontos sempre têm registro das *M* classes de sedimentos do domínio, mesmo que o valor de f_m seja 'zero' para uma dada classe no ponto. No instante inicial, t_0, o modelo calcula o estoque inicial de sedimentos de cada classe S_{E0m}, em cada ponto: $S_{E0m}(x,y) = f_m S_{E0}(x,y)$.

Ao longo do tempo, o estoque de sedimentos, ou altura erodível remanescente de cada classe de sedimentos será dada por: $S_{Em}(x,y,t) = max[S_{E0m}(x,y) + DS_{Em}(x,y,t); 0]$.

A variação acumulada da altura erodível de cada sedimento, DS_{Em}, define a ordem de erosão, e esse valor é sempre medido em relação ao topo original do terreno S_{E0}. A batimetria, definida pela posição da superfície do fundo $S_F \equiv \zeta + h(x, y, t) = 0$, é atualizada pela equação abaixo

$$^{n+1} = \ _0 + F_{am}\delta \ ^{n+1} \rightarrow \delta \ ^{n+1} = \sum_{m=1}^{M} DS_{Em}$$

onde h_0 é o valor inicial de *h* na malha, e F_{am} é o fator de aceleração morfológica. Deve-se lembrar que a cota do fundo é dada por $z = -h(x, y, t)$, e que o sinal (–) na frente do somatório é necessário, pois $DS_{Em} > 0$ significa assoreamento e $DS_{Em} < 0$ significa erosão.

8.1.11.2.1 Modelo de geração de ondas

As ondas geradas por vento exercem um papel fundamental na dinâmica dos sedimentos depositados no fundo de corpos d`água naturais. A modelagem de geração de ondas permite uma estimativa da distribuição destas tensões em corpos d`água restritos, isto é, aqueles que não sofrem ação das ondas geradas em mar aberto. Nestes corpos, estas tensões têm pouca capacidade de transportar os sedimentos de uma região para outra, uma vez que estas ocorrem em decorrência do movimento oscilatório induzido pela passagem das ondas de curto período. No entanto, devido a sua magnitude, estas tensões são capazes de suspender os sedimentos depositados no fundo e, uma vez em suspensão,

estes sedimentos podem ser transportados pelas correntes hidrodinâmicas induzidas por outros fatores naturais como marés e descargas fluviais.

No SisBaHiA, a geração de ondas pode ser feita acoplada ao modelo hidrodinâmico ou de maneira independente, de modo que se tenha um perfeito sincronismo entre as correntes geradas por marés e ventos e as ondas de vento geradas no interior do domínio. O modelo permite estimar características das ondas, bem como a tensão que estas causam no fundo do domínio.

8.1.11.2.1.1 Estimativa das características das ondas

O mecanismo que governa a geração as ondas pelos ventos consiste na transferência de quantidade de movimento dos ventos para a superfície dos corpos de água. Para tanto, podem ser apontados três fatores: a velocidade, a duração e a área sobre a qual este vento sopra, que é conhecida com pista.

A pista é definida como uma linha reta na qual a velocidade e duração do vento são razoavelmente constantes. Segundo o método simplificado descrito em U.S. ARMY (2001), a pista deve ser escolhida de maneira que a variação na direção não exceda 15° e as variações na intensidade não excedam 2,5 m/s da média. No caso de corpos de água restritos, os limites de terra na grande maioria das vezes são muito mais restritivos do que as condições do vento para a determinação do comprimento da pista.

Um princípio básico dos métodos de previsão de ondas diz que para uma determinada condição de vento constante, as alturas das ondas crescem na medida em que a pista aumenta, até atingirem um limite máximo, conhecido por estado de “mar completamente desenvolvido”. Em geral, este estado é atingido quando a energia transferida do ar para a superfície da água é completamente dissipada pela arrebentação das ondas. Nestas condições produz-se a máxima altura de onda que pode ser mantida por um determinado vento. Quando as ondas ainda não atingiram este estado limite, tem-se o estado de “mar em desenvolvimento”.

A partir dos anos 50, pesquisadores começaram a reconhecer que o processo de geração de ondas era mais bem descrito por leis universais de distribuição de densidade de energia num espectro. Através de considerações dimensionais e medições no oceano, Pierson & Moskowitz (1964), chegaram a um resultado clássico de espectro para mar completamente

desenvolvido. A seguir está apresentado o espectro de Pierson & Moscowitz (1964) em termos da velocidade do vento.

$$E(f) = \frac{\alpha g^2 f^{-5}}{(2\pi)^4} \exp\left(0.74\left(\frac{f}{f_u}\right)^{-4}\right),$$

onde *f* é a frequência, *g* é a aceleração da gravidade, α é o coeficiente de Phillips (=0.0081) e f_u é a frequência limite para mar completamente desenvolvido. Este último parâmetro seria apenas dependente da velocidade do vento.

Hasselmann et al. (1973) colecionou dados do projeto JONSWAP (Joint North Sea Wave Project). A partir destes dados constatou haver uma clara relação entre o coeficiente de Phillips e o comprimento da pista. Esta constatação e outras observações, como a tendência do espectro ter um pico maior do que o do espectro de Pierson & Moscowitz em condições de mar em desenvolvimento, sugeriram que, nestas condições, outros fatores deveriam ser levados em consideração na distribuição da energia entre ondas de diferentes frequências, além da arrebentação das ondas. Desde então, para esta distribuição de energia tem-se atribuído as iterações não lineares entre as ondas de diferentes frequências. O espectro obtido a partir dos dados do JONSWAP, que levou o nome deste experimento, é apresentado a seguir:

$$E(f) = \frac{\alpha g^2}{(2\pi)^4 f^5} \exp\left[1.25\left(\frac{f}{f_p}\right)^{-4}\right] \gamma^{\left(\frac{-(f-f_p)^2}{2\sigma^2 f_p^2}\right)}.$$

onde, f_p é a frequência de pico do espectro, onde σ=0.07 para $f < f_p$ e σ=0.09 para $f > f_p$, γ =3.3. Neste espectro, α não é mais uma constante como no espectro de Pierson & Moscowitz (1964) e deve guardar uma relação com o comprimento da pista. U.S. ARMY (2001) fornece uma relação entre o coeficiente de Phillips e o comprimento da pista, obtida por Kitaigorodskii (1983). Esta relação é dada por $\alpha = 0.076\left(\frac{gX}{u_*^2}\right)^{-0.22}$ onde, *X* é o comprimento da pista e u_* é a velocidade de atrito que representa a transferência de quantidade de movimento do vento para as ondas, definida por $u_* = \sqrt{\frac{\tau_{aw}}{\rho_{ar}}}$.

A tensão exercida pelo vento na superfície livre pode ser calculada por $\tau_{aw} = \rho_{ar} C_D W_{10}^2$ onde C_D é o coeficiente de arraste do vento e W_{10} é a velocidade do vento medida a 10m da superfície livre. Para determinação deste coeficiente utilizou-se a parametrização proposta por WU (1982): $C_D = 0.001 \cdot (0.8 + 0.065 \cdot W_{10})$.

Historicamente, o parâmetro altura significativa, vêm sendo adotado para caracterizar um estado de mar. Para compreensão da definição deste parâmetro é necessário considerar um grupo de *N* alturas de ondas medidas em um ponto. Ordenando estas ondas da maior para menor, obtém-se a altura significativa através da média das primeiras (mais altas) N/3 ondas.

A partir de um espectro é possível estimar valores de altura significativa e frequência de pico. Por definição, a altura significativa de um determinado espectro de ondas é dada por $H_s = 4\sqrt{m_o}$, onde m_o é a variância da altura das ondas obtida a partir do espectro por $m_0 = \sigma^2 = \int_0^\infty E(f)\,df$.

U.S. ARMY (2001) apresenta fórmulas que governam o crescimento das ondas com a pista em águas profundas, para serem utilizadas em previsões de onda simplificadas, obtidas a partir do espectro de JONSWAP e são $\frac{gH_s}{u_*^2} = 4.13 \cdot 10^{-2} \left(\frac{gX}{u_*^2} \right)^{\frac{1}{2}}$ e $\frac{gT_p}{u_*} = 2.727 \left(\frac{gX}{u_*^2} \right)^{\frac{1}{3}}$, onde T_p é o período de pico. As equações acima apresentadas são aplicáveis à situação de mar em desenvolvimento.

Estas fórmulas são aplicáveis a duas situações de geração de ondas em águas profundas. A primeira delas ocorre quando o vento sopra em direção constante, ao longo de uma pista limitada por contornos de terra por um tempo suficiente para se atingir um estado constante de mar em desenvolvimento. Nesta situação, têm-se ondas limitadas por pista. Uma segunda situação de ondas limitadas por pista pode ocorrer quando o vento sopra por um tempo limitado em uma região afastada de limites de terra, de maneira que o comprimento de pista é limitado pela duração do vento.

Equações que governam o crescimento das ondas com limitação de duração do vento podem ser obtidas convertendo duração em uma pista equivalente através da seguinte

equação, cf. U.S. ARMY (2001): $\frac{gX_d}{u_*^2} = 1.523 \times 10^{-3} \left(\frac{gt}{u_*} \right)^{\frac{3}{2}}$ onde *t* é a duração do vento. X_d é a pista considerando não haver limitações espaciais para a pista, sendo esta limitada apenas pela duração do vento.

Uma terceira situação, que pode ser tratada por métodos simplificados é a de mar completamente desenvolvido. As fórmulas a seguir, podem ser utilizadas para obter a altura significativa e o período de pico do espectro para esta situação: $\frac{gH_s}{u_*^2} = 2.115 \cdot 10^2$ ou $\frac{gT_p}{u_*} = 2.398 \cdot 10^2$.

Para águas rasas, U.S. ARMY (2001) sugere que os período de pico não devem exceder o valor dado por $T_p \approx 9.78 \left(\frac{h}{g} \right)^{\frac{1}{2}}$, onde *h* é a profundidade local. Este limite de período de pico será considerado para o cálculo das tensões no fundo. Uma vez que apenas as ondas de águas rasas produzem tensões no fundo.

8.1.11.2.1.1 Cálculo das tensões no fundo

Para o cálculo das tensões no fundo utilizou-se o procedimento sugerido por Grant & Madsen (1986). Este procedimento considera as seguintes premissas:
Admite-se a aproximação de camada de limite para uma região de espessura muito pequena δ_w próxima ao fundo. Fora da camada limite, ou seja, z > δ_w é válida a teoria linear de ondas. Localmente considera-se somente a dimensão vertical e a dimensão horizontal no sentido da propagação da onda.

A Figura 8.86 apresenta um esquema de uma onda de altura *H* em águas de profundidade intermediária, trajetórias orbitais das partículas com amplitude A_{bm} junto ao fundo. As velocidades orbitais são indicadas pelos vetores e indica-se a espessura δ*w* da camada limite oscilatória no fundo.

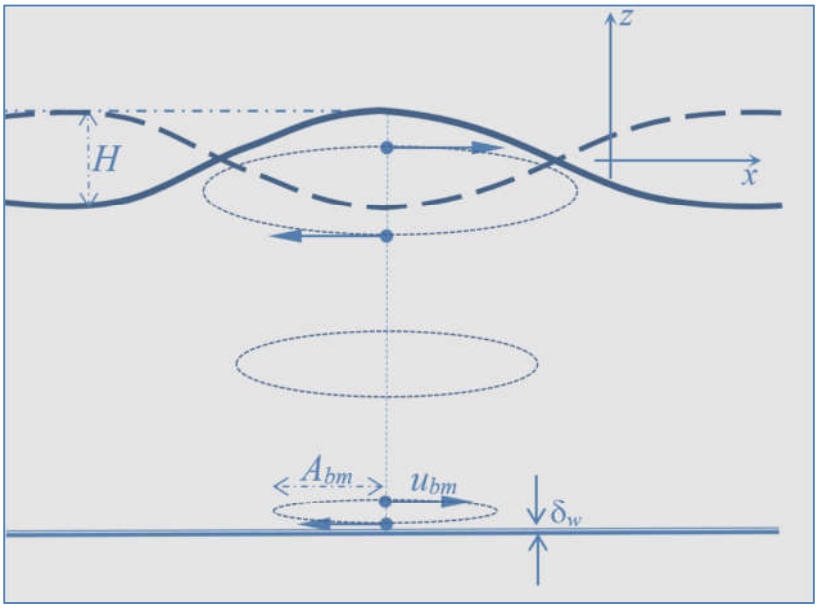


Figura 8.86 - Esquema de uma onda de altura *H* em águas de profundidade intermediária, mostrando trajetórias orbitais das partículas com amplitude A_{bm} junto ao fundo. As velocidades orbitais u_{bm} são indicadas pelos vetores e indica-se a espessura da camada limite oscilatória no fundo (Rosman, 2016).

Por causa da complexa relação entre as características da onda e a tensão do fundo, um fator de atrito frequentemente é utilizado para parametrização desta tensão em função das características das ondas. Esta parametrização, inicialmente proposta por Jonsson (1966) é $\tau_{wm} = f_w \rho \frac{u_{bm}^2}{2}$, onde f_w é o chamado fator de atrito de onda, u_{bm} é a máxima velocidade orbital induzida pela onda e ρ é a densidade da água.

A estimativa desta tensão pode ser obtida a partir de informação sobre as características das ondas, mapas de batimetria do local e algum conhecimento do material de fundo. Ou seja, é necessário conhecer H_s, T_p, a profundidade do local *h* e, o tamanho médio dos grãos dos sedimentos que compõe o fundo do local.

Com as informações das ondas é possível calcular as características do movimento oscilatório no topo da camada limite. A máxima velocidade orbital u_{bm} e a amplitude das órbitas do movimento induzido pelas ondas A_{bm} no topo da camada limite podem ser obtidas através da teoria linear de ondas. As equações para u_{bm} e A_{bm} apresentadas a seguir, podem ser encontrada em diversos textos de mecânica das ondas, e.g. Dean & Darymple 1984, como $A_{bm} = \frac{H_s}{2\text{senh}(2kh)}$ ou $u_{bm} = \frac{w \cdot H}{2\text{senh}(kh)}$ onde *k* é o número de onda

dado por: $k = \frac{2\pi}{L}$; *L* é o comprimento da onda obtido a partir do período de pico, utilizando a equação de dispersão de ondas: $\left(\frac{2\pi}{T_p}\right)^2 = g\frac{2\pi}{L}\tanh(kh)$ Para o cálculo do fator de atrito de onda utiliza-se duas fórmulas básicas para duas situações específicas: camada limite laminar e camada limite turbulenta.

Inicialmente é verificada a condição do escoamento na camada limite, caracterizada pelo número adimensional Re_{bl}, ou seja, $\mathrm{Re}_{bl} = \frac{A_{bm}u_{bm}}{\nu}$, onde ν é a viscosidade cinemática do fluido. Para Re_{bl}<2000 tem-se a condição de camada limite laminar e o fator de atrito de onda pode ser calculado por $f_w = \frac{1}{\sqrt{\mathrm{Re}_{bl}}}$. Para Re_{bl}>2000 tem-se a condição de camada limite turbulenta e o fator de atrito de onda pode ser calculado por $\frac{1}{4\sqrt{f_w}} + \log_{10}\left(\frac{1}{4\sqrt{f_w}}\right) = \log_{10}\left(\frac{A_{bm}}{k_n}\right) - 0.17 + 0.96\sqrt{f_w}$). k_n é uma rugosidade do fundo. Para a determinação de k_n admite-se duas condições do escoamento no fundo caracterizadas por outro número adimensional Re_r, definido por $\mathrm{Re}_r = \frac{k_r u_{b*}}{\nu}$, onde $u_{b*} = \sqrt{\frac{\tau_{wm}}{\rho}}$ é a velocidade de atrito no fundo, e k_r é o tamanho médio dos sedimentos do fundo.

Para condição de escoamento fortemente turbulento no leito tem-se $\mathrm{Re}_r = \frac{k_r u_{b*}}{\nu} > 3.3$ e para o valor de k_n é tomado o valor de k_r. Para condição de escoamento suavemente turbulento no leito tem-se $\mathrm{Re}_r = \frac{k_r u_{b*}}{\nu} < 3.3$), $k_n = \frac{3.3\nu}{u_{b*}}$).

O modelo de geração de ondas apresenta também, uma estimativa da distribuição das tensões do fundo. Para realizar a estimativa da distribuição das tensões no leito de um corpo d`água devido à ação das ondas geradas por vento, inicialmente deve-se dispor das informações ambientais (condições de vento, batimetria, material do fundo) e de uma malha de pontos onde serão calculadas as tensões. Assim, a entrada de dados segue o formato utilizado no módulo hidrodinâmico do SisBaHiA, que é compatível com as necessidades deste procedimento. No modelo de circulação hidrodinâmica do SisBaHiA, o domínio é discretizado em elementos finitos quadráticos lagrangeanos retangulares ou triangulares. No modelo de geração de ondas utiliza-se esta mesma malha de pontos. No entanto, a idéia de

elementos finitos é abandonada e esta discretização é usada apenas como uma distribuição de pontos de cálculo completamente independentes uns dos outros. A pista disponível é estimada para cada ponto, a partir de considerações geométricas em função da direção do vento.

8.1.11.3 Implementação dos modelos

Como já citado anteriormente, o objetivo deste estudo é realizar, para a Baía de Paranaguá, a modelagem de diagnóstico da circulação hidrodinâmica, da evolução morfológica do fundo da baía, e do comportamento das ondas geradas pelo vento. Estas simulações darão subsídio para as modelagens de prognóstico que serão realizadas posteriormente. Assim, nas próximas seções são descritos os cenários simulados, e apresentados os dados utilizados neste estudo.

8.1.11.3.1 Definição dos cenários de modelagem

Com o objetivo de avaliar as possíveis mudanças na circulação hidrodinâmica e no transporte de sedimentos foram definidos dois períodos (cenários) com características hidrológicas e meteorológicas diferentes, sendo estes:

- Verão: ciclo típico de maré de verão, compreendido entre 13 de janeiro e 11 de fevereiro de 2016, considerando vazões médias dos rios afluentes à baía de Paranaguá, e dados de vento característicos desse período;
- Inverno: ciclo típico de maré de invernos, compreendido entre 08 de julho e 06 de setembro de 2015, considerando vazões médias dos rios afluentes à baía de Paranaguá, e dados de vento característicos desse período.

Cada um desses dois períodos foi associado às condições atuais de batimetria e contorno da Baía de Paranaguá. Assim, neste estudo os cenários de modelagem serão denominados “Verão” e “Inverno”.

8.1.11.3.2 Dados utilizados

A simulação numérica da hidrodinâmica de um determinado corpo hídrico exige o conhecimento detalhado das características morfológicas da área de estudo bem como o conhecimento dos principais forçantes que governam a circulação das massas de água

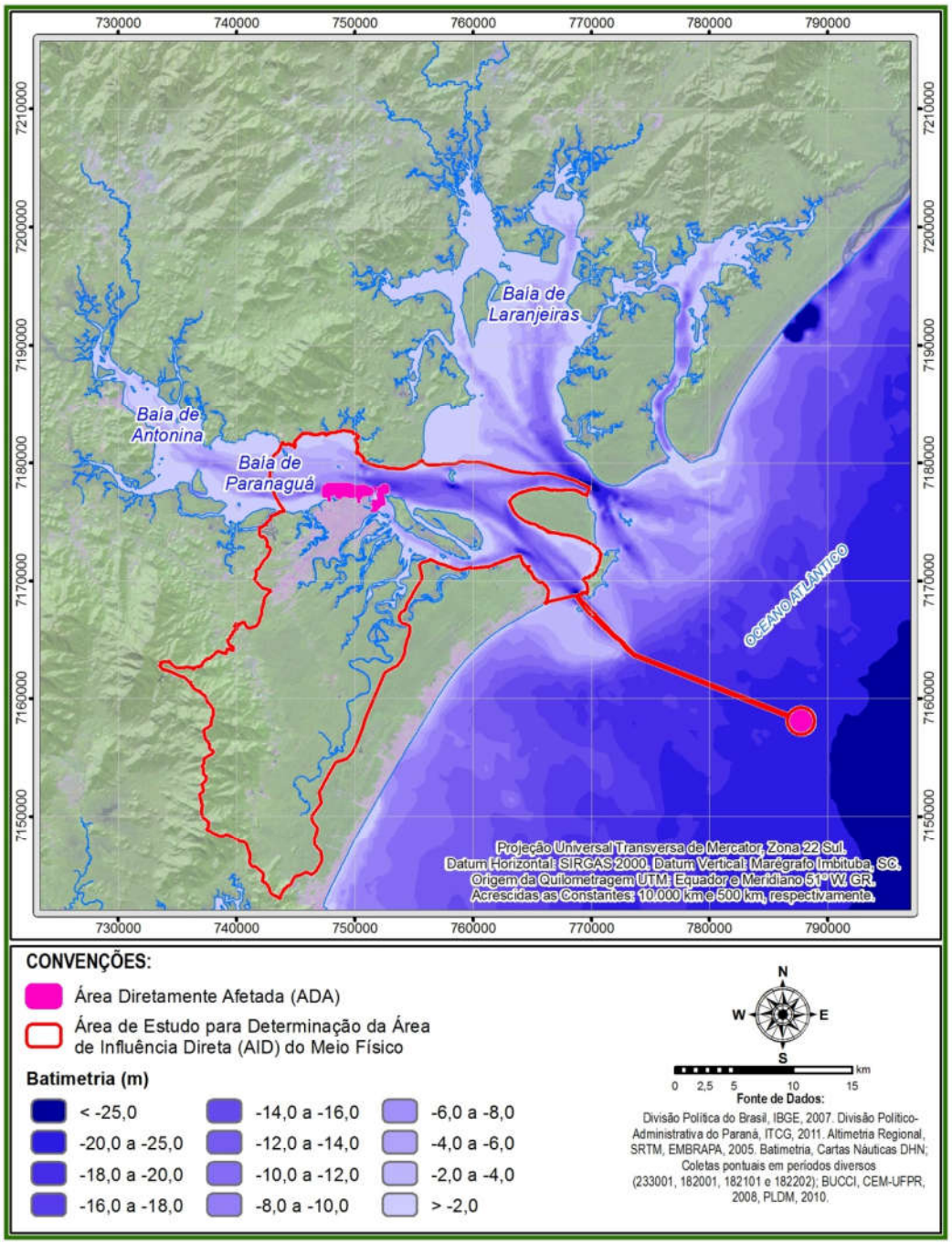
desse ambiente. Nesse caso, os principais forçantes que governam a hidrodinâmica são a maré, as descargas de água doce advindas dos rios, e o vento. O contorno e a batimetria do estuário também são fatores importantes na definição das características hidrodinâmicas.

Adicionalmente, para o modelo de evolução morfológica (transporte de sedimentos) é necessário conhecer, para todo o fundo da baía, as classes de sedimento presentes e a quantidade inicial de cada um deles. Como condição de contorno, devem ser consideradas vazões sólidas de sedimentos nos pontos em que há afluência significativa ao estuário. Nesse contexto, na sequência são apresentados os dados utilizados nas simulações realizadas nesse estudo.

8.1.11.3.2.1 Contorno e batimetria

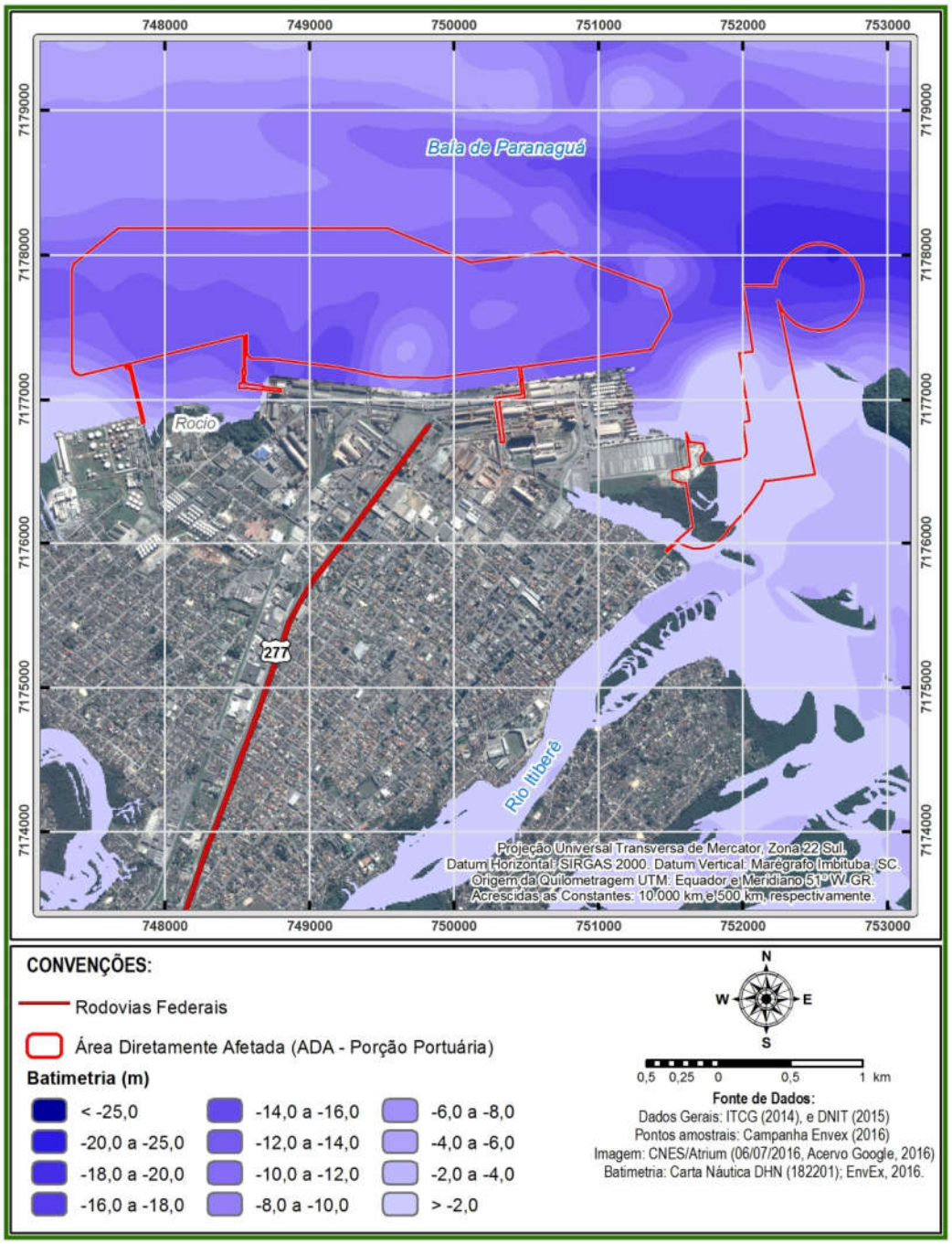
Para simular a circulação no interior da baía é necessária a definição do contorno do corpo d'água com o maior nível de detalhamento possível. Em simulações numéricas é usual que se estendam os limites da área modelada além da área de maior interesse. Isso é feito para que eventuais imprecisões nas condições de contorno não influenciem os resultados no interior do domínio de interesse. Com esse procedimento se faz necessário, por exemplo, a obtenção de dados batimétricos no interior dos mesmos (região de maior interesse) e das áreas exteriores.

Os dados da batimetria da Baía de Paranaguá foram obtidos a partir: da digitalização de cartas náuticas do litoral paranaense, dados de projetos realizados anteriormente, dissertações e teses do Centro de Estudos do Mar da UFPR; dados do banco de dados da EnvEx Engenharia e Consultoria, e dados levantados especificamente para este estudo. Nesse sentido, a Figura 8.87 apresenta a batimetria de todo o domínio de simulação. A Figura 8.88 mostra, em detalhe, a região de maior interesse nesse estudo, incluindo a área onde foi realizado levantamento de batimetria específico para este estudo - a mesma é composta por dados fornecidos pela contratante e por dados levantados pela EnvEx Engenharia e Consultoria. Todas as informações foram processadas em ambiente SIG.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.87 - Batimetria da Baía de Paranaguá utilizada nas simulações realizadas nesse estudo.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.88 - Detalhe da batimetria na região de maior interesse desse estudo.

8.1.11.3.2.1 Vazões afluentes à Baía de Paranaguá

As vazões utilizadas nesse estudo foram obtidas em estudos anteriores realizados pelo EnvEx Engenharia e Consultoria. A metodologia utilizada é descrita a seguir.
Nesse contexto, é importante destacar que dentro dos estuários, as vazões afluentes pelos rios que drenam as bacias hidrográficas localizadas na Serra do Mar, além daqueles da própria planície litorânea, são importantes para a dinâmica da água e para os processos que envolvem o transporte de sedimento no interior da baía. Os rios que mais podem contribuir para a circulação da água na baía são aqueles que apresentam as maiores vazões.

Os dados de vazão da região de interesse foram obtidos do portal HidroWeb, da Agência Nacional de Águas. Para os rios que não são monitorados, as vazões foram determinadas pelo método de regionalização de vazões (Tucci, 2002). As vazões das estações Marumbi (82195000), Anhaia (82198000), Morretes (82170000) e Marta-Sagrado (82198300) foram somadas, uma vez que estas drenam para uma mesma entrada da baia - o Rio Nhundiaquara. Da mesma forma, as vazões das estações Rio do Nunes (82140700) e Cacatu (82139500) foram somadas para determinar a vazão no Rio do Nunes. A partir de toda a série temporal disponível para cada estação, foi calculada uma vazão média anual. Os valores obtidos são apresentados na Tabela 8.1.78.

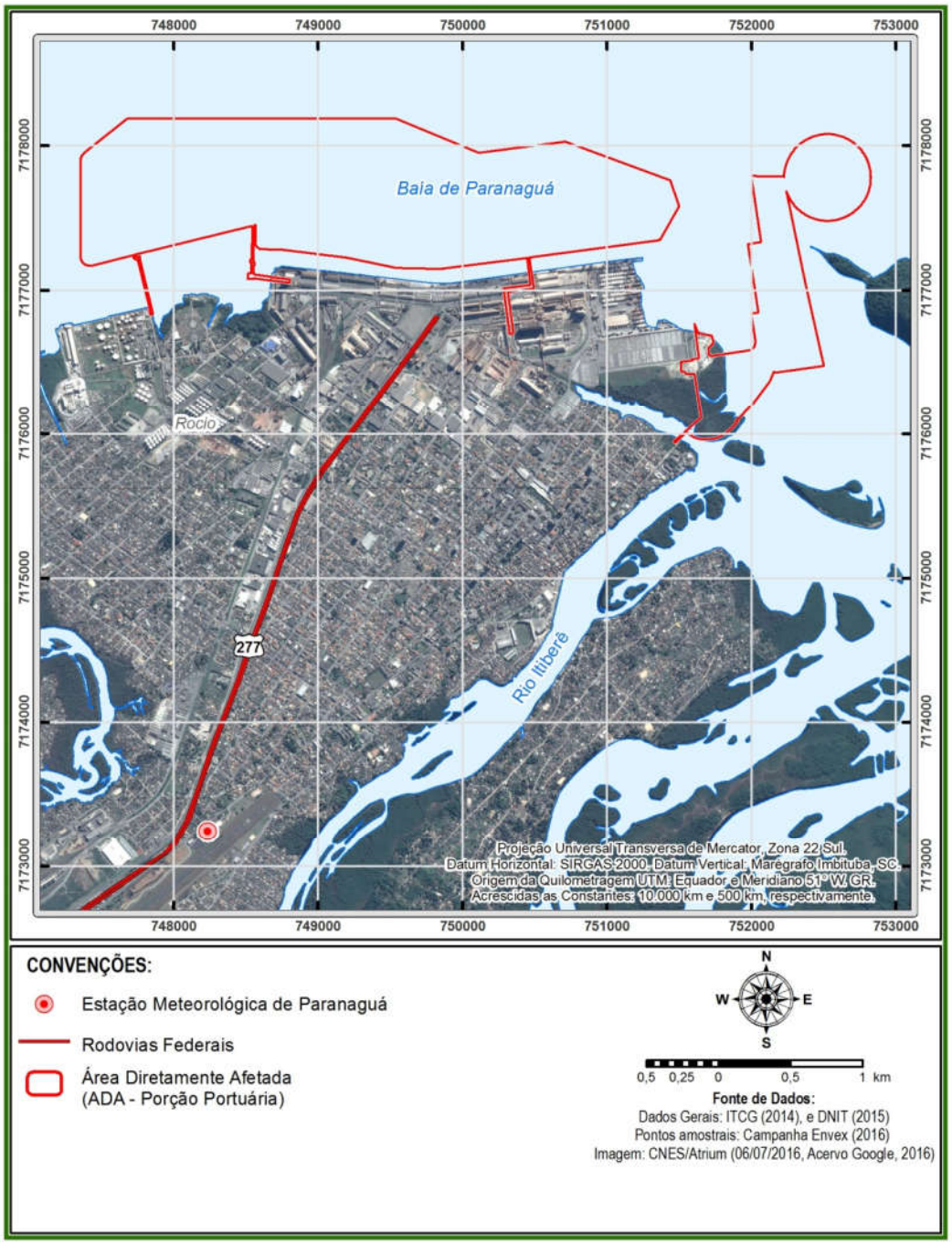
Tabela 8.1.78 - Vazões utilizadas para a modelagem hidrodinâmica da Baía de Paranaguá.

Rio	Vazão média anual (m^3/s)	Estações
Nhundiaquara	37,72	Marumbi (82195000), Anhaia (82198000), Morretes (82170000), Marta-Sagrado (82198300)
Nunes	6,91	Rio do Nunes (82140700), Cacatu (82139500)
Cachoeira	42,41	Ponte Velha BR -101 (82121003)
Faisqueira	10,47	Estimado
Tagaçaba	7,25	Passo do Vau (82009080)
Guaraqueçaba	6,23	Colônia Rio Verde (82002000)

Cabe mencionar que o método de regionalização de vazões considera a proporcionalidade entre a área de drenagem correspondente ao ponto de medição das vazões e a área de drenagem de cada um dos rios considerados.

8.1.11.3.2.2 Intensidade e direção do vento

Os dados de intensidade e direção do vento foram obtidos na estação meteorológica Paranaguá (Simepar), cuja localização é apresentada na Figura 8.89. Para o Verão foram utilizados dados medidos no período de 13 de janeiro a 11 de fevereiro de 2016 e para o Inverno, foram utilizados dados medidos entre 08 de julho e 06 de agosto de 2015. Para este estudo foram utilizados dados medidos com frequência de 15 minutos. As séries temporais são apresentadas na Figura 8.90 e na Figura 8.91, para os cenários de verão e inverno, respectivamente. A Figura 8.92 e a Figura 8.93 mostram as séries de direção do vento – ângulo que o vento médio forma com a direção Norte.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.89 - Localização da estação meteorológica Paranaguá (Simepar).

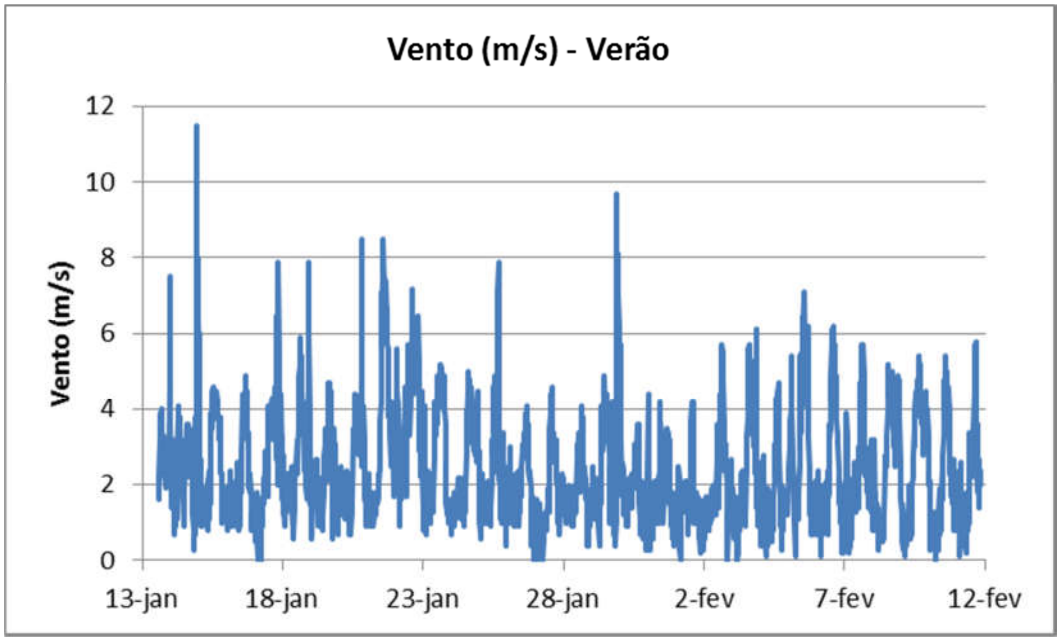


Figura 8.90 - Velocidades do vento – Verão.

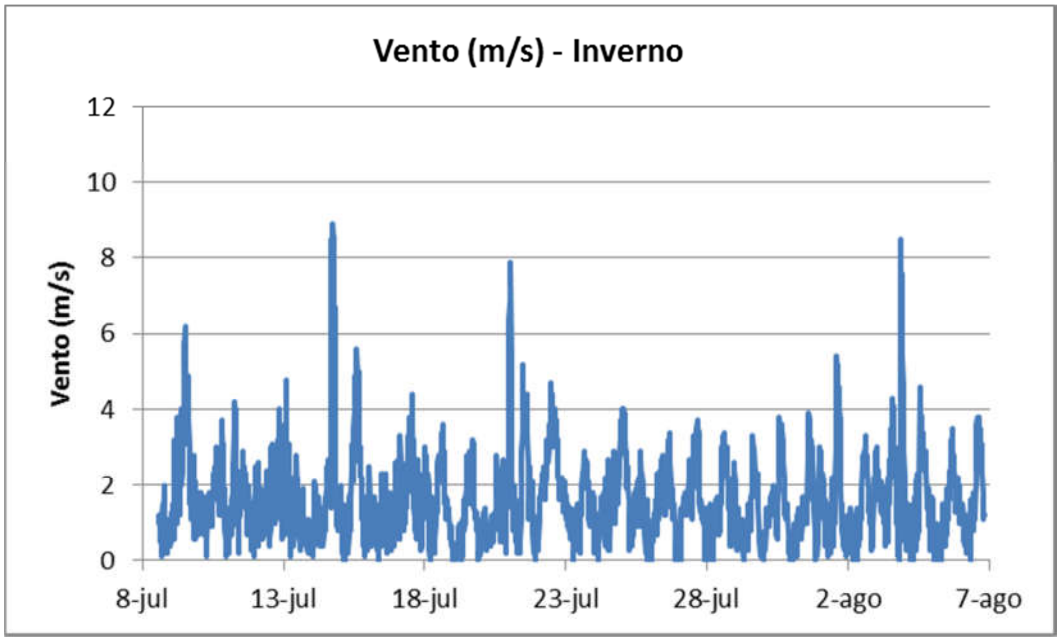


Figura 8.91 - Velocidades do vento – Inverno.

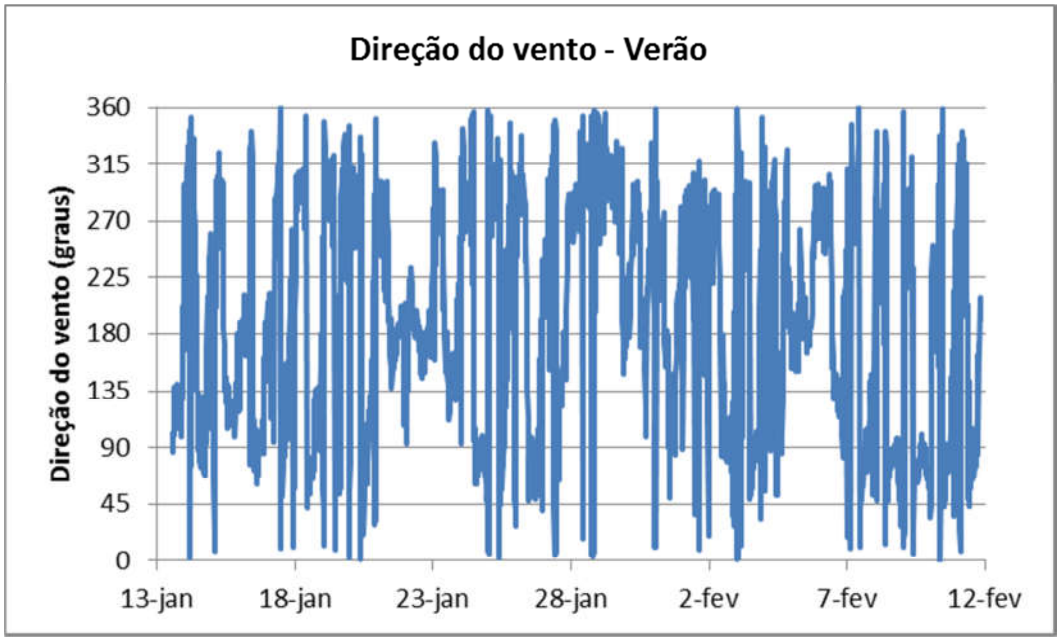


Figura 8.92 - Direções do vento – Verão.

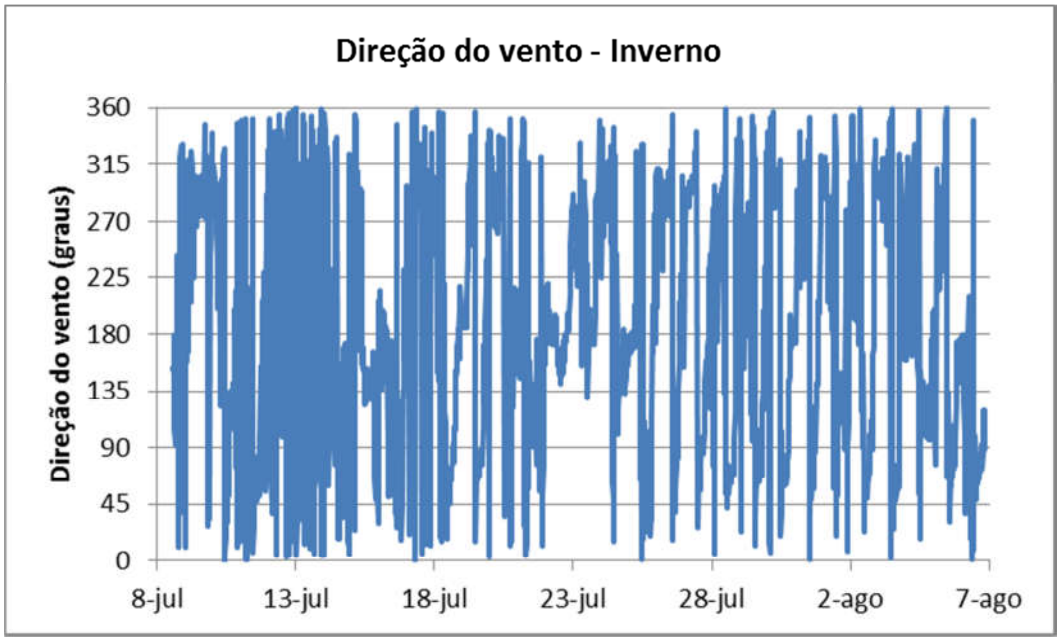


Figura 8.93 - Direções do vento – Inverno.

8.1.11.3.2.1 Sedimentos de fundo

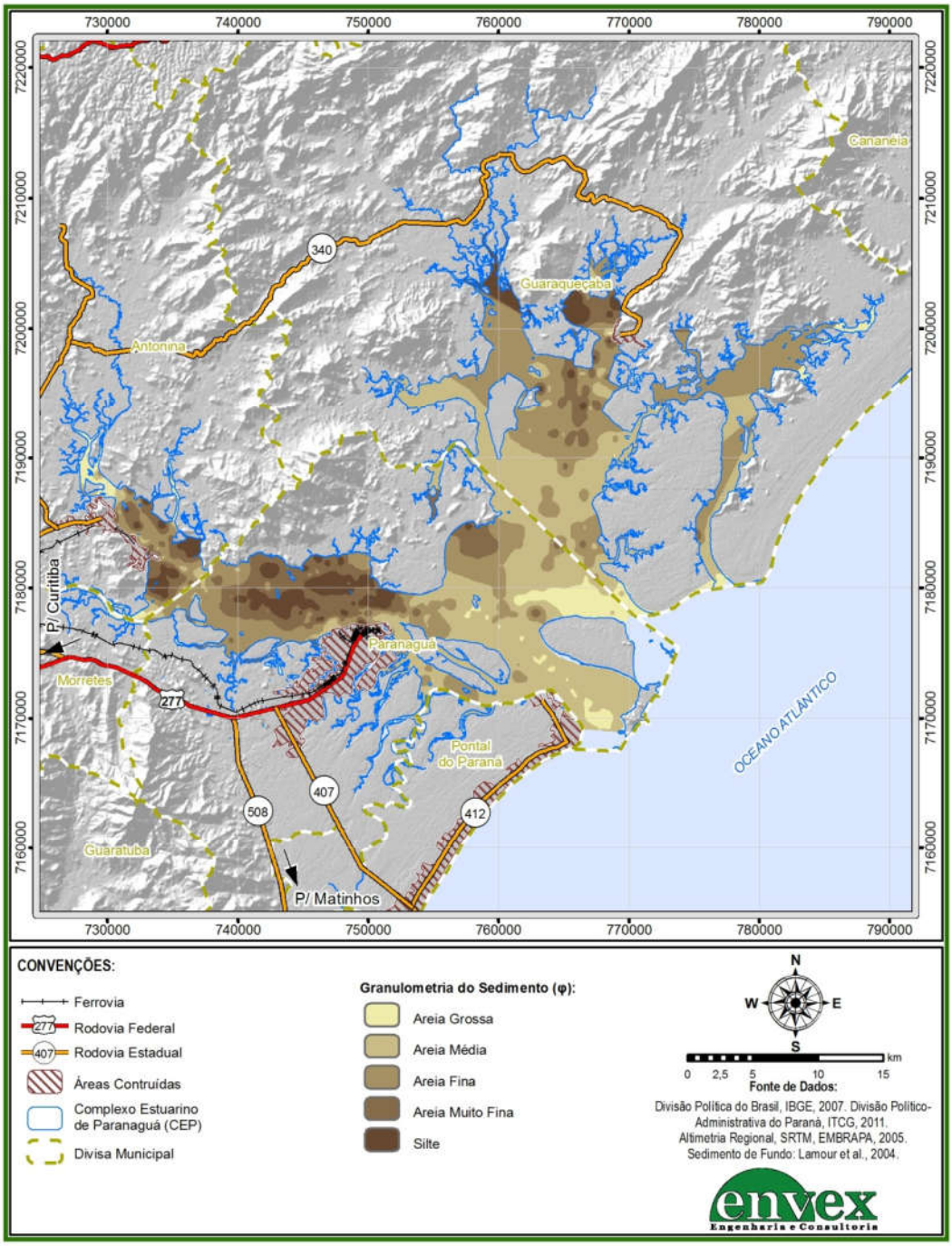
Para as simulações da evolução morfológica são necessárias informações relacionadas ao tipo de sedimento presente no fundo da baía. Com base nas informações levantadas em campo, é realizada uma interpolação geoestatística que resulta em distribuições espaciais

de sedimento de fundo em toda a extensão da área de interesse. O atributo dos elementos da imagem gerada por geoprocessamento é a unidade de medida *phi* (ϕ), que corresponde ao diâmetro da partícula do sedimento; este diâmetro é associado à Escala Granulométrica de *Wentworth*, conforme a Tabela 8.1.79. A Escala Granulométrica de *Wentworth* faz parte das definições da Resolução CONAMA nº454, de 01 de novembro de 2012, que estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional.

Tabela 8.1.79 - Classificação granulométrica dos sedimentos conforme a Escala Granulométrica de Wentworth (1922).

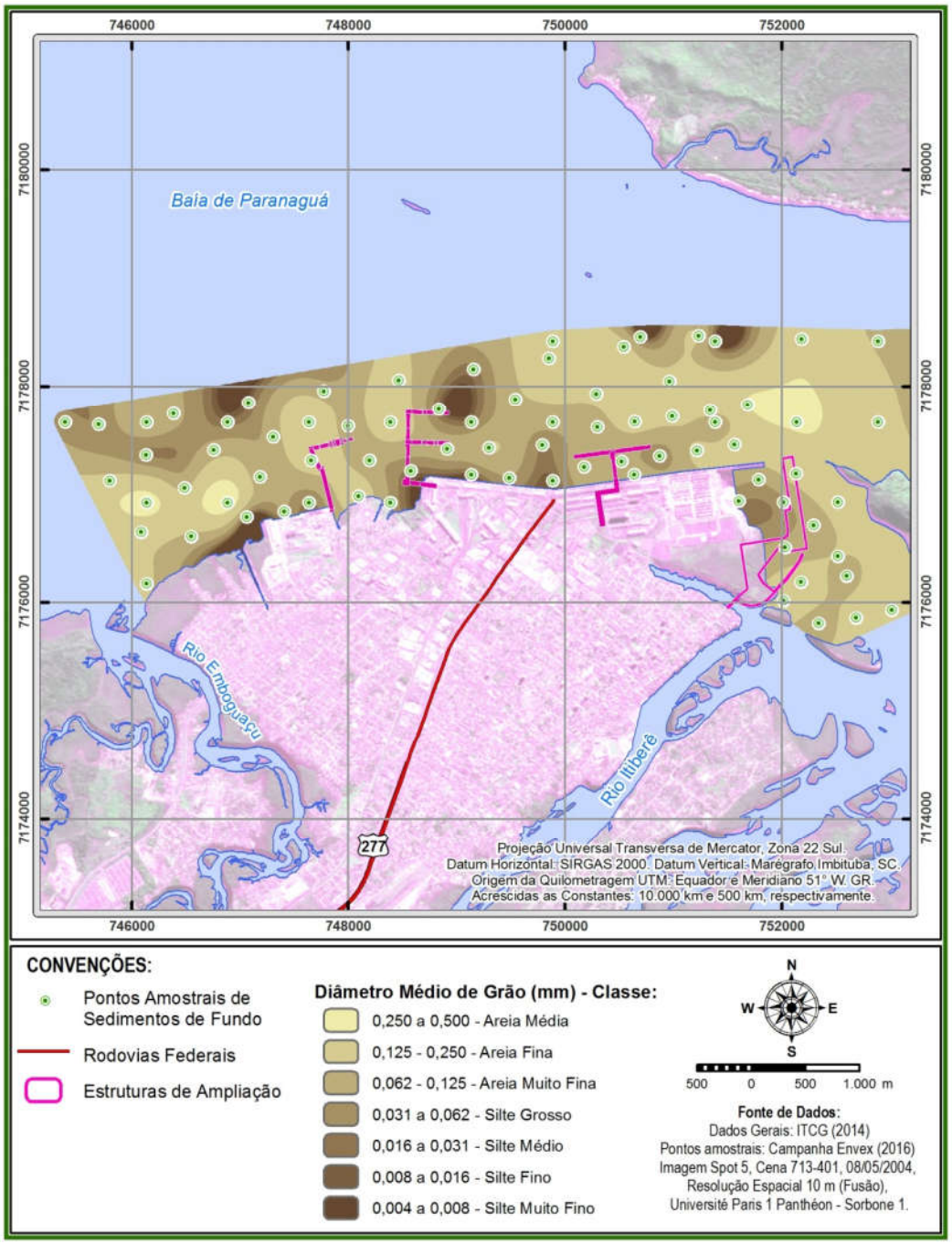
Classificação	phi (ϕ)	Tamanho dos grãos (mm)
Areia muito grossa	-1 a 0	2 a 1
Areia grossa	0 a 1	1 a 0,5
Areia média	1 a 2	0,5 a 0,25
Areia fina	2 a 3	0,25 a 0,125
Areia muito fina	3 a 4	0,125 a 0,062
Silte	4 a 8	0,062 a 0,00394
Argila	8 a 12	0,00394 a 0,0002

Para grande parte da área de interesse para a simulação, os dados de sedimento do fundo da Baía de Paranaguá, foram obtidos no trabalho de Lamour *et al*. (2004) – estes são reproduzidos Figura 8.94. Levantamentos específicos para a área de interesse deste estudo também foram realizados, e uma caracterização mais detalhada é apresentada Figura 8.95. Observa-se, de maneira geral, presença de silte mesclado a areia muito fina na baía de Antonina e em grande parte da baía de Paranaguá, principalmente na região mais próxima à foz dos maiores rios, por onde as águas continentais são drenadas. Próximo à área urbana de Paranaguá tal panorama passa a dar lugar para ao sedimento composto por areia fina e média, nas proximidades da Ilha da Cotinga e na baía das Laranjeiras. Por fim, observa-se a presença de areia grossa a leste da Ilha do Mel e na região costeira adjacente (PLDM, 2010). De maneira geral, os sedimentos presentes na Baía de Paranaguá compreendem o intervalo entre silte e areia grossa, com diâmetros entre cerca de 0,004 mm e 1,0 mm.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.94 - Distribuição da Granulometria do Sedimento de Fundo na Baía de Paranaguá.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.95 - Levantamento dos sedimentos de fundo realizado para este estudo.

8.1.11.3.2.1 Vazões sólidas afluentes

Conforme mencionado anteriormente, uma informação necessária para as modelagens de evolução morfológica é a quantificação do aporte de sedimentos através dos pontos onde há afluência de água à baía (rios); essas informações compreendem as condições de contorno para a modelagem da dinâmica dos sedimentos no fundo.

Os dados de aporte de sedimentos utilizados neste estudo são baseados no estudo apresentado por Mantovanelli (1999) – neste estudo foram levantados dados de vazão, concentração de material particulado em suspensão (MPS), fluxo diário de MPS e área total das bacias de drenagem para o verão de 1997 e para o inverno de 1998, conforme mostrado na Figura 8.96 e na Figura 8.97, respectivamente.

rio	Q_T ($m^3 s^{-1}$)	*MPS* ($mg l^{-1}$)	*Qs* $g s^{-1}$	fluxo ($kg km^{-2} dia^{-1}$)	área total (km^2)
Cachoeira	25,34	8,22	232,60	48,41	415,13
Nhundiaquara	2,36	0,72	1,80	0,69	223,93
Sagrado	0,40	4,63	3,54	2,25	136,03
Marumbi	0,59	1,24	0,87	0,69	107,93
Pinto	0,61	6,30	3,93	4,21	80,61
Faisqueira	0,50	2,34	2,58	3,83	58,17
Sapetanduva	0,11	2,47	0,48	0,95	43,91
Nunes	0,56	0,00	0,00	0,00	36,94
Cacatu	0,44	0,18	0,10	0,23	36,36
Jacareí	0,15	1,93	0,40	1,00	34,29
Rio do Cedro	0,44	0,44	0,30	0,84	31,46
Cupiúva	0,10	9,15	4,02	13,31	26,08
Xaxim	0,10	1,49	0,20	0,69	25,54
São Joãozinho	0,00	9,23	0,00	0,00	24,22
Passa Sete	0,03	14,23	0,71	2,94	20,79
Rio do Meio	0,00	0,00	0,00	0,00	19,80
Piedade	0,27	38,71	11,39	54,46	18,07
Moura	0,02	2,40	0,07	0,59	9,72
Curitibaíba	0,05	0,57	0,03	0,30	9,14
Rio da Venda	0,43	3,64	2,19	20,89	9,04

Figura 8.96 - Campanha de coleta de dados no verão de 1997 (dias 13, 15 e 16/02/1998). Fonte: Mantovanelli(1999).

rio	Q_T ($m^3 s^{-1}$)	MPS ($mg\ l^{-1}$)	Qs ($g\ s^{-1}$)	fluxo ($kg\ km^{-2}\ dia^{-1}$)	área total (km^2)
Cachoeira	46,85	22,94	1074,79	223,69	415,13
Nhundiaquara	34,95	13,09	457,51	176,52	223,93
Sagrado	7,15	40,98	191,62	121,71	136,03
Marumbi	12,46	1,15	14,28	11,43	107,93
Pinto	5,14	53,10	273,17	292,80	80,61
Faisqueira	5,82	22,88	123,50	183,43	58,17
Sapetanduva	3,53	14,48	51,12	100,59	43,91
Nunes	2,62	0,14	0,38	0,89	36,94
Cacatu	7,23	0,26	1,85	4,39	36,36
Jacareí	3,34	6,57	21,95	55,31	34,29
Rio do Cedro	2,92	4,16	12,18	33,44	31,46
Cupiúva	2,51	23,70	59,58	197,36	26,08
Xaxim	2,07	7,81	16,18	54,73	25,54
São Joãozinho	1,24	8,52	10,60	37,79	24,22
Passa Sete	0,82	14,66	11,98	49,81	20,79
Rio do Meio	0,61	0,48	0,30	1,29	19,80
Piedade	1,71	9,89	16,92	80,93	18,07
Moura	0,48	12,60	6,11	54,28	9,72
Curitibaíba	0,33	11,13	3,70	34,98	9,14
Rio da Venda	1,81	3,76	6,80	65,00	9,04

Figura 8.97 - Campanha de coleta de dados no verão de 1998 (dias 12 e 13/02/1998). Fonte: Mantovanelli(1999).

No modelo devem ser inseridos dados de carga de sedimentos nos mesmos pontos onde há aporte de vazão líquida, ou seja, nos rios Guaraqueçaba, Tagaçaba, Faisqueira, Cachoeira, Nunes, e Nhundiaquara. Para tanto, seguindo a mesma ideia das vazões afluentes, a partir dos valores para inverno e verão apresentadas por Mantovanelli (1999), foram calculadas as concentrações médias de material particulado em suspensão para cada um dos rios citados anteriormente; estas são apresentadas na Tabela 8.1.80 para as situações de inverno e verão. Para os afluentes em que não há dados, foram utilizadas as médias de MPS medidos em todos os rios.

Tabela 8.1.80 – Concentrações de material em suspensão utilizados nas simulações.

Rio	Material particulado em suspensão (mg/L)
Nhundiaquara	6,905
Nunes	0,07
Cachoeira	15,58
Faisqueira	12,61
Tagaçaba	2,01
Guaraqueçaba	2,01

8.1.11.3.2.2 Dados de maré e definição das constantes harmônicas

Para simular a maré astronômica forçando a circulação no interior da baía é necessário definir um conjunto de constantes harmônicas no contorno aberto (área externa) da baía. Para obter esse conjunto de constantes, podem ser utilizados dados de nível de maré medidos. O conjunto de constantes harmônicas pode ser obtido através do modelo SisBaHiA utilizando a ferramenta de Análise de Maré – a partir dos dados medidos esta ferramenta gera um conjunto de constantes harmônicas capaz de reproduzir variações aproximadamente iguais áquelas medidas – caso este conjunto de constantes não gere resultados satisfatórios, ele pode ser ajustado de forma a representar melhor as variações de nível de maré no ponto de interesse.

Para as simulações realizadas nesse estudo, as constantes harmônicas foram obtidas a partir dos dados da superfície livre medidos pela EnvEx por meio do CEM (Centro de Estudos do Mar) no Canal da Cotinga (Lat: -25^{o} 33’16’’ Long: -48^{o} 24’36’’) no período de 24/02/2009 a 27/03/2009. Utilizando a ferramenta de Análise de Maré do SisBaHiA e os dados do Canal da Cotinga, foi obtido um conjunto de constantes harmônicas semelhante ao apresentado na Tabela 8.1.81. A partir desse conjunto inicial, foi realizada uma calibração dessas constantes.

O procedimento para a calibração foi feito variando as amplitudes das constantes harmônicas com mais significativas, a saber: M_2, S_2, O_1 e M_3. Assim, diversos conjuntos de constantes, diferenciados por valores de M_2, S_2, O_1 e M_3 foram testados no modelo hidrodinâmico, mantendo as demais constantes harmônicas constantes – foram realizadas simulações hidrodinâmicas para aproximadamente um mês (24/02/2009 a 27/03/2009) – foram usados dados de vento referentes a esse período. Comparações entre as elevações medidas e modeladas foram realizadas. O conjunto de constantes que gerou os melhores resultados é o apresentado na Tabela 8.1.81. A Figura 8.98 mostra a comparação entre os valores da superfície livre obtidos pelo modelo e os medidos. Nota-se uma boa concordância entre os resultados, no que se refere à fase e à amplitude. Assim, é possível afirmar que a simulação numérica usada para caracterizar a circulação hidrodinâmica do CEP é adequada e pode ser usada de modo qualitativo.

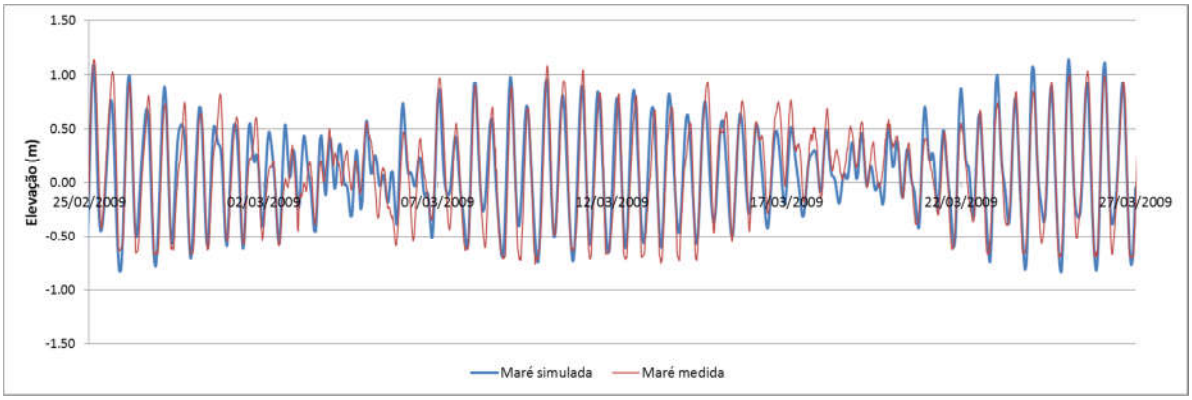


Figura 8.98 - Comparação entre os valores de elevação (posição da superfície livre) obtidos pelo modelo (vermelho) e os valores medidos (azul) no Canal da Cotinga.

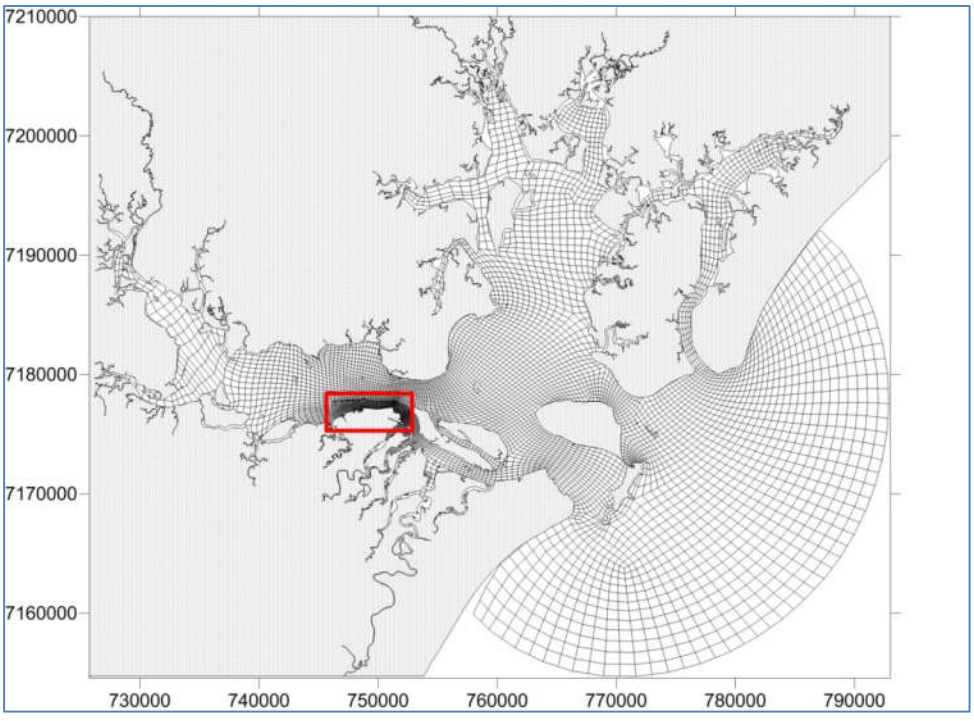
Tabela 8.1.81 - Constantes harmônicas utilizadas nas modelagens.

Constante	Período (seg)	Amplitude (m)	Fase (rad)
S_2	43200,00	0,3931	1,47
M_2	44714,16	0,3793	1,31
O_1	92949,63	0,1156	1,27
M_3	29809,44	0,1020	3,97
M_4	22357,08	0,0817	3,54
K_1	86164,09	0,0760	2,57
MS_4	21972,02	0,0613	1,05
MK_3	29437,70	0,0599	3,37
MN_4	22569,03	0,0572	4,95
Q_1	96726,08	0,0308	1,14
M_1	89399,69	0,0138	4,93
MO_3	30190,69	0,0131	2,06
N_2	45570,05	0,0111	3,40
SK_3	28773,74	0,0071	5,25
M_Sf	1275721,42	0,0065	4,90
OO1	80301,87	0,0052	3,61
S4	21600,00	0,0052	4,52
2SM6	14564,40	0,0052	4,78
J1	83154,52	0,0035	4,09
KQ1	77681,65	0,0033	3,48
2Q1	100822,40	0,0030	1,02
2MS6	14732,60	0,0020	4,89
2MK5	17751,17	0,0019	1,41
KJ2	42316,28	0,0014	3,76
M6	14904,72	0,0014	0,78

Constante	Período (seg)	Amplitude (m)	Fase (rad)
M8	11178,54	0,0012	4,84
2MN6	14998,62	0,0009	2,68
3MK7	12706,71	0,0008	3,60
2SK5	17270,54	0,0003	4,14

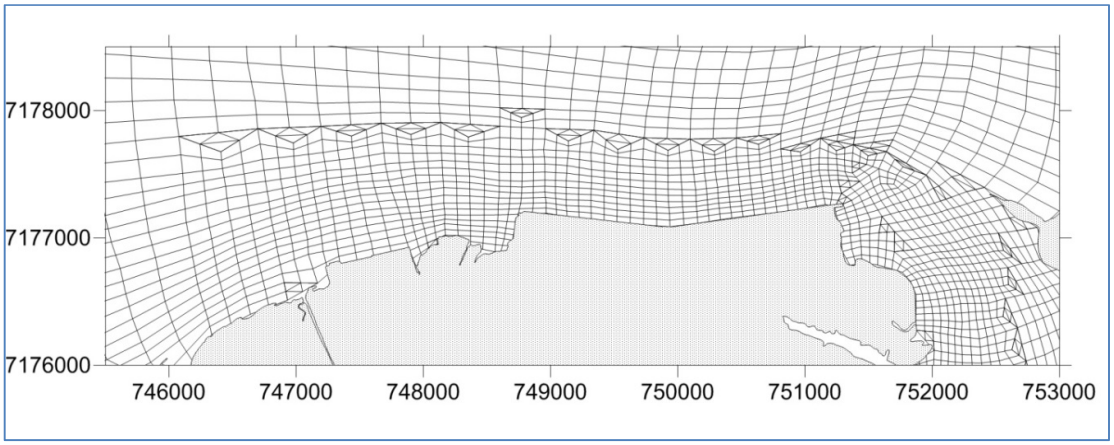
8.1.11.3.2.3 Grade numérica para modelagem

O SisBaHiA® usa o método dos elementos finitos para a discretização espacial e o método de diferenças finitas para a discretização temporal. Desta forma, o domínio de modelagem deve ser discretizado em elementos, sobre os quais são realizados os cálculos. Os elementos podem possuir seis ou nove pontos de cálculo, sendo três nos vértices no caso de elementos triangulares, ou quatro no caso de elementos quadrangulares; ambos os tipos são utilizados neste estudo. Os pontos de cálculo são denominados nós. A malha usada na discretização do domínio é mostrada na Figura 8.99; na Figura 8.100 é apresentado o detalhamento da grade na área de maior interesse nesse estudo – nesta região optou-se por utilizar uma malha mais detalhado do que no restante do domínio. Esta malha é composta por 1771 elementos quadrangulares, 44 elementos triangulares, totalizando 7860 nós.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.99 - Grade numérica do modelo para toda a área de estudo. Em vermelho: área de interesse desse estudo.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.100 - Detalhe da grade numérica do modelo – região de interesse do estudo.

A batimetria, informação fundamental para a definição do domínio de modelagem; foi apresentada na seção 8.1.11.3.2.1. O coeficiente de atrito do fundo, usado nas simulações, pode ser calculado via coeficiente de Chèzy. Este coeficiente depende da amplitude da rugosidade equivalente de fundo, definida a partir da composição e da distribuição de sedimentos no fundo. Para cada ponto da malha, a rugosidade equivalente de fundo foi definida considerando a distribuição espacial de sedimentos apresentada na seção 8.1.11.3.2.1. Os valores de amplitude da rugosidade equivalente de fundo utilizados para cada tipo de sedimento são apresentados na Tabela 8.1.82

Tabela 8.1.82 - Rugosidades equivalentes de fundo para cada tipo de sedimento.

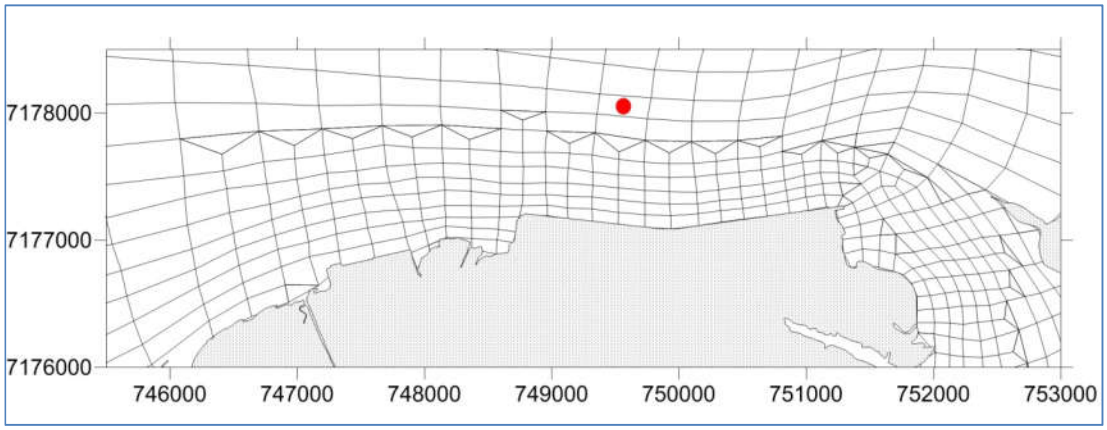
Tipo do sedimento	Rugosidade equivalente de fundo (m)
Areia grossa	0,0375
Areia média	0,0200
Areia fina	0,0150
Areia muito fina	0,0070
Silte grosso	0,0050
Argila	0,001

8.1.11.4 Resultados do modelo de hidrodinâmica

Neste item são apresentados os resultados das simulações hidrodinâmicas respectivamente para os cenários Verão e Inverno, os quais permitem avaliar o efeito da sazonalidade sobre a hidrodinâmica da região de interesse do estudo. Os resultados são apresentados por meio

de figuras que mostram variações temporais em um ponto de interesse, e de distribuições espaciais instantâneas (“fotos” momentâneas da área de interesse) e probabilidades de ocorrência de determinadas velocidades de corrente.

As variações temporais de elevação e de velocidade de corrente são apresentadas para o ponto destacado na Figura 8.101.



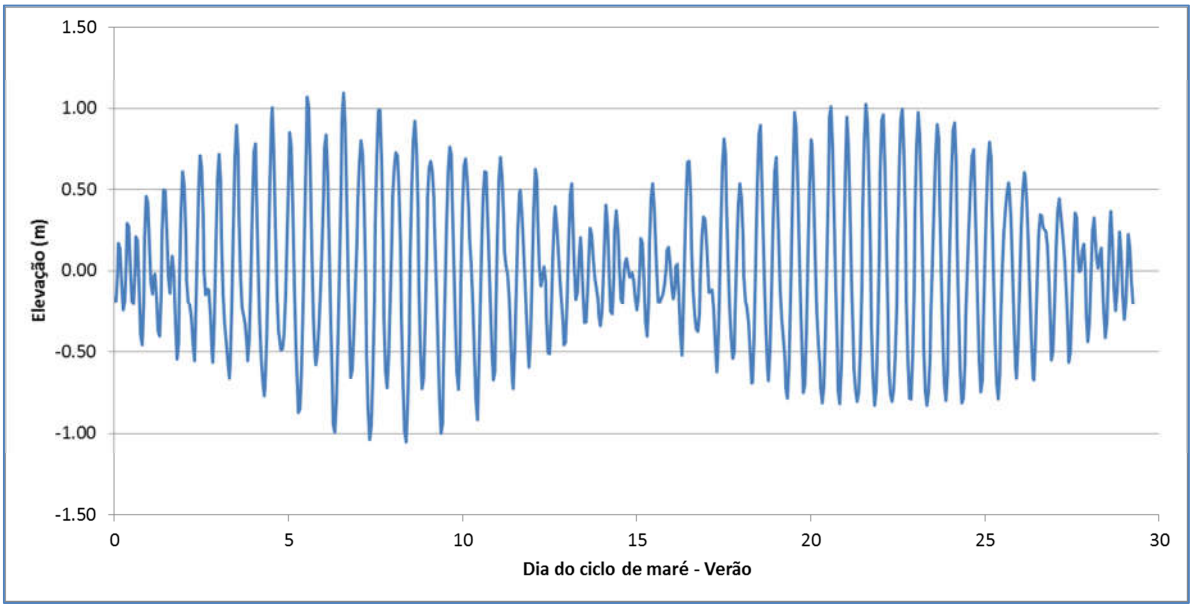
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.101 - Localização do ponto para o qual serão apresentadas as séries temporais.

As distribuições espaciais de velocidades de corrente são apresentadas para tempos de simulação que representam situações de sizígia e quadratura, em momentos de preamar, baixamar, meia-maré vazante e meia-maré enchente – estes períodos foram definidos com base nas séries temporais de elevação para cada cenário. Probabilidades de ocorrência de velocidades de corrente maiores do que 0,1 m/s e menores do que 0,01 m/s em toda a Baía de Paranaguá durante um ciclo de maré também serão apresentadas.

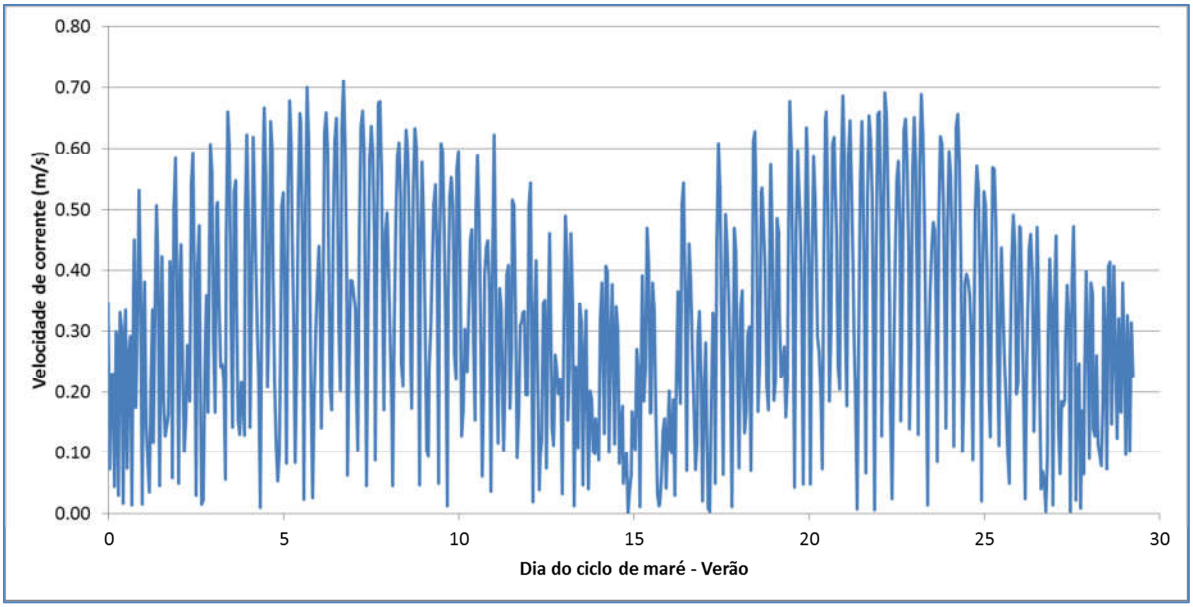
8.1.11.4.1 Resultados para o cenário verão

Para o cenário Verão, a Figura 8.102 apresenta a evolução temporal de elevação do nível da superfície livre; para o mesmo ponto, a Figura 8.103 mostra a evolução temporal da velocidade de corrente. Para a elevação, observa-se que os valores variam entre aproximadamente -1,0 m e 1,0 m. Já as velocidades máximas, no ponto analisado, são da ordem de 0,7 m/s.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.102 - Série temporal de elevação – Verão.

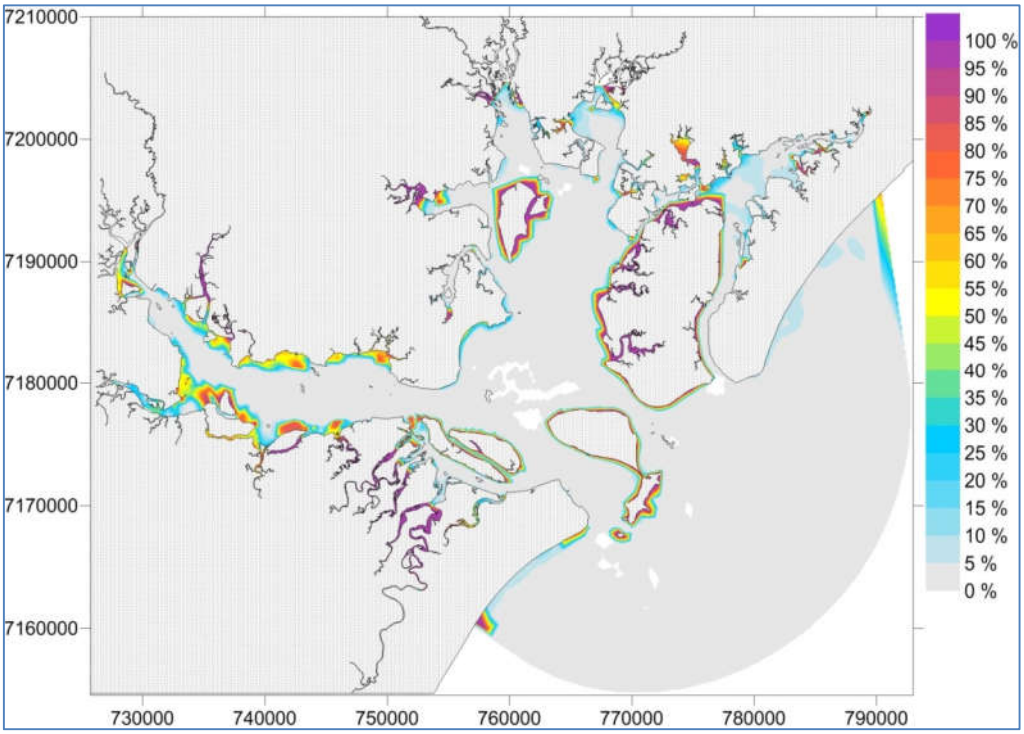


Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.103 - Série temporal de velocidade de corrente – Verão.

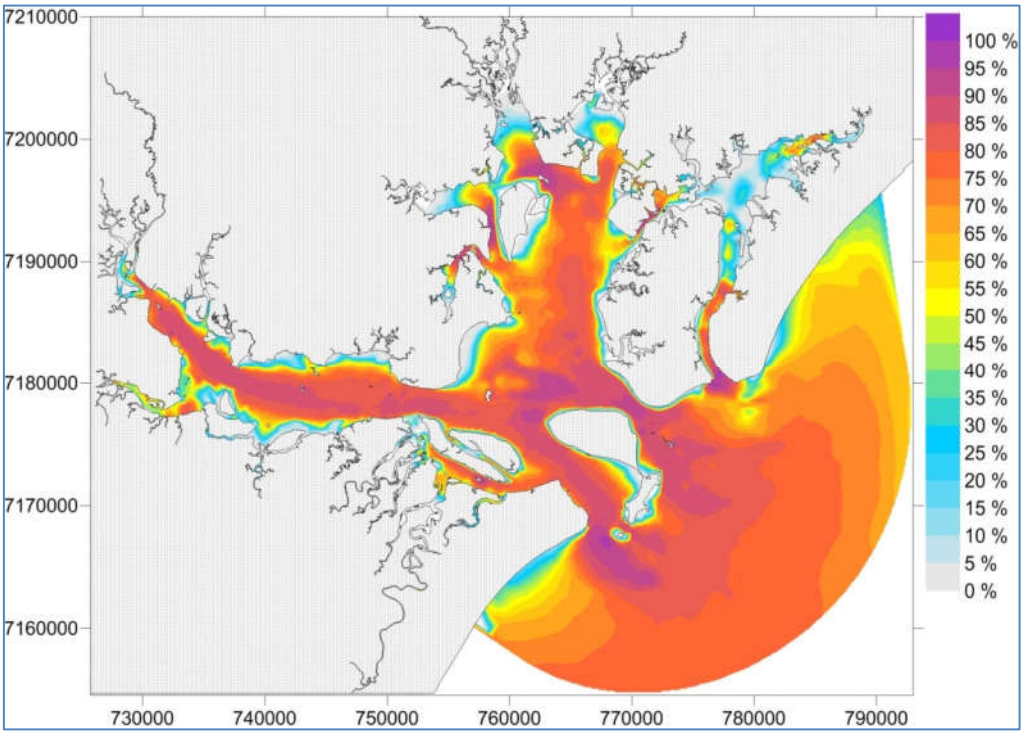
Para o cenário Verão, a Figura 8.104 apresenta as probabilidades de ocorrência de velocidades de corrente menores do que 0,01 m/s; a Figura 8.105 apresenta as probabilidades de ocorrência de velocidades de corrente maiores do que 0,1 m/s durante o ciclo de maré característico de verão. De maneira geral, observam-se altas probabilidades de ocorrência de baixas velocidades em algumas regiões das bordas da baía. Já

velocidades maiores, ocorrem em regiões de maior profundidade - os resultados mostram que os canais formados pela Ilha do Mel (Canal da Galheta e Desembocadura Norte) e Canal do Superagui (direção Sul – Norte) tendem a guiar o campo de correntes na direção paralela aos contornos, intensificando seus valores; em parte do Canal da Galheta, a probabilidade de ocorrência de velocidades maiores do que 0,1 m/s ultrapassa 80% do tempo.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.104 - Probabilidades de ocorrência de velocidades de corrente menores do que 0,01 m/s – Verão.

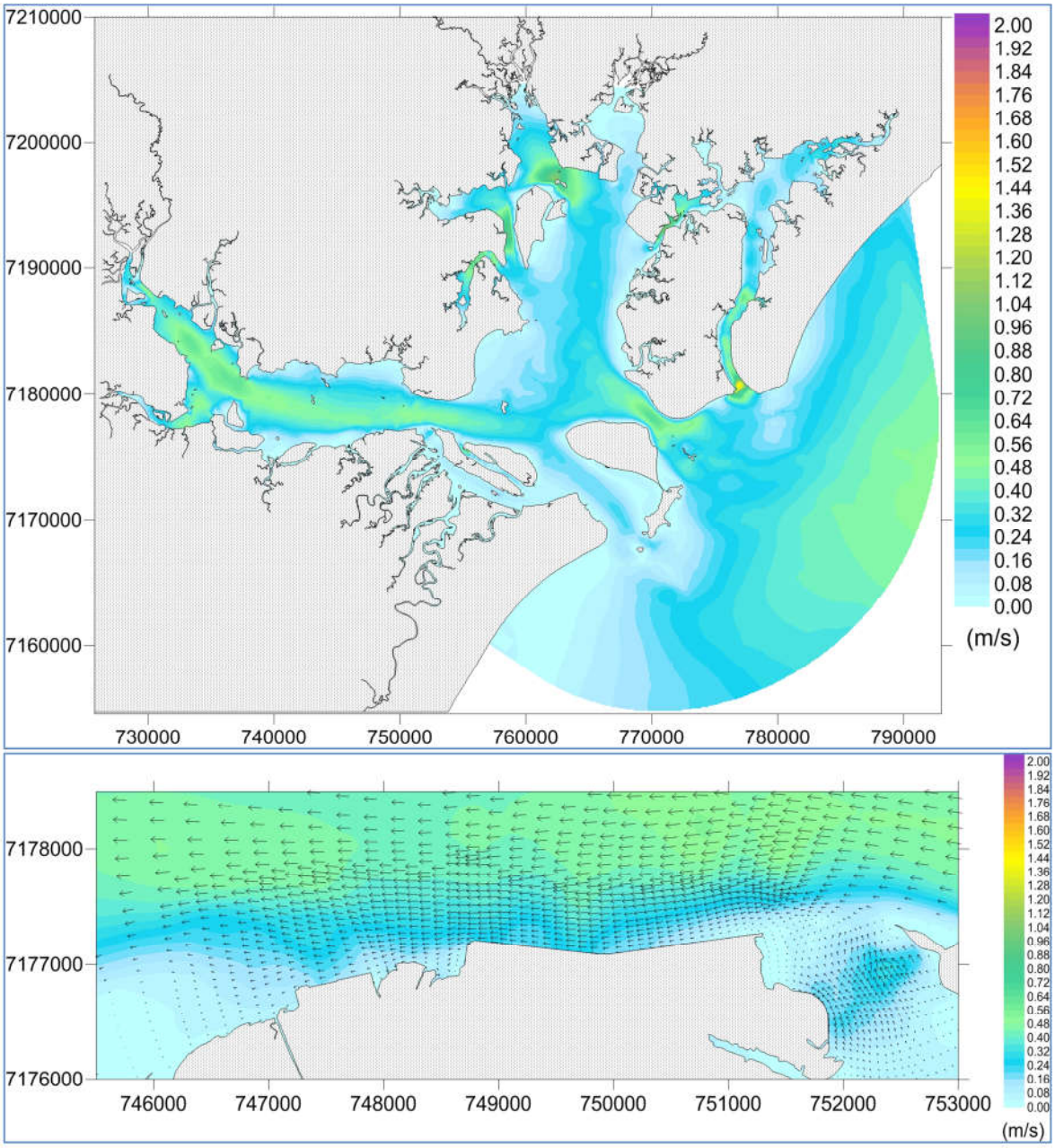


Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.105 - Probabilidades de ocorrência de velocidades de corrente maiores do que 0,1 m/s – Verão.

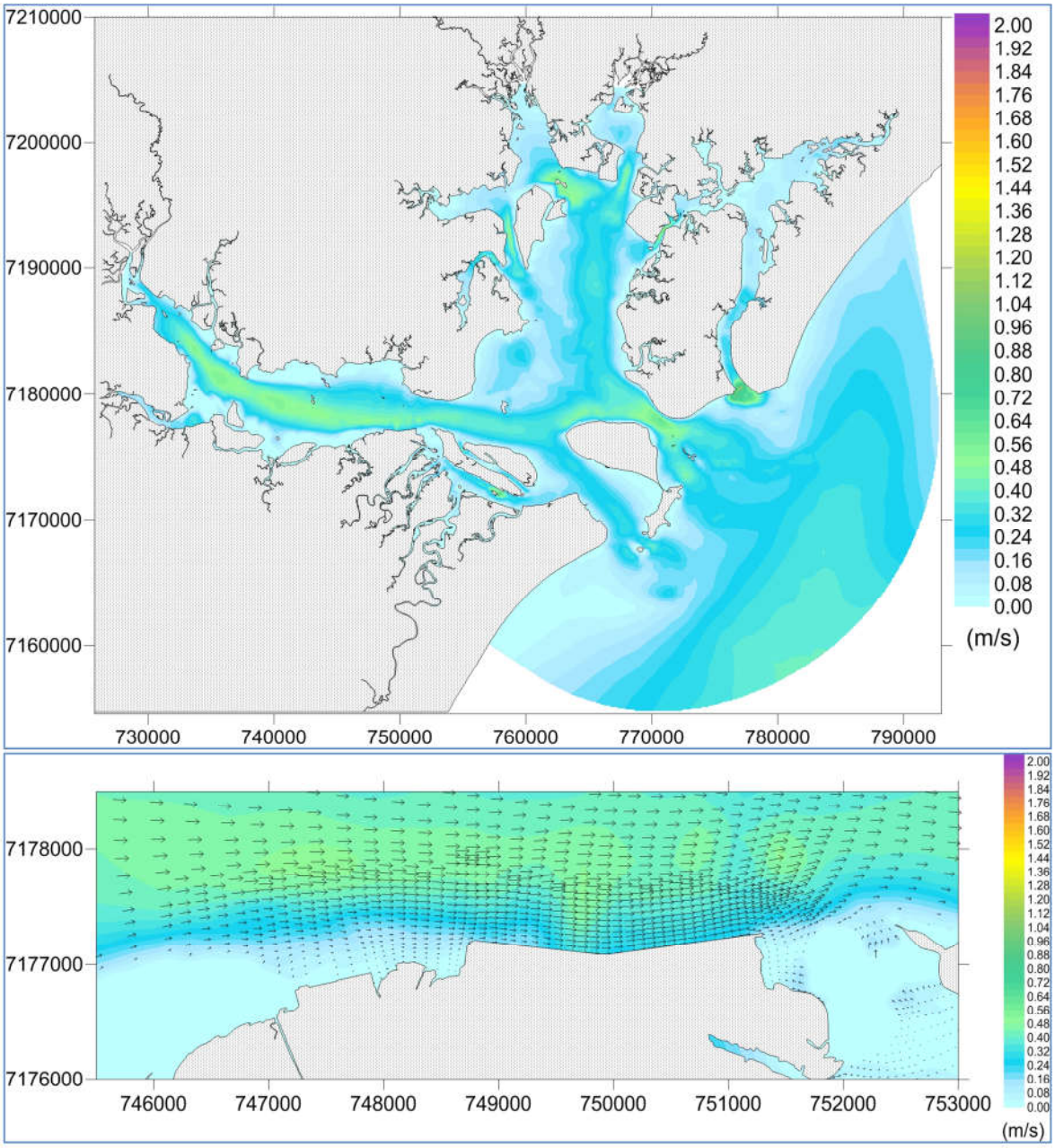
As distribuições espaciais das velocidades de corrente são apresentadas da Figura 8.106 até a Figura 8.113 – em todas as figuras é apresentado o campo de velocidades para toda a baía, e um detalhe para a região de maior interesse desse estudo. No detalhe, os vetores indicam as direções das velocidades de corrente. Os resultados apresentados correspondem aos períodos de sizígia e quadratura, combinados com preamar, baixamar, meia-maré vazante e meia-maré enchente.

Em sizígia, para as situações de baixamar e preamar, as velocidades de corrente não ultrapassam 0,50 m/s; para meia-maré vazante e meia-maré enchente, as velocidades chegam a ordem de 1,0 m/s. Em quadratura, predominam velocidades da ordem de 0,35 m/s. Considerando toda a baía, as maiores velocidades encontram-se na área da Desembocadura Sul, entre as Ilhas da Galheta e do Mel. Neste local a velocidade chega a cerca de 1,35 m/s.



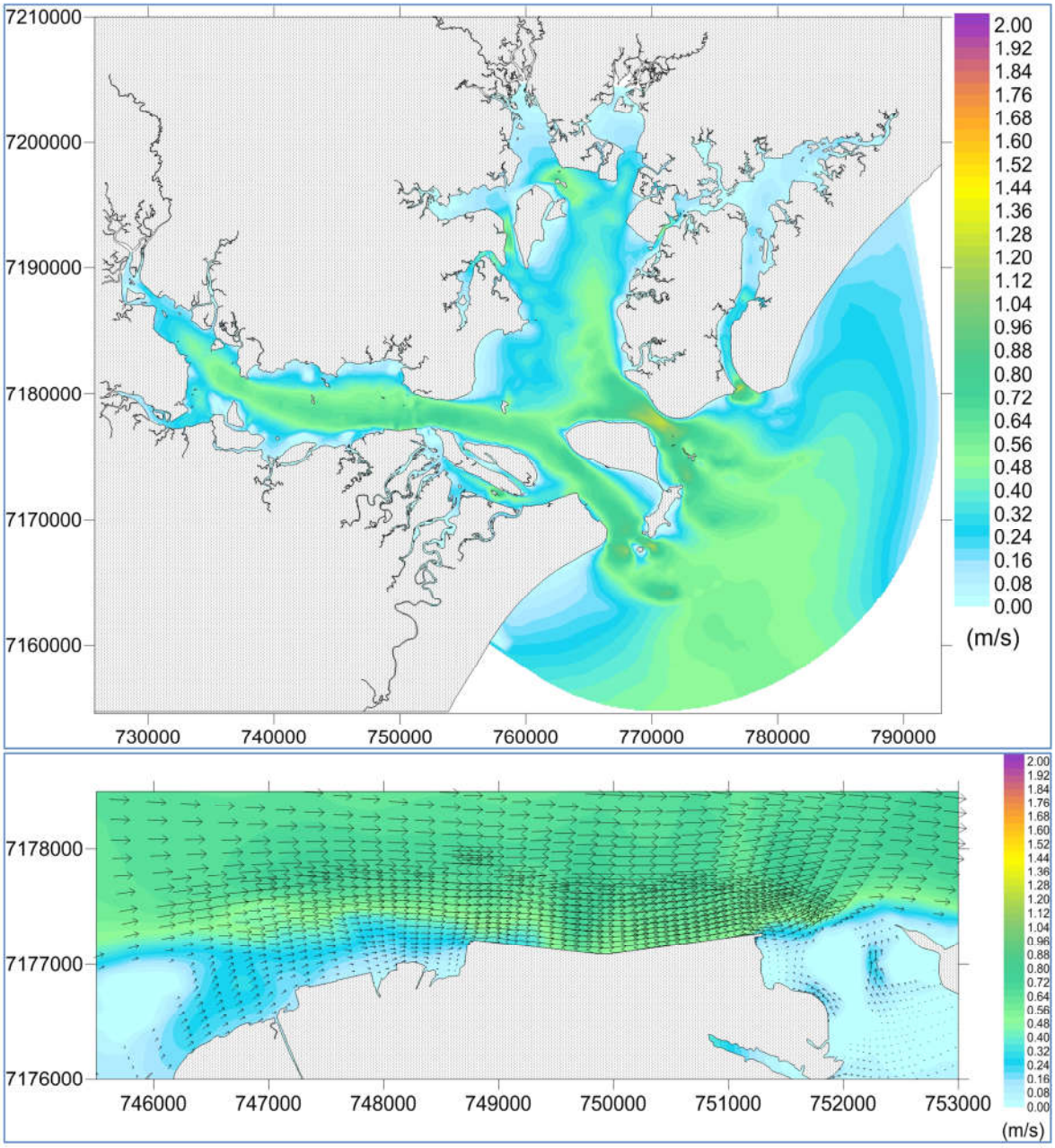
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.106 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de preamar – sizígia – Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse.



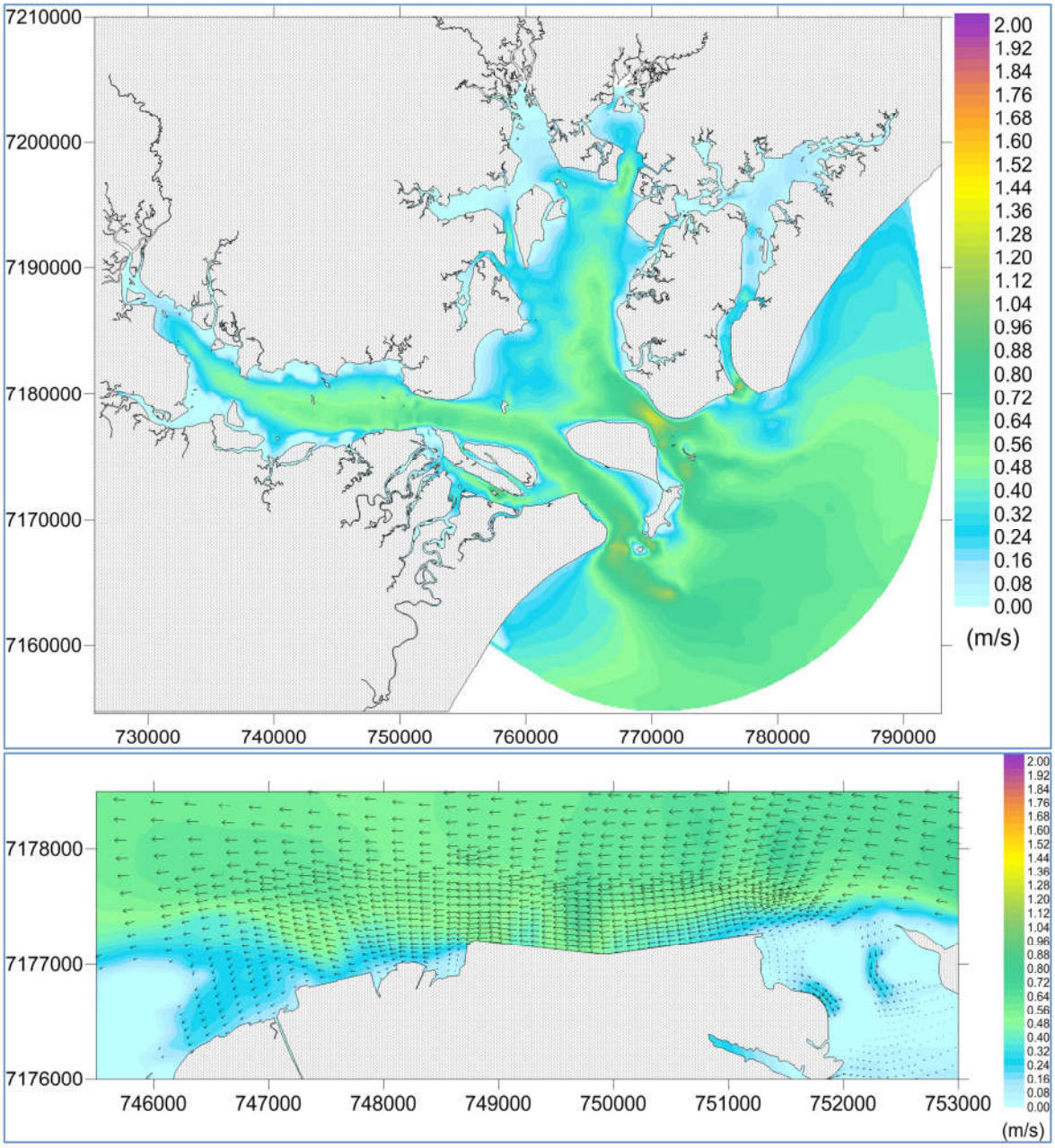
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.107 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de baixamar – sizígia –Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse.



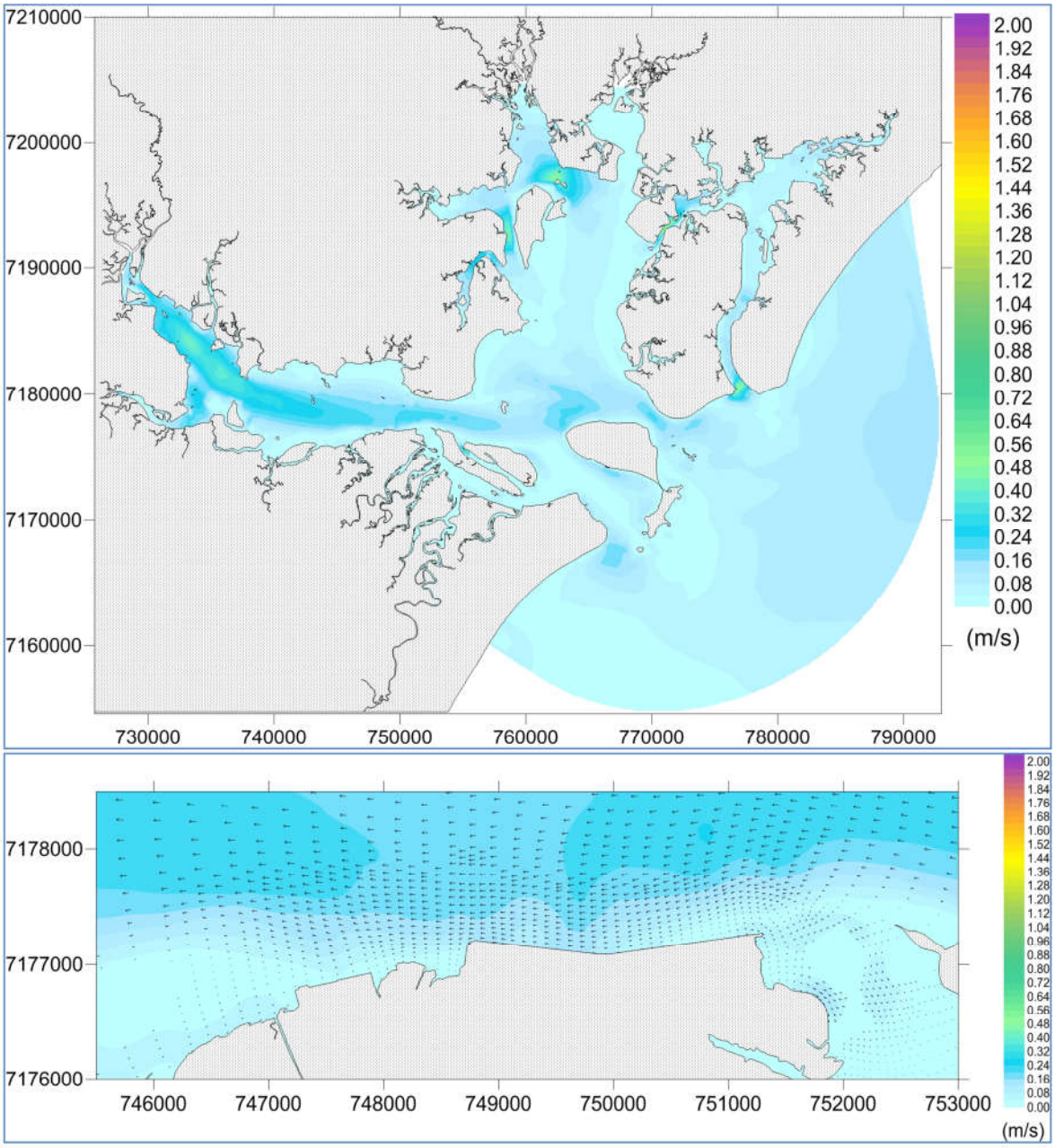
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.108 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré vazante – sizígia – Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse.



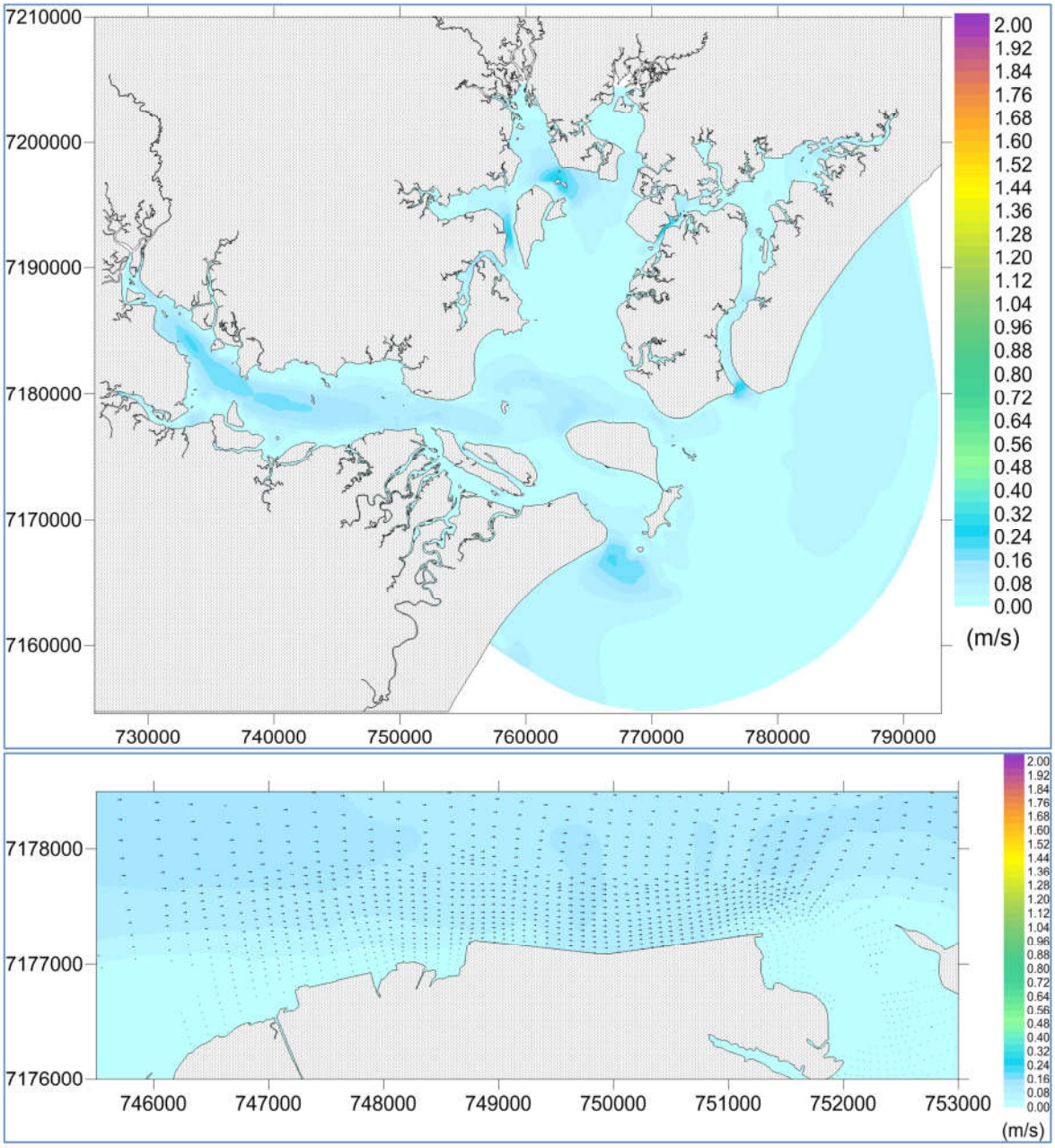
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.109 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré enchente – sizígia – Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse.



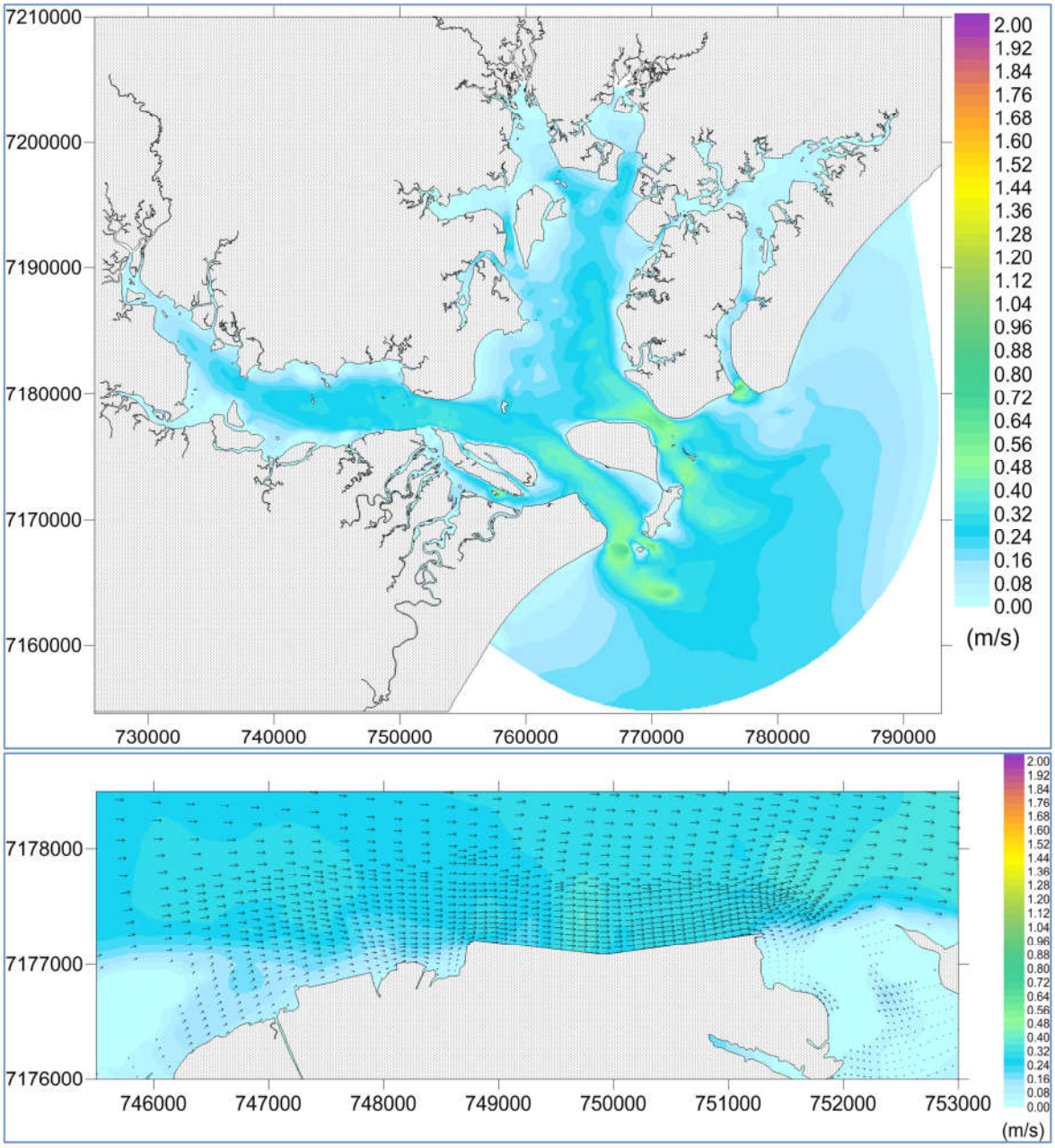
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.110 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de preamar – quadratura – Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse.



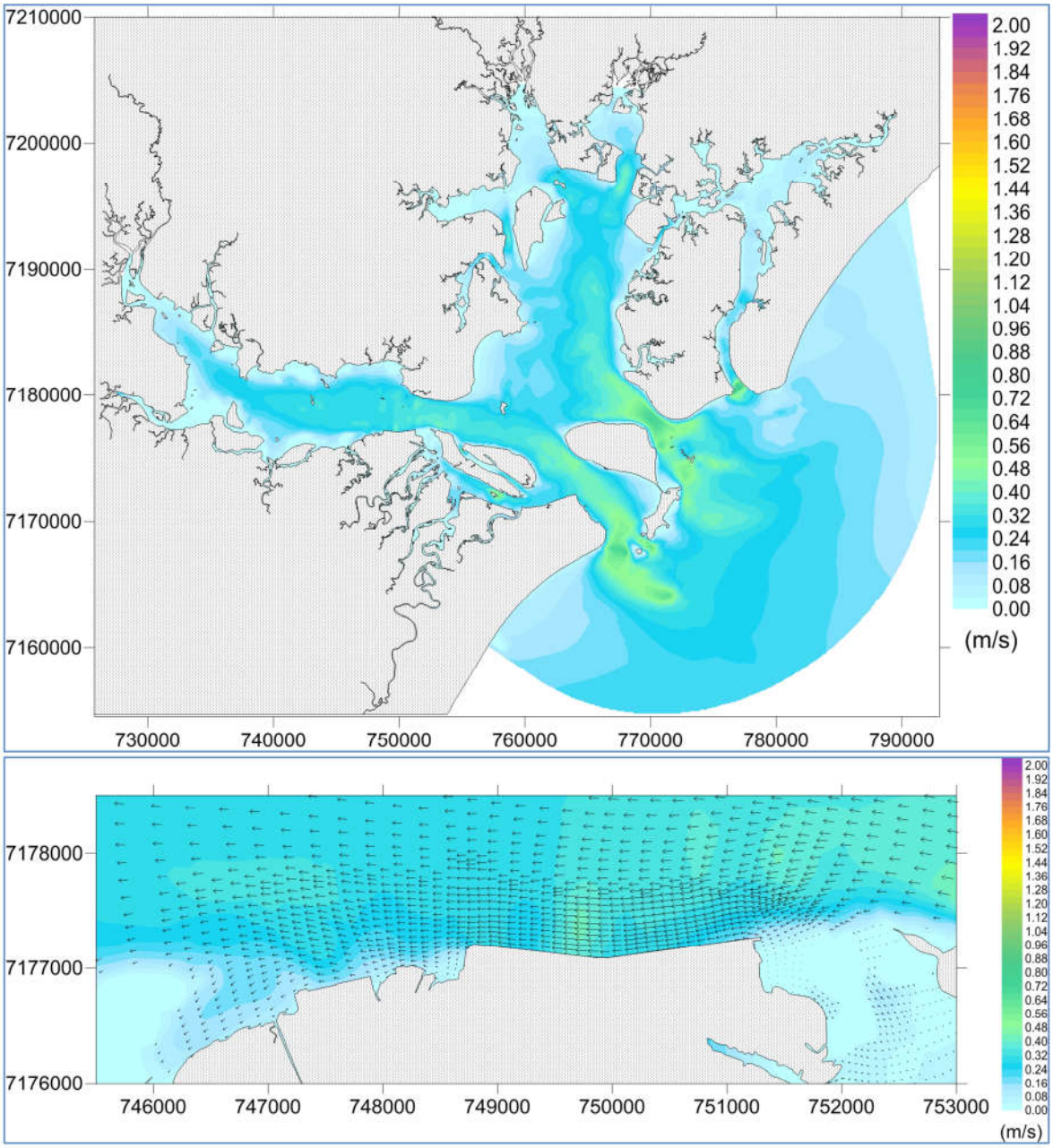
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.111 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de baixamar – quadratura – Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.112 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré vazante – quadratura –Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.113 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré enchente – quadratura – Verão. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse.

8.1.11.4.1 Resultados para o cenário inverno

De maneira semelhante ao cenário de Verão, para o Inverno também são apresentados resultados temporais para elevação do nível da superfície livre (Figura 8.114) e para as velocidades de corrente (Figura 8.115). Para o ponto considerado, os valores observados

são semelhantes aos do cenário anterior – a elevação varia entre -1,0 m e 1,0 m, enquanto as velocidades de corrente máximas (que ocorrem em conjunto com as maiores elevações), são da ordem de 0,70 m/s.

A Figura 8.116 apresenta as probabilidades de ocorrência de velocidades de corrente menores do que 0,01 m/s enquanto a Figura 8.117 apresenta as probabilidades de ocorrência de velocidades de corrente maiores do que 0,1 m/s durante o ciclo típico de maré de inverno. Da mesma forma que no cenário de Verão, Maiores velocidades ocorrem sempre nas regiões mais profundas; baixas velocidades ocorrem em bordas da baía. Ainda, os resultados mostram que os canais formados pela Ilha do Mel (Canal da Galheta e Desembocadura Norte) e Canal do Superagui (direção Sul – Norte) tendem a guiar o campo de correntes na direção paralela aos contornos, intensificando seus valores. Na região do Canal da Galheta é possível que ocorram velocidades de corrente maiores do que 0,1 m/s em cerca 90% do tempo.

Para o Inverno, as distribuições espaciais das velocidades de corrente são apresentadas da Figura 8.118 até a Figura 8.125. Novamente, os resultados espaciais são semelhantes aos dos cenários de Verão: em sizígia, para as situações de baixamar e preamar, as velocidades de corrente máximas são da ordem de 0,50 m/s. Para meia-maré vazante e meia-maré enchente, as velocidades são da ordem de 1,0 m/s. Em quadratura, predominam velocidades da ordem de 0,4 m/s. Considerando toda a baía, as maiores velocidades encontram-se na área da Desembocadura Sul, entre as Ilhas da Galheta e do Mel. Neste local a velocidade chega a 1,4 m/s.

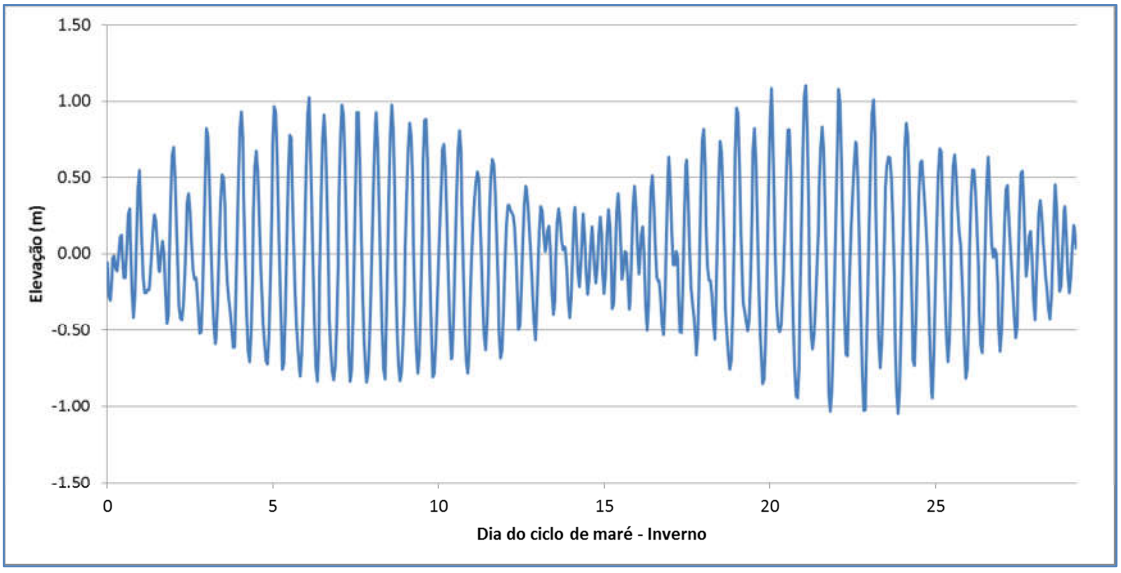


Figura 8.114 - Série temporal de elevação – Inverno.

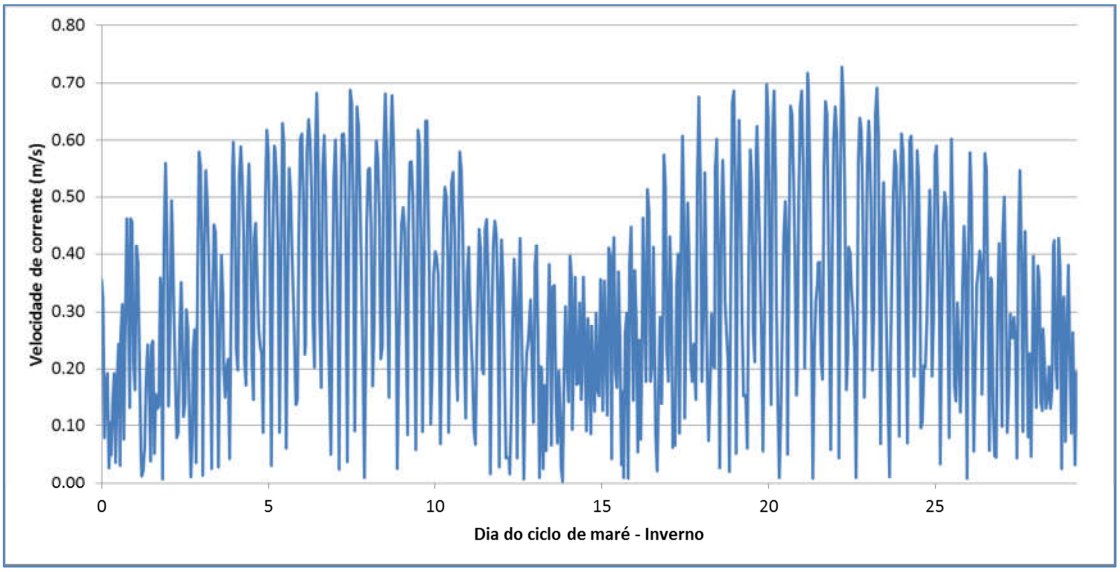
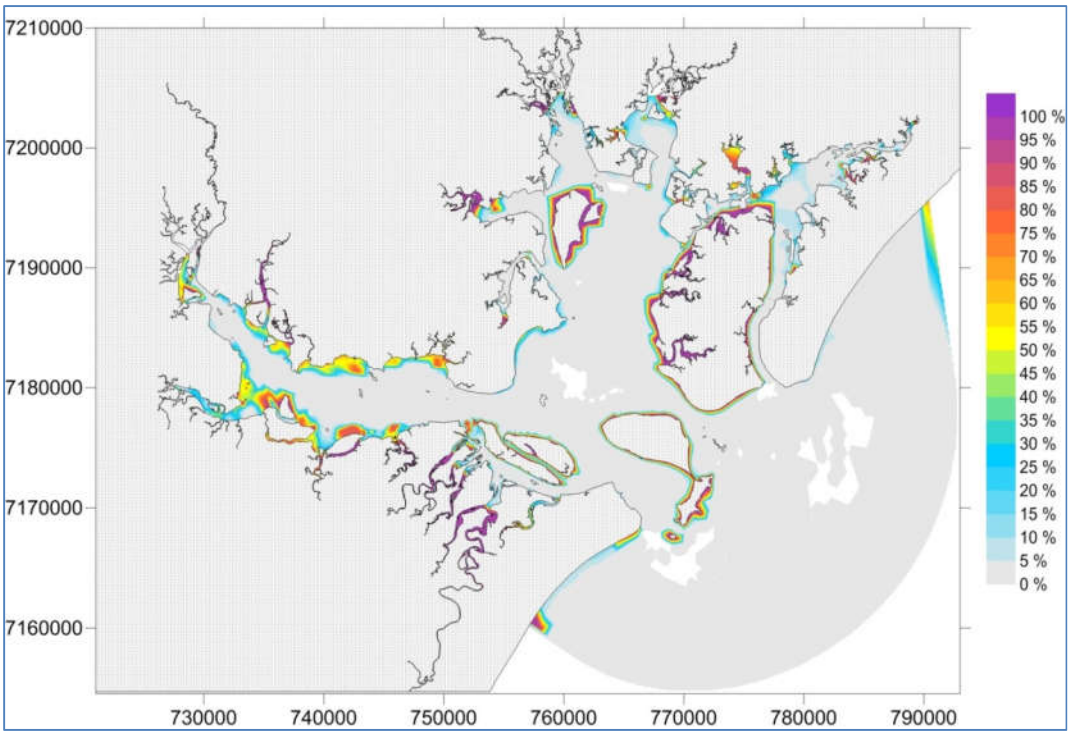
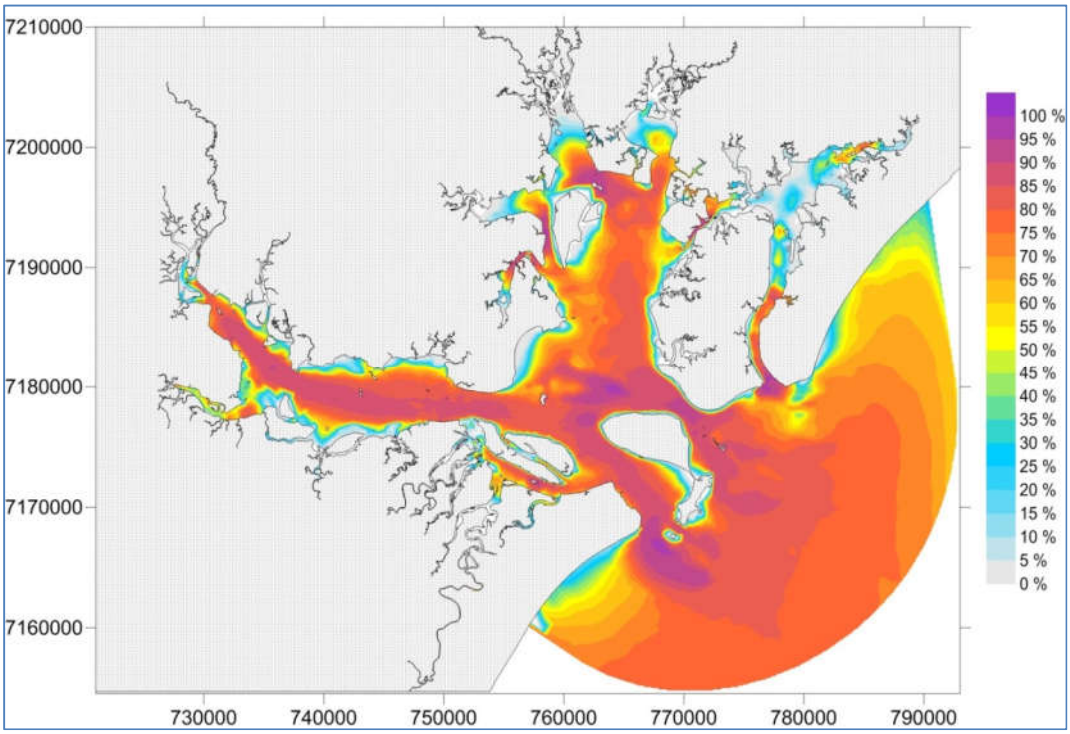


Figura 8.115 - Série temporal de velocidade de corrente – Inverno.



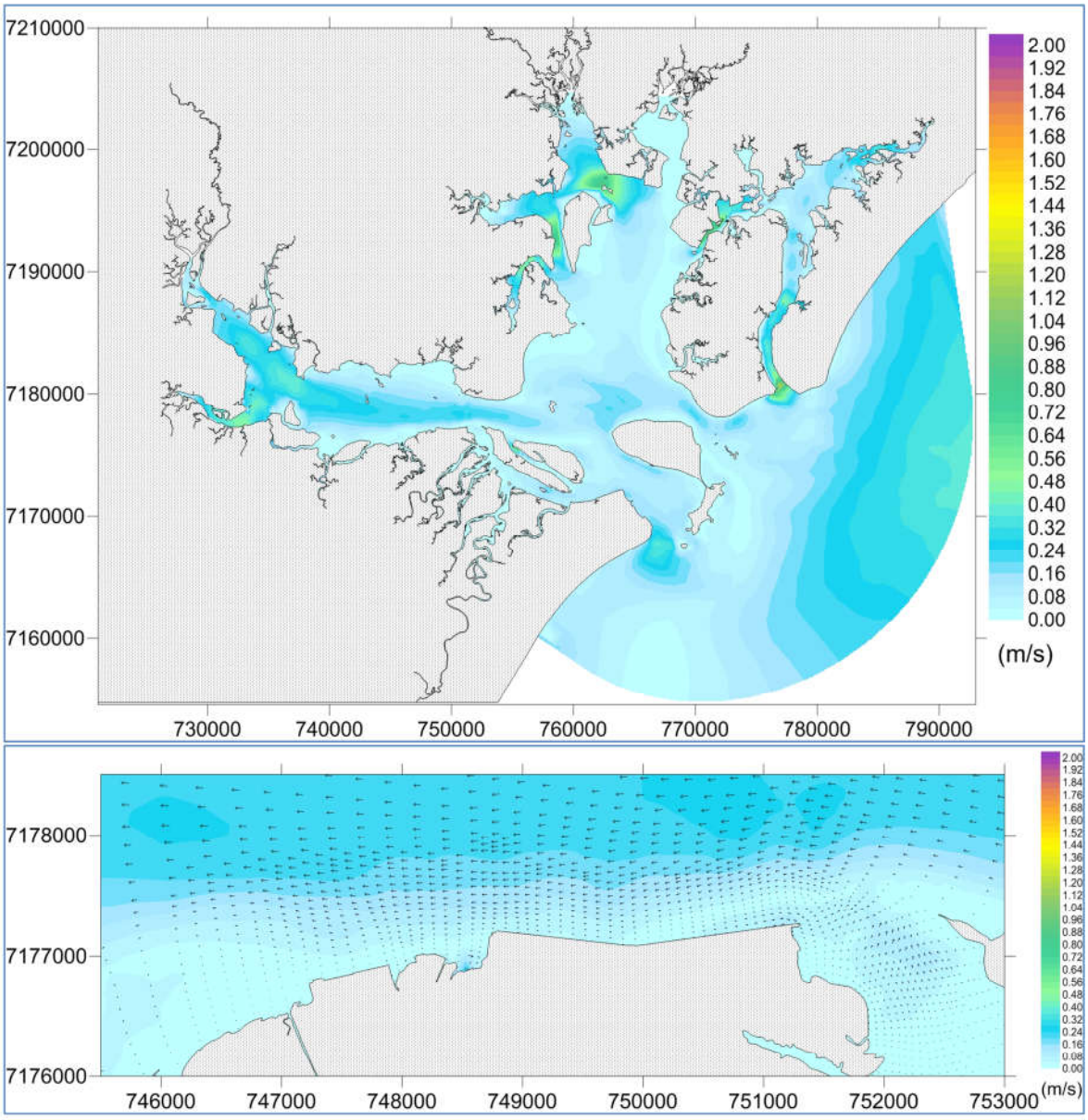
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.116 - Probabilidades de ocorrência de velocidades de corrente menores do que 0,01 m/s no Complexo Estuarino Paranaguá –Inverno.



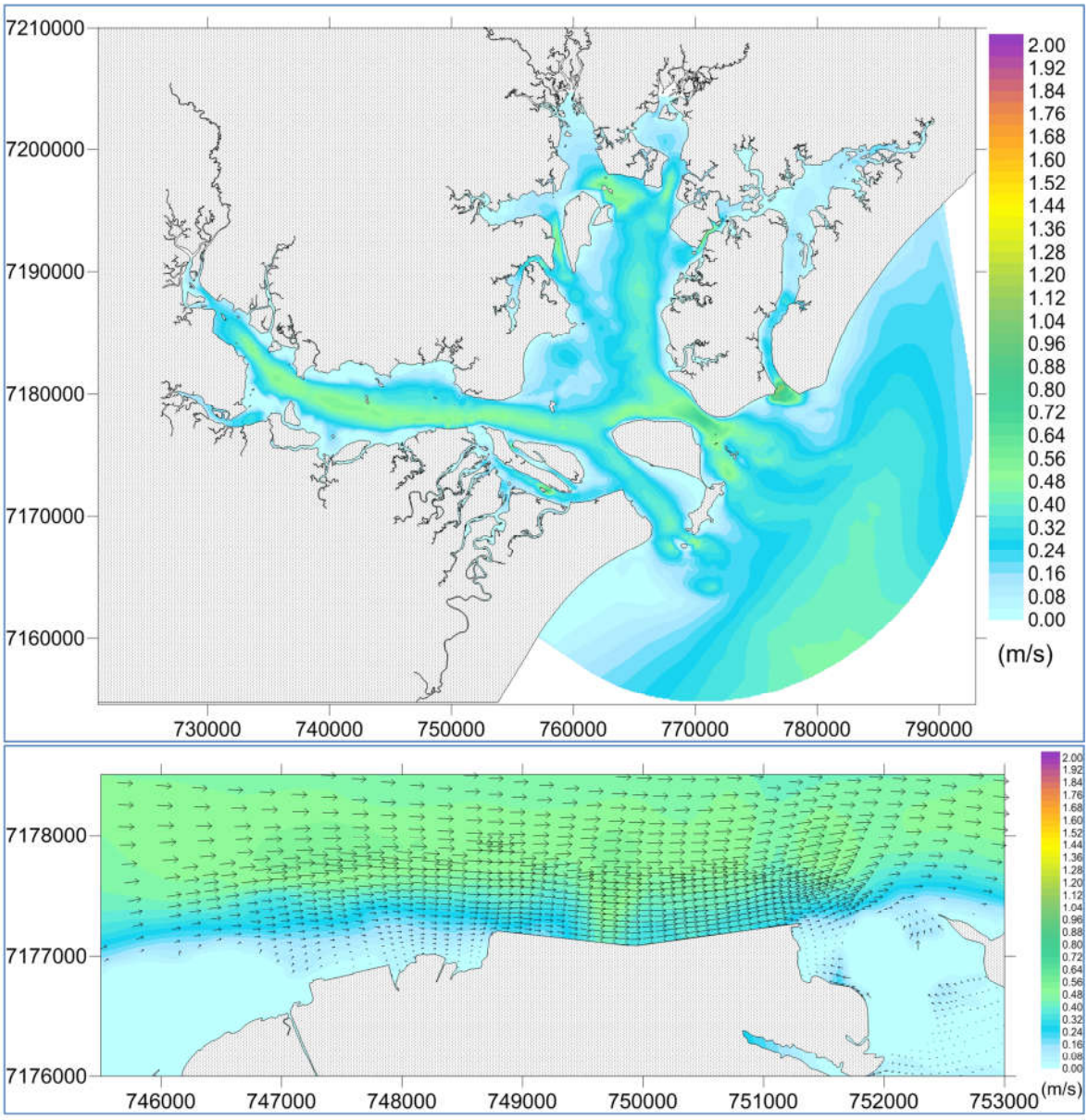
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.117 - Probabilidades de ocorrência de velocidades de corrente maiores do que 0,1 m/s no Complexo Estuarino Paranaguá –Inverno.



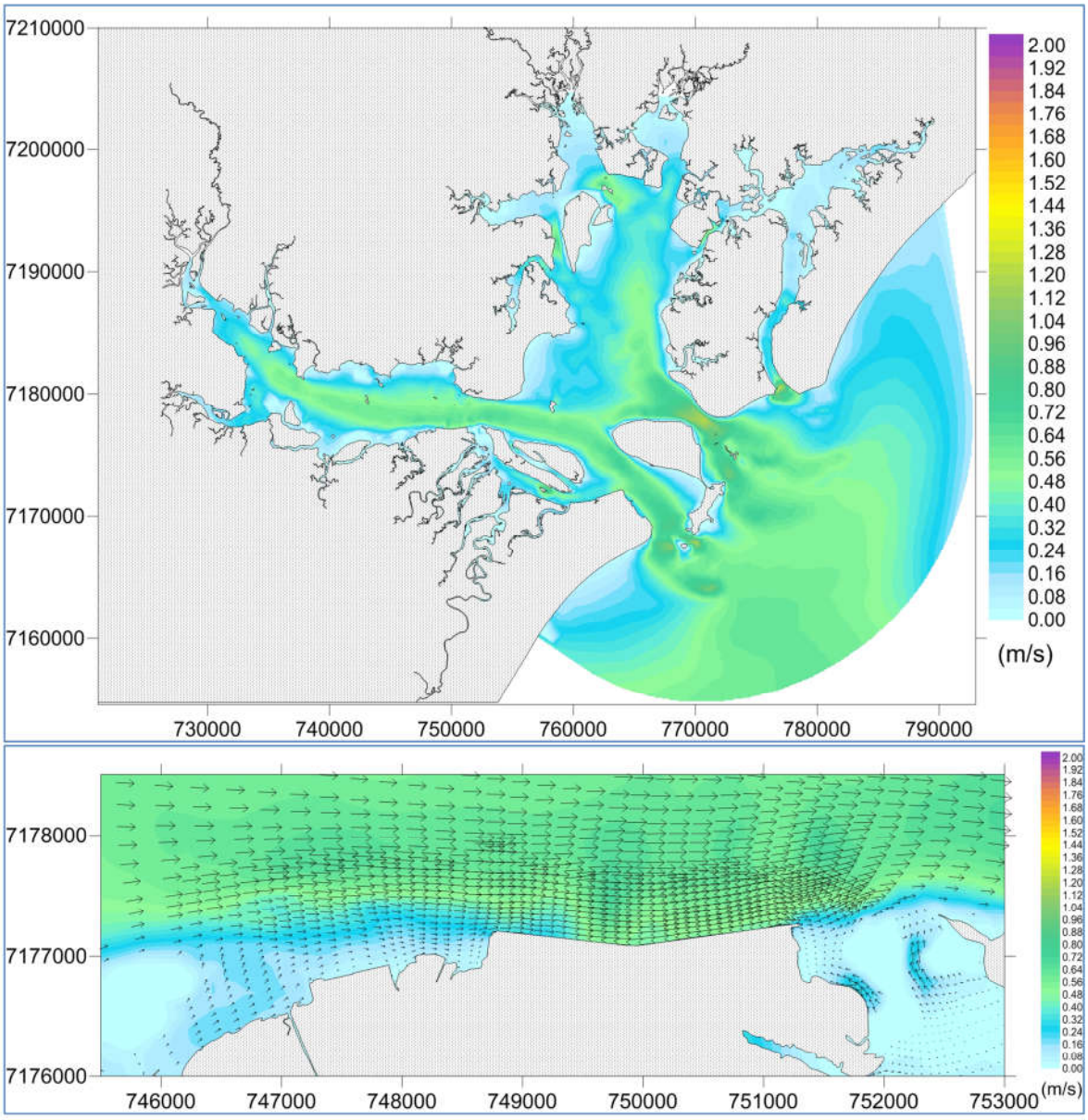
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.118 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de preamar – sizígia –Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse.



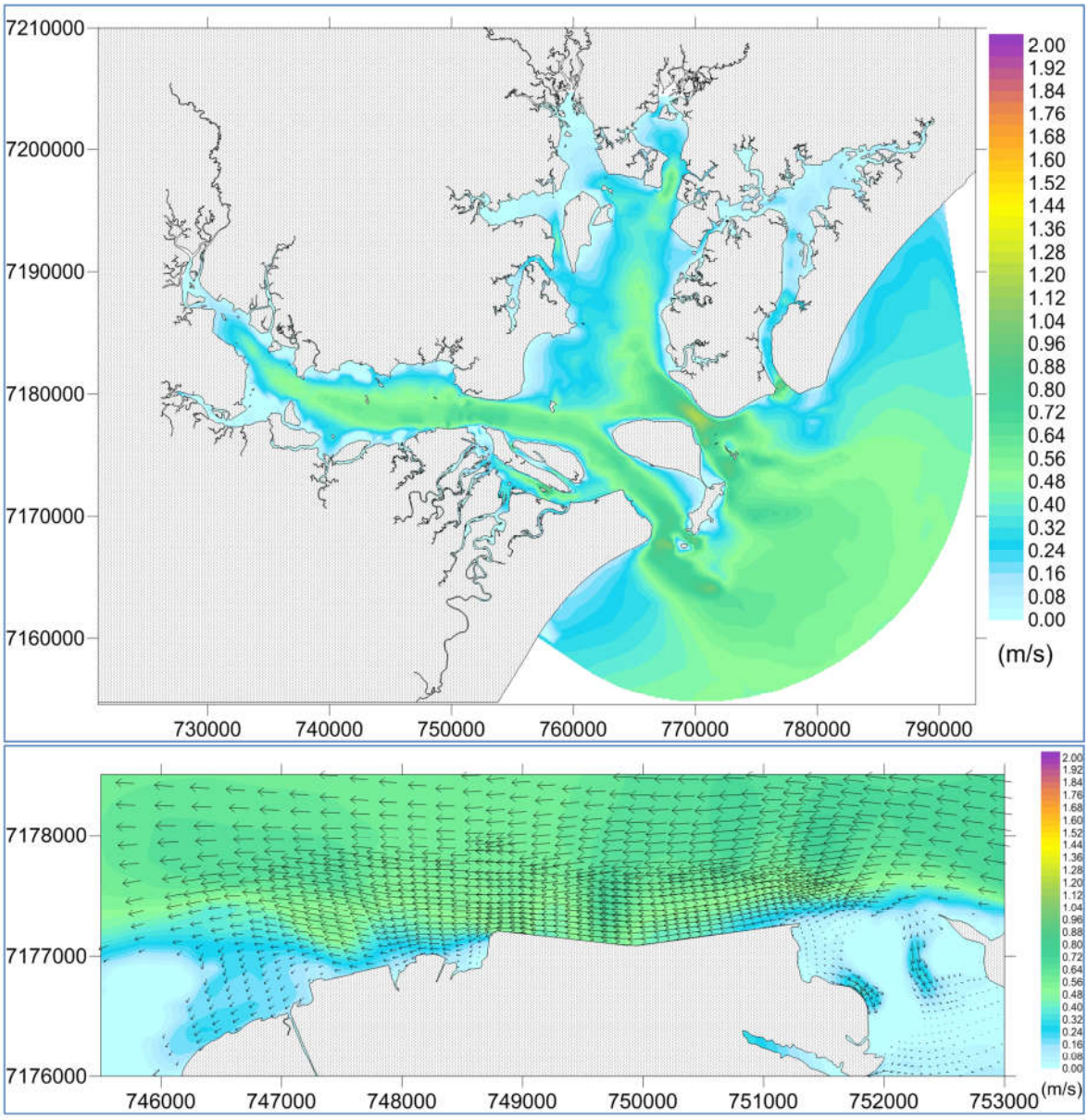
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.119 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de baixamar – sizígia –Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse.



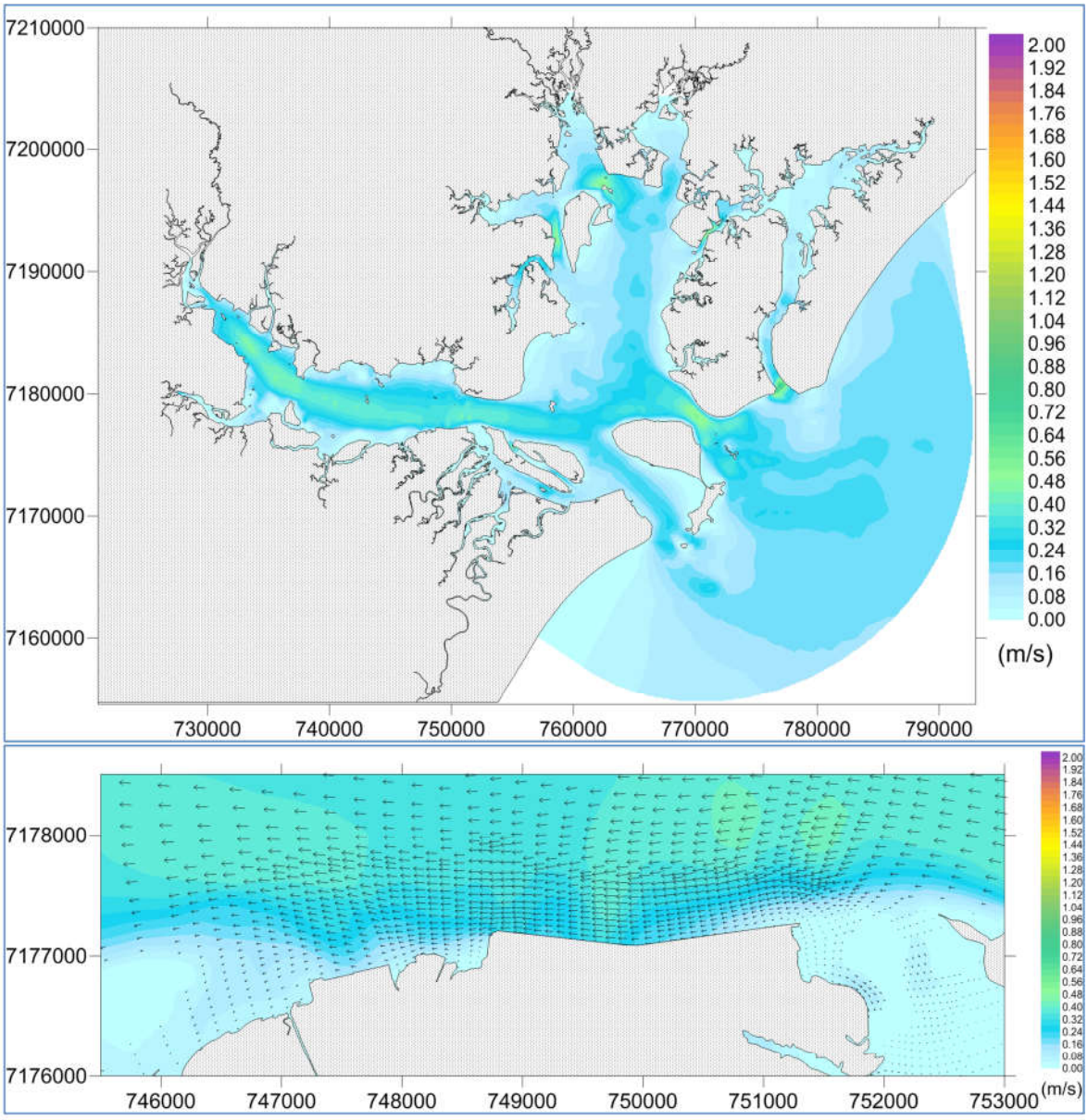
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.120 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré vazante – sizígia –Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse.



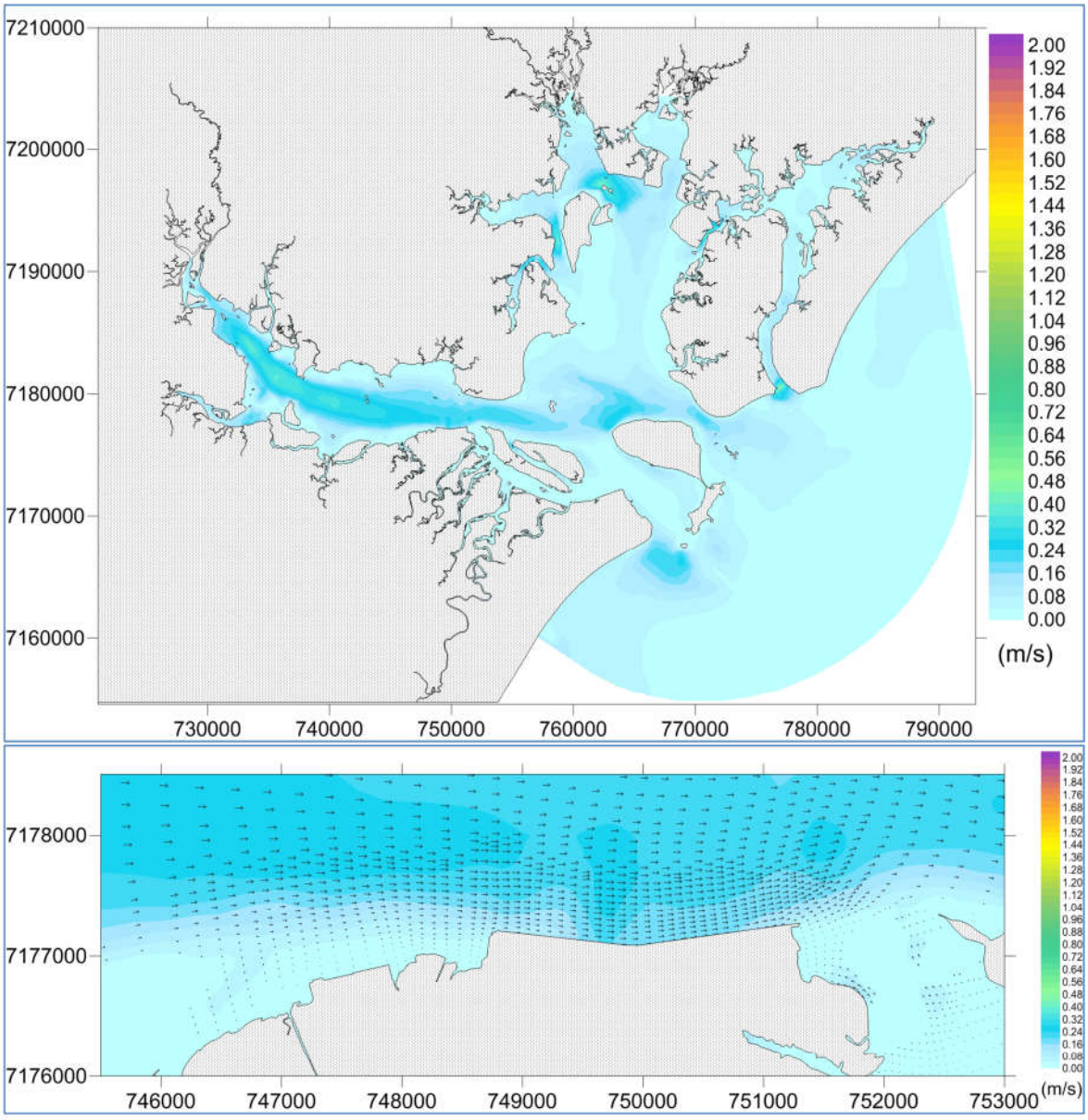
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.121 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré enchente – sizígia –Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse.



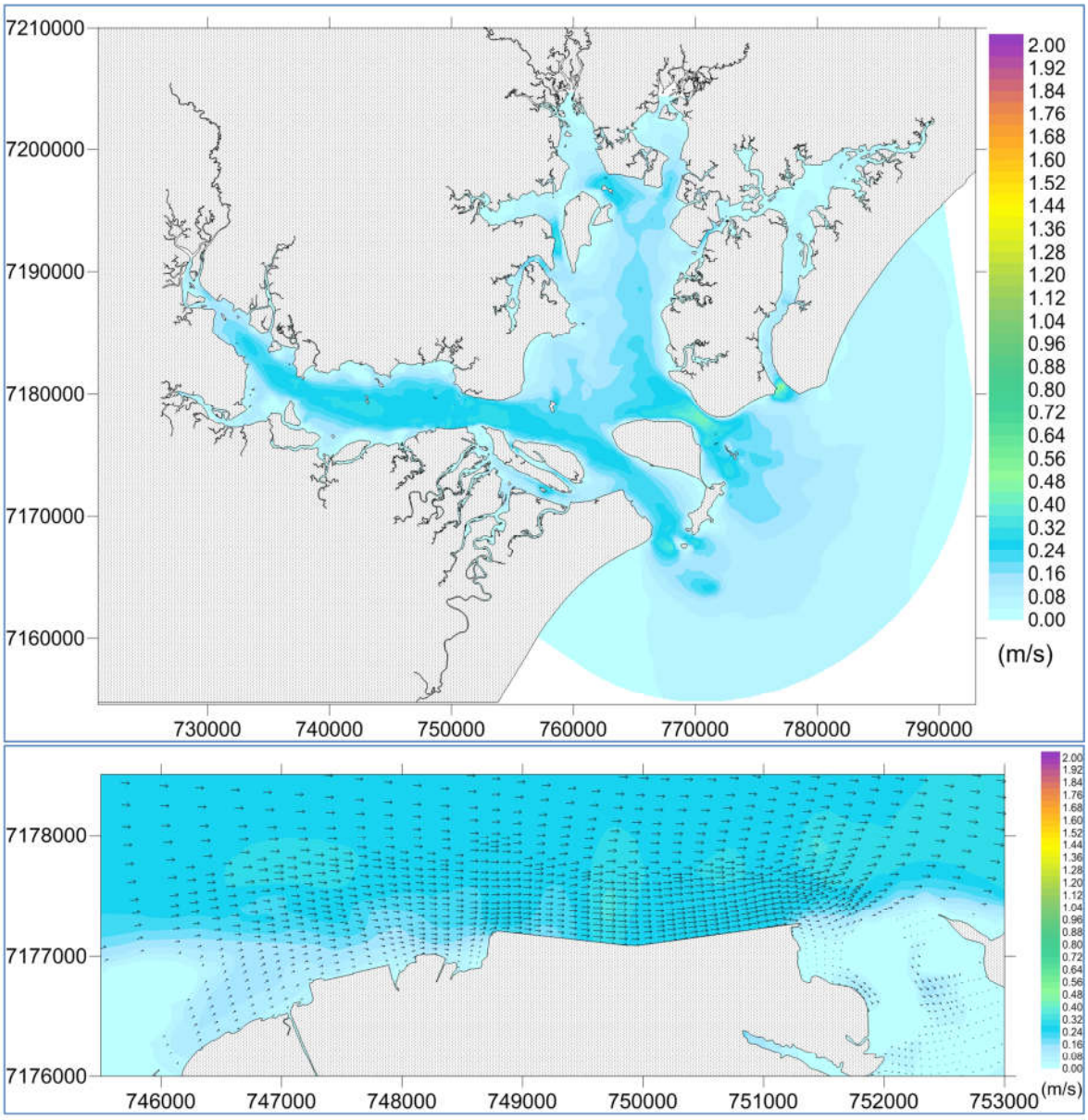
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.122 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de preamar – quadratura – Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse.



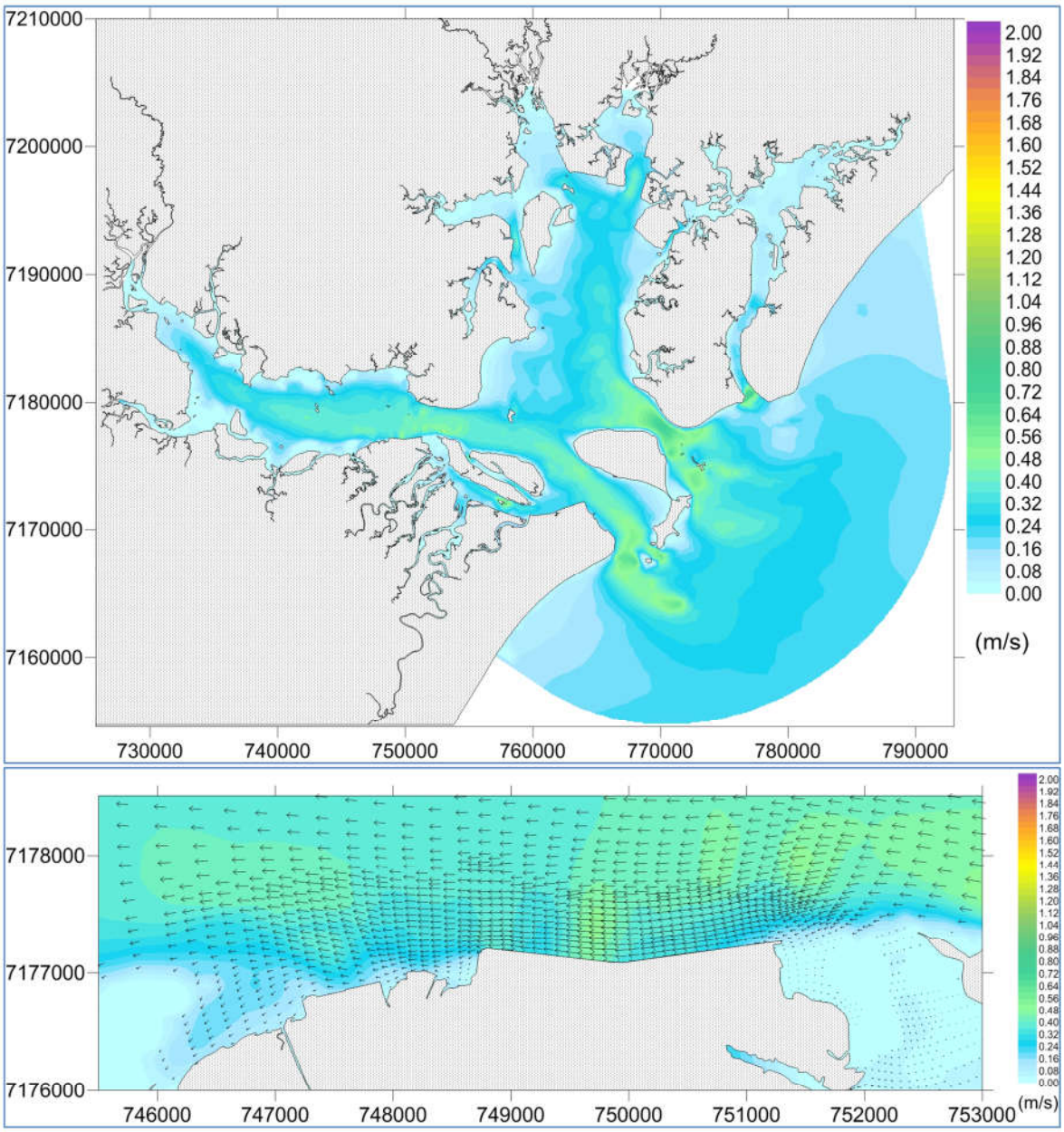
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.123 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de baixamar – quadratura – Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.124 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré vazante – quadratura – Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.125 - Velocidades de corrente (m/s) durante uma ocorrência de meia-maré enchente – quadratura – Inverno. Acima, resultados para toda a Baía; abaixo, zoom na área de interesse.

8.1.11.5 Resultados do modelo de transporte de sedimentos

Neste capítulo são apresentados os resultados das simulações da evolução morfológica da Baía de Paranaguá para os cenários de Verão e Inverno. Estas foram realizadas com o objetivo de avaliar a dinâmica dos sedimentos do fundo da baía. Para tanto, foram utilizados

resultados das simulações da circulação hidrodinâmica apresentados anteriormente. É importante mencionar que, em função das aproximações necessárias para a realização das simulações, os resultados apresentados aqui são um indicativo do que pode ocorrer, e devem ser avaliados com o intuito de verificar diferenças qualitativas e não quantitativas.

As simulações das possíveis alterações morfológicas foram realizadas para os cenários Verão e Inverno (cada um correspondendo a um ciclo de maré com 29,25 dias). Foi utilizado um fator aceleração morfológica F_{am} = 100, o que significa que os resultados estão multiplicados por 100 ou amplificados 100 vezes. Da mesma forma, é possível dizer que os resultados finais representam um período de 2925 dias (aproximadamente 8 anos de simulação).

Uma vez que se quer identificar as regiões com possibilidade de modificações de taxas de erosão/deposição de sedimentos, observa-se algumas variáveis importantes. Uma delas é a tensão no fundo (N/m^2) – regiões onde a tensão é maior são mais propícias a sofrerem erosão para uma mesma distribuição de sedimentos. Outro fator importante de se avaliar é a vazão sólida total por unidade de comprimento (ton/d/m) – quanto maior o valor dessa vazão, maior será a erosão sofrida. Nesse sentido, para o ponto apresentado na Figura 8.101, a Figura 8.126, a Figura 8.127, a Figura 8.128 e a Figura 8.129 apresentam as séries temporais para os cenários Verão e Inverno. Os resultados mostram uma correspondência entre os períodos de maior tensão no fundo e de maior vazão sólida total para os cenários simulados, além de uma semelhança entre os valores para os dois cenários – as tensões no fundo não ultrapassam 1,0 N/m^2 e as vazões sólidas totais máximas, no ponto de interesse, chegam a 15,0 ton/d/m no Inverno – deve-se lembrar, no entanto, que este valor está amplificado 100 vezes. É possível fazer uma correspondência com os resultados das velocidades de corrente e da posição da superfície livre resultantes das simulações hidrodinâmicas – maiores valores de nível da superfície livre, bem como de velocidades de corrente correspondem, aproximadamente, aos períodos de maior tensão no fundo e de maior vazão de sedimentos no ponto analisado. Observa-se que os resultados, que representam um ciclo de maré, indicam que as taxas de erosão e deposição são dinâmicas, e ocorrem em períodos alternados.

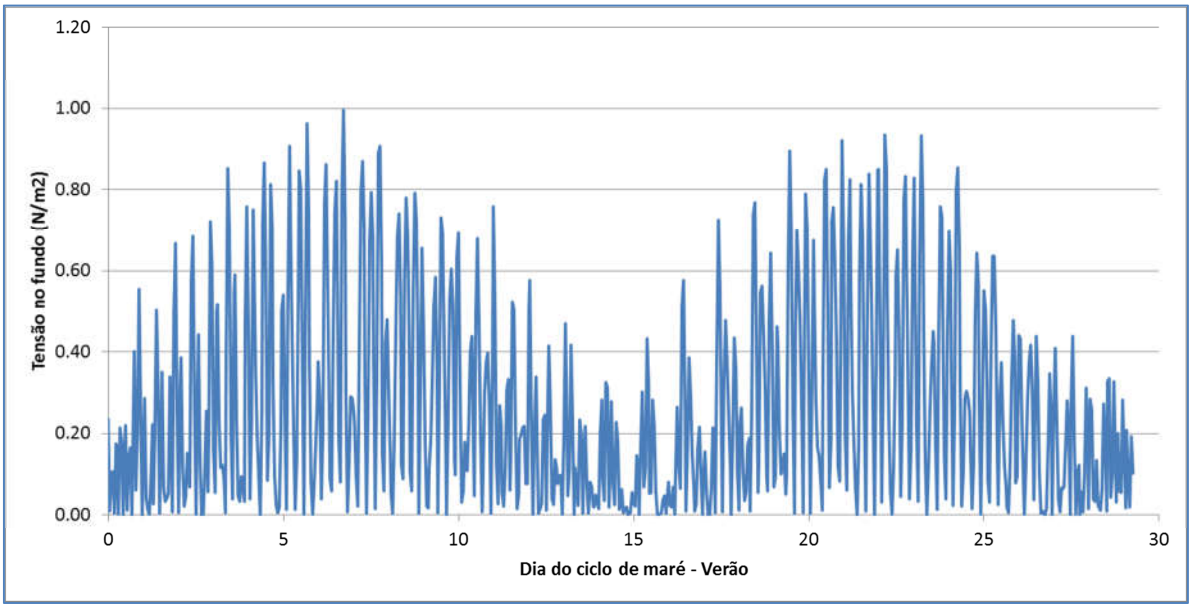


Figura 8.126 - Tensão no fundo (N/m^2) da baía no ponto de interesse no cenário Verão.

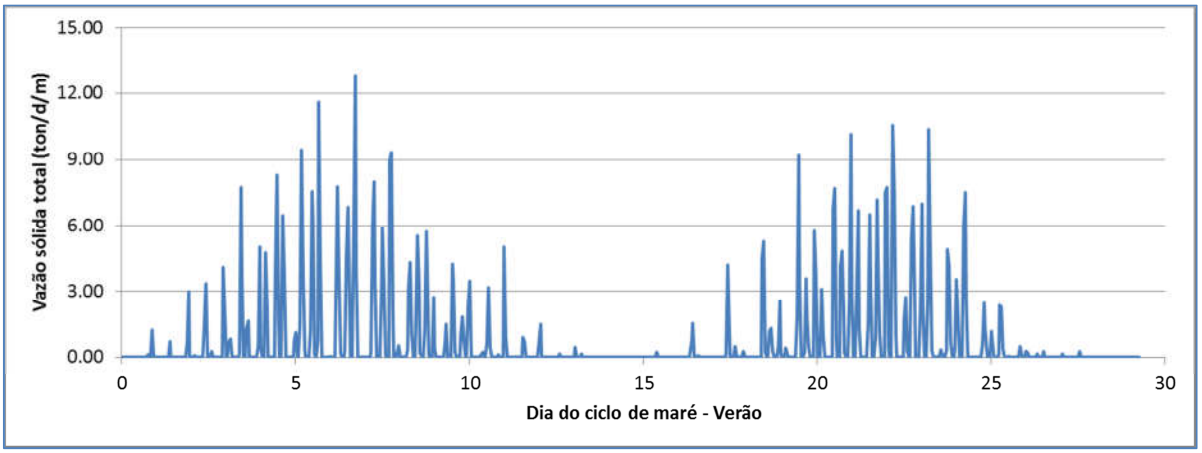


Figura 8.127 - Vazão sólida total (ton/d/m) no ponto de interesse no cenário Verão; os valores estão amplificados 100 vezes.

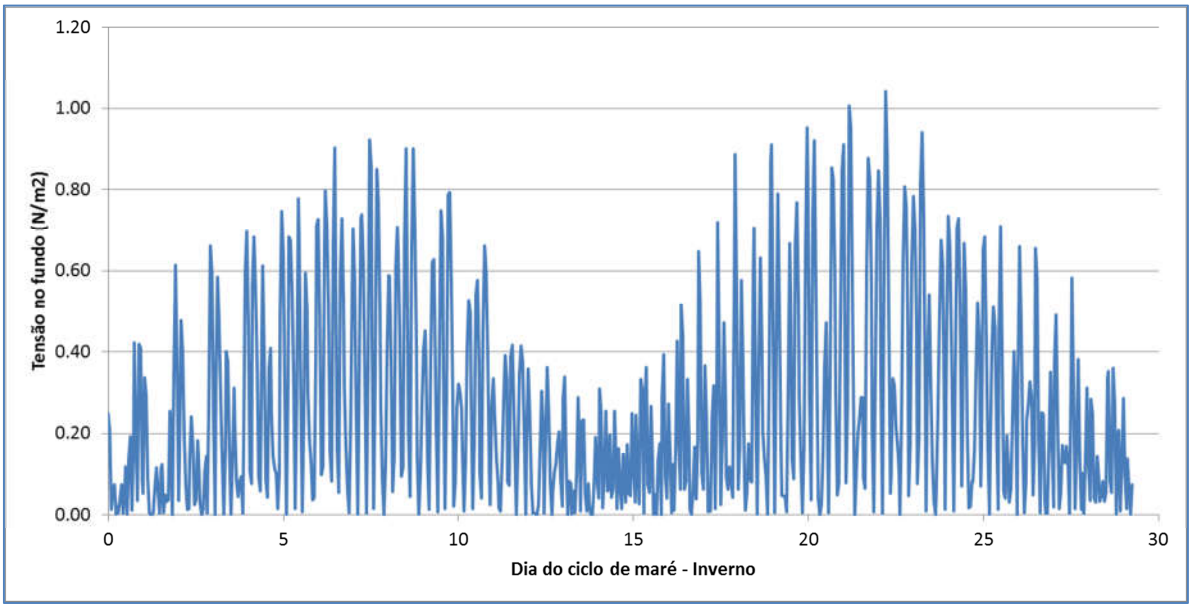


Figura 8.128 - Tensão no fundo (N/m^2) da baía no ponto de interesse no cenário Inverno.

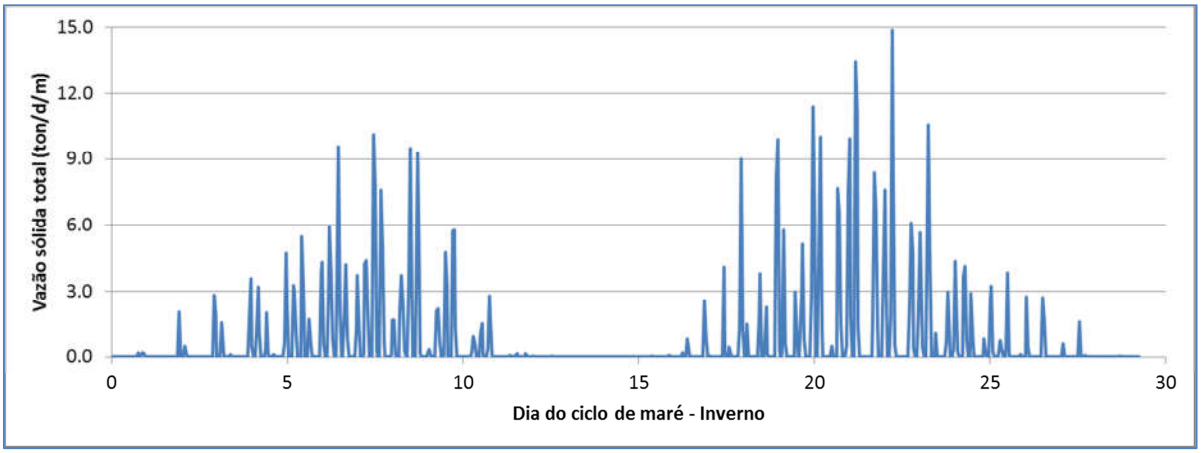


Figura 8.129 - Vazão sólida total (ton/d/m) no ponto de interesse no cenário Inverno; os valores estão amplificados 100 vezes.

A Figura 8.130 e a Figura 8.131 mostram as variações da profundidade Δ*H* (incremento da batimetria) para o ponto apresentado na Figura 8.101; valores positivos representam erosão e valores negativos representam deposição. Observa-se, em ambos os cenários, períodos de subidas e descidas de Δ*H*; em média, nesse ponto, a variação de Δ*H* no cenário Verão é de -0,016 m e no cenário Inverno é de -0,046 m, ou seja, há deposição em ambos os cenários.

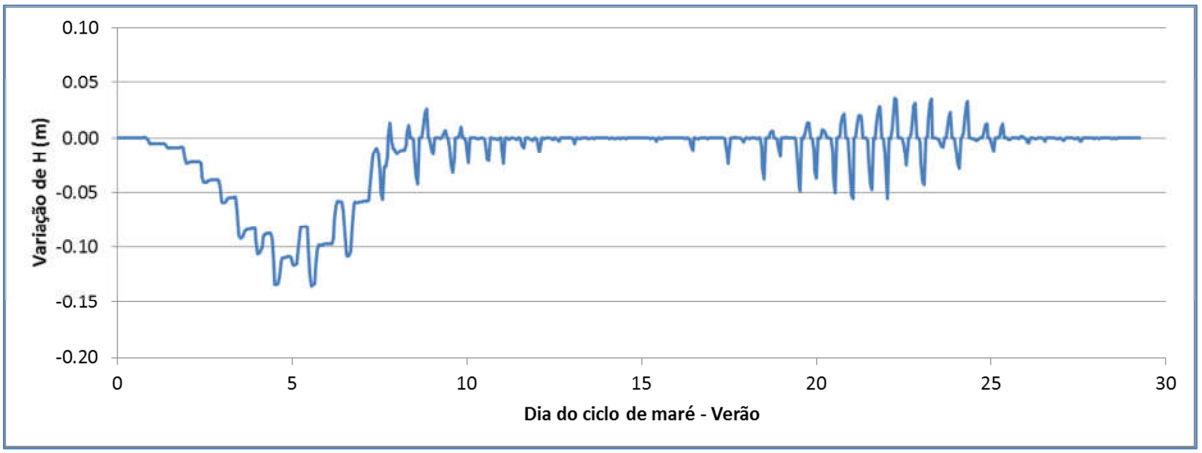


Figura 8.130 - Variação da profundidade Δ*H* (m) no ponto de interesse no cenário Verão; os valores estão amplificados 100 vezes.

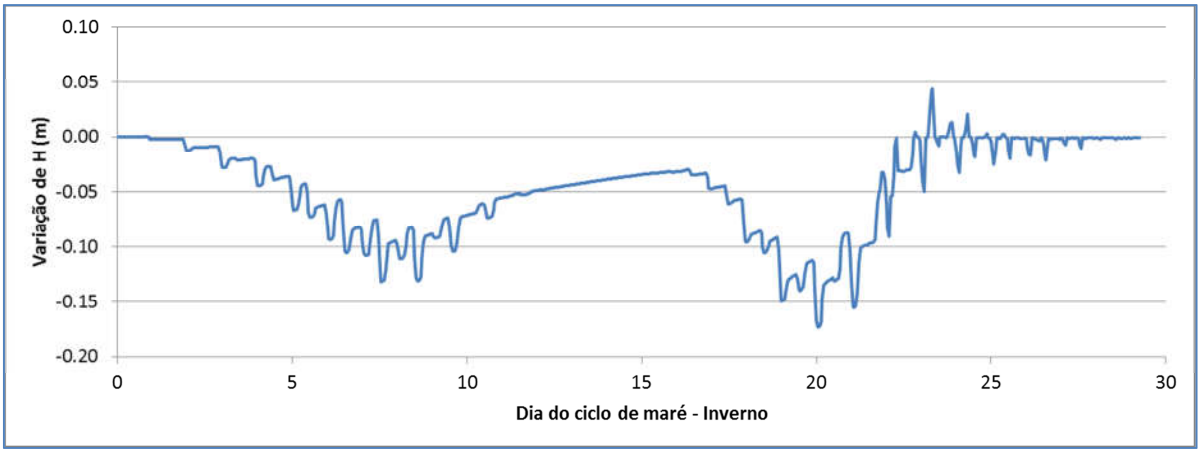
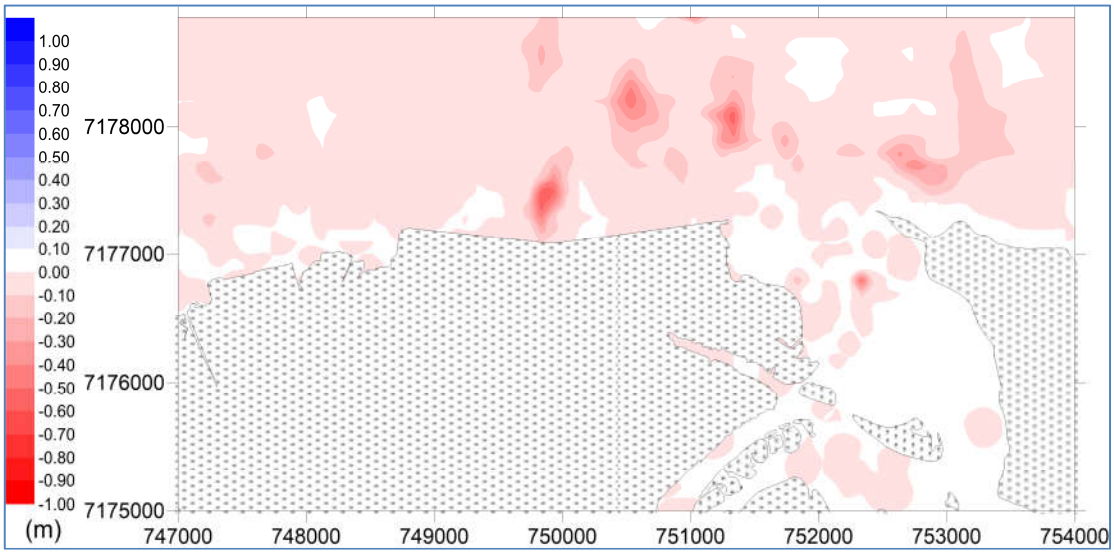


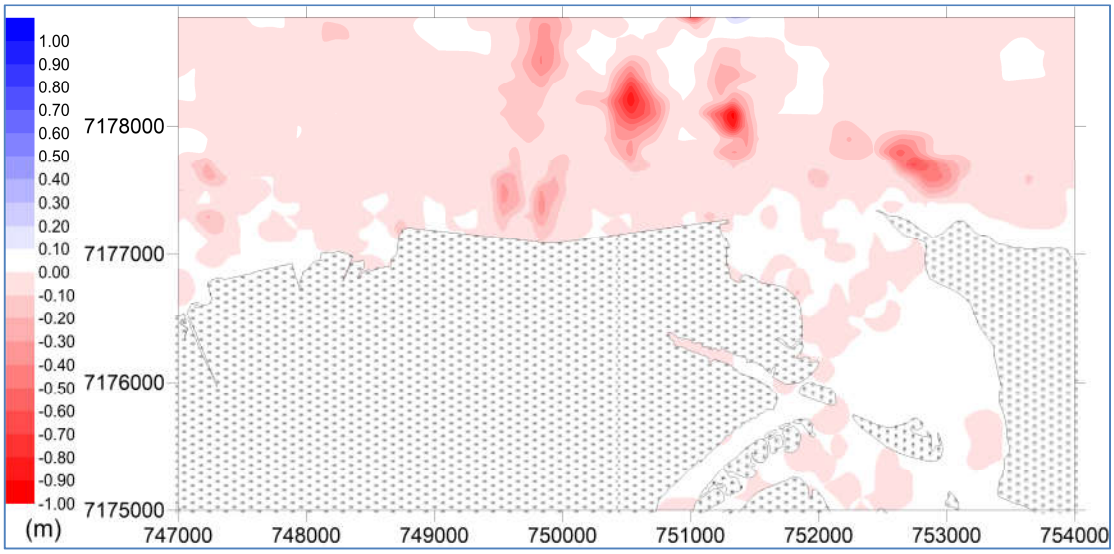
Figura 8.131 - Variação da profundidade Δ*H* (m) no ponto de interesse no cenário Inverno; os valores estão amplificados 100 vezes.

Para os cenários Verão e Inverno são mostradas as distribuições espaciais das variações de profundidade (Δ*H*) para um período equivalente a 8 anos de simulação. Esses resultados são apresentados na Figura 8.132 e na Figura 8.133. Os tempos escolhidos para apresentação dos resultados espaciais foram definidos com base nos valores das séries temporais de tensão – estes correspondem ao momento de maior tensão (da ordem de 1,0 N/m^2) em cada cenário. Valores positivos (azul) representam erosão enquanto valores negativos (vermelho) representam deposição. As diferenças entre os dois cenários são pequenas. Observa-se grande parte da área de maior interesse com predominância de deposição da ordem de 0,10 m e máximos da ordem de 0,60 m em ambos os cenários. Deve-se lembrar que os valores obtidos representam o “acúmulo” de erosão/deposição para um período equivalente a 8 anos.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.132 - Isolinhas de variação de profundidade - Δ*H* (m) – Verão.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.133 - Isolinhas de variação de profundidade - Δ*H* (m) – Inverno.

8.1.11.6 Resultados do modelo de geração de ondas

Neste item são apresentados os resultados das simulações de geração de ondas pelo vento. Para entender o comportamento das ondas de alta frequência, nesse modelo foi considerado apenas a forçante meteorológica (vento), ou seja, a forçante astronômica que representa o efeito da maré (ondas de baixa frequência) na hidrodinâmica do Complexo Estuarino Paranaguá foi desconsiderada. A principal consequência de se utilizar somente o

vento nessa simulação se resume na posição da zona de arrebentação das ondas geradas pelo vento. Quando a forçante astronômica é utilizada, o que se observa como principal efeito é a elevação e rebaixamento do nível médio do mar. Assim durante eventos de maré alta, uma área mais abrangente da baia se encontrará inundada e a zona de arrebentação se posicionará mais em seu interior, ocupando maiores faixas de areia das praias. Na situação inversa, durante períodos de baixamar, o volume de água será menor e consequentemente a área ocupada pela massa de água também será menor, observando-se um recuo da zona de arrebentação das ondas geradas pelo vento. Com isso conclui-se que em simulações de ondas gerados por vento, a zona de arrebentação dessas ondas se localizará no ponto médio, entre o ponto de maior alcance durante os eventos de maré alta e o ponto de maior recuo em eventos de maré baixa. Importante ressaltar que esse efeito será mais evidente em locais que apresentam faixas de areia (praias) mais largas. Uma vez que as simulações desenvolvidas nesse estudp, tem como principal objetivo o diagnóstico da área de influência direta do futuro empreendimento, desconsiderar as forçantes astronômicas nas simulações não gera nenhum erro relevante nos resultados.

Séries temporais do período de onda, da altura significativa e da pista de vento obtidas para o ponto apresentado na Figura 8.101, para os cenários Verão e Inverno, são apresentadas na sequência. Da mesma forma, são apresentadas distribuições espaciais para períodos que apresentaram alterações significativas no comportamento do campo da forçante atmosférica (campo de vento). Como essa região é frequentemente atingida pela passagem de sistemas frontais, o campo de onda obtido pela simulação, para períodos que apresentaram indicativos da presença de frente fria atuando na área de interesse, é apresentado. O método utilizado para a determinação de períodos com passagem de sistemas frontais foi baseado na análise do campo de pressão. A Figura 8.134 apresenta a série temporal de pressão para a cidade de Paranaguá, onde é possível observar várias quedas do campo de pressão ao longo ano de 2015. As setas em vermelho indicam alguns exemplos de períodos que apresentaram fortes gradientes de queda do campo de pressão, usados como indicativos da ocorrência de passagem de sistemas frontais.

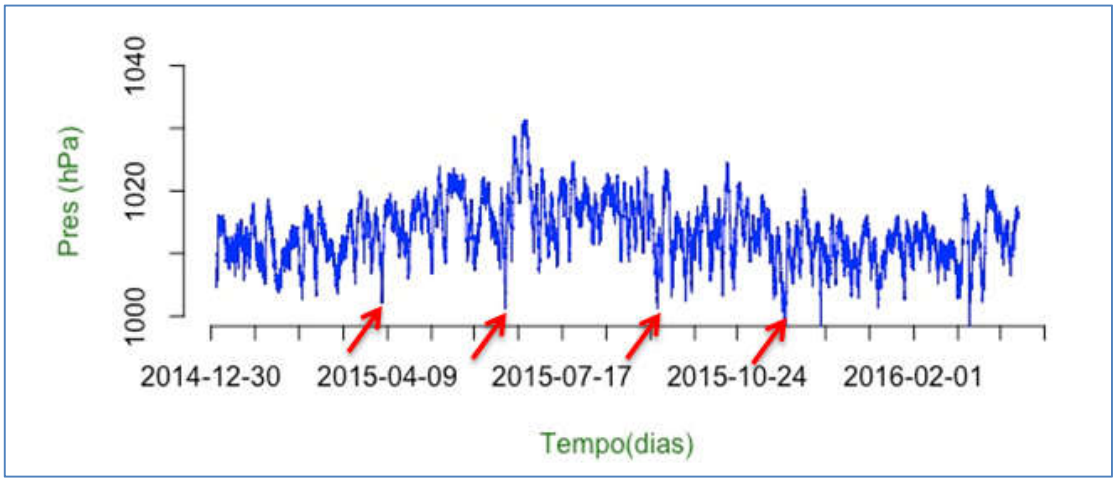


Figura 8.134 - Série temporal do campo de pressão.

Para representar o período de inverno, as simulações foram executadas entre julho e agosto de 2015, e para o período de verão as, ocorreram entre janeiro e fevereiro de 2016. Para esses dois períodos específicos, foi possível identificar intensos gradientes de queda de pressão no dia 13 de julho de 2105 e também no dia 26 de janeiro de 2016.

8.1.11.6.1 Resultados para o cenário verão

A Figura 8.135 apresenta a série temporal do período para o cenário Verão, para o ponto de monitoramento mostrado na Figura 8.101. Observa-se que os maiores períodos se concentram entre 2,5 s e no máximo 3,0 s, o que representa a ocorrência de ondas de alta frequência, geradas por campos de vento de baixa energia. Ondas geradas por grandes tempestades em alto mar possuem períodos que atingem valores entre 10 e 15 s, e possuem energia suficiente para viajarem centenas de quilômetros até atingirem os continentes. Para o caso das simulações feitas para o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), observa-se que a intensidade do campo de vento para o perído de verão (Figura 8.90) atingiu valores máximos da ordem de 11,0 m/s e valores médios da ordem de 4,0 m/s. Ou seja, intensidades de vento bem inferiores às das tempestades tropicais geradoras de ondas mais energéticas em alto mar. Um outro fator a ser considerado cm relação ao campo de onda em pontos localizados no interior da baía, é a existência de obstáculos importantes como a Ilha do Mel, que se caracteriza como uma barreira que interfere na propagação das ondas formadas em alto mar.

A altura significativa das ondas simuladas para o período de verão é apresentada na Figura 8.136. Observa-se a ocorrência de ondas de baixa amplitude quando comparada às ondas

geradas por sistemas meteorológicos mais intensos, frequentemente observados em regiões oceânicas, os quais possuem energia para gerarem ondas com amplitudes da ordem de 4 a 6 m. Da mesma forma dos comentários em relação ao período das ondas, a baixa amplitude observada, se deve à baixa energia do campo de ventos, e também aos obstáculos naturais existentes que bloqueiam a ação do vento na geração de ondas com mais energia.

A Figura 8.137 apresenta a série temporal de pista de onda para o ponto de monitoramento de maior interesse. Pode-se interpretar o conceito de pista como sendo o espaço livre disponível para a geração e propagação dessas ondas. Além do espaço livre, também é necessário que exista persistência do campo de vento na mesma direção. Com base nessa definição e com base na comparação entre a Figura 8.92 e Figura 8.137, é possível entender o comportamento das pistas de vento geradas. Para exemplificar essa comparação, considere as duas posições indicadas pelas setas em vermelho. O período de 23 de janeiro indica a ocorrência de vento com direção 180^{o} (conforme Figura 8.92) possivelmente associado à ocorrência de um sistema frontal. Para o mesmo período, observa-se a ocorrência de pistas de ondas muito curtas, da ordem de 1000 m.

Na Figura 8.138, a reta em amarelo (~28km) e a reta em verde (~4km) representam os espaços disponíveis para a geração de pistas para os casos de direção de ventos leste - nordeste e sul respectivamente. Na Figura 8.92 observa-se que a direção predominante do vento, no início da série, ao redor de 13 de janeiro, variou entre 225^{o} e 270^{o} , ou seja, direção alinhada com a reta amarela apresentada na Figura 8.138. Essa é a condição mais propícia para a geração das maiores pistas de ondas, o que está de acordo com a distribuição espacial da pista de onda apresentada na Figura 8.139, que atingiu valores máximos da ordem de 17 km de extensão. Deve ser observado que embora a Figura 8.139 represente a distribuição espacial de pista de onda para uma situação de passagem de frente fria, o que em última análise provoca mudanças importantes na direção do vento, o período de atuação desse sistema frontal não foi longo o suficiente para provocar perturbações no campo de onda, sendo mantida a geração de pistas predominantes de nordeste.

A Figura 8.140 apresenta a distribuição espacial de altura significativa das ondas para um instante específico do período de verão. Essa distribuição confirma o fato do campo de ondas não ter sido perturbado significativamente pela mudança de direção do vento, provocado pela passagem de um sistema frontal. Frentes frias em períodos de verão são, na maioria dos casos, processos rápidos, que perturbam o campo de vento por curtos

períodos de tempo, fazendo com que o sistema atmosférico voltem rapidamente ao estado de equilíbrio. A análise da figura mostra durante o verão, com ventos persistentes na direção Leste – Nordeste, que na área de interesse, as maiores alturas de ondas são da ordem de 25 cm, e que os maiores períodos são da ordem de 2 s (Figura 8.141).

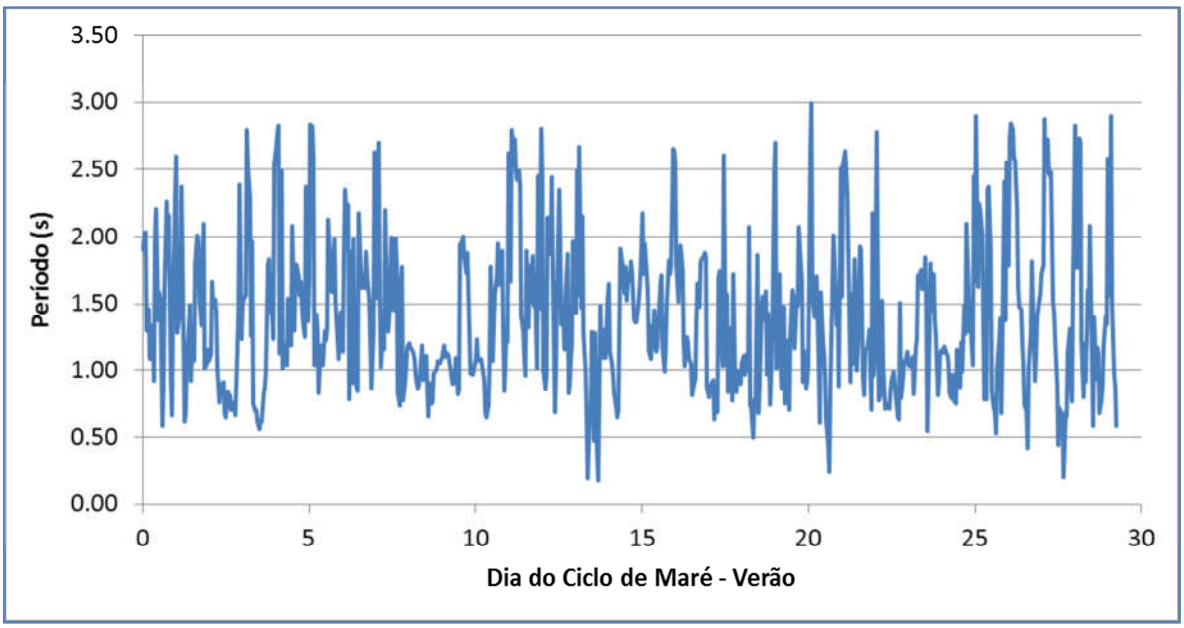


Figura 8.135 - Série temporal do período de onda – Verão.

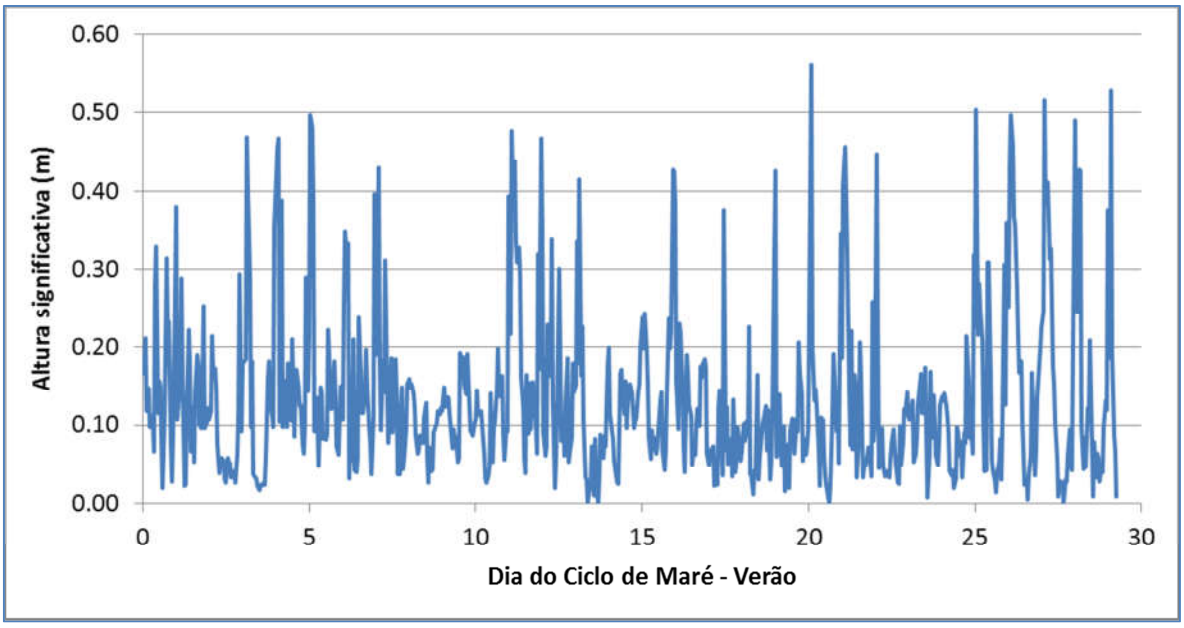


Figura 8.136 - Série temporal da altura significativa – Verão.

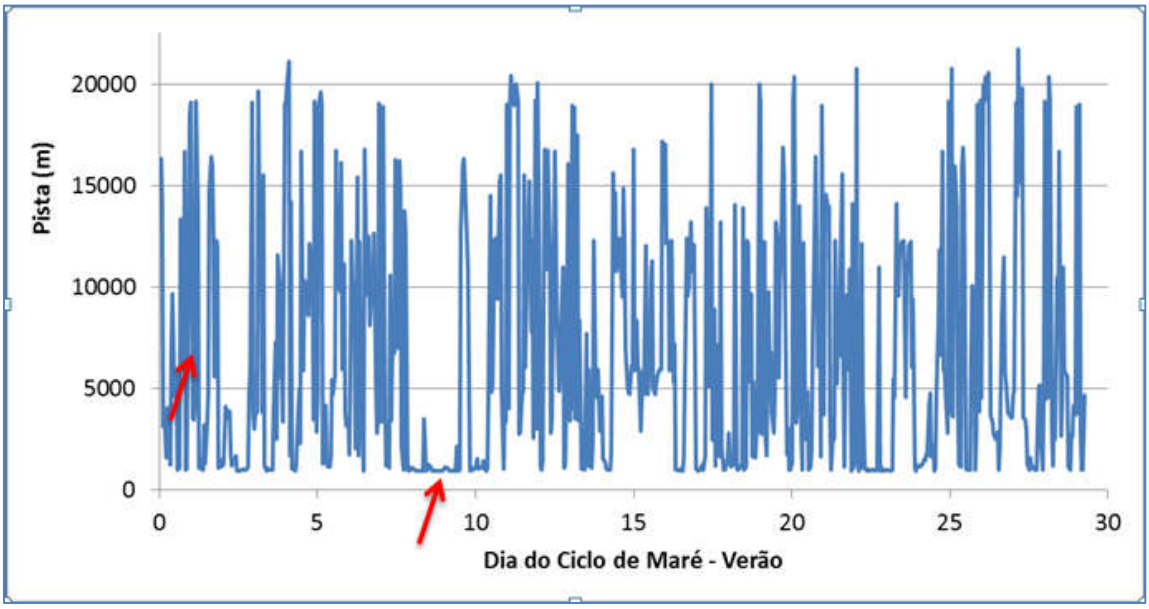
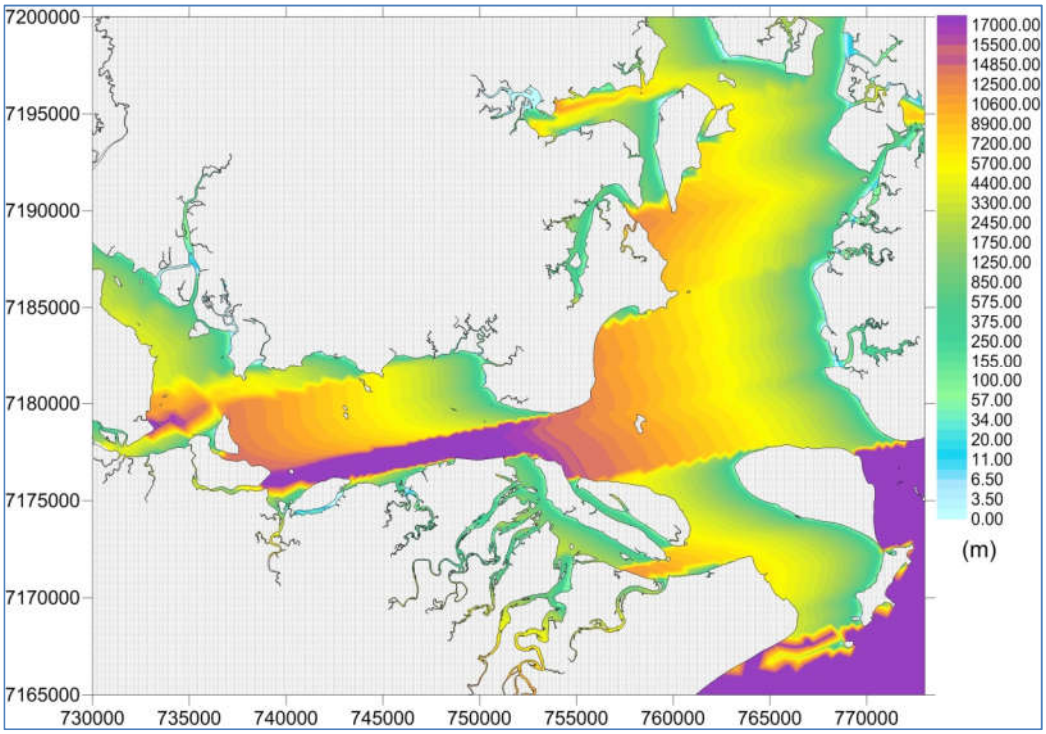


Figura 8.137 - Série temporal da pista gerada pelo vento – Verão.

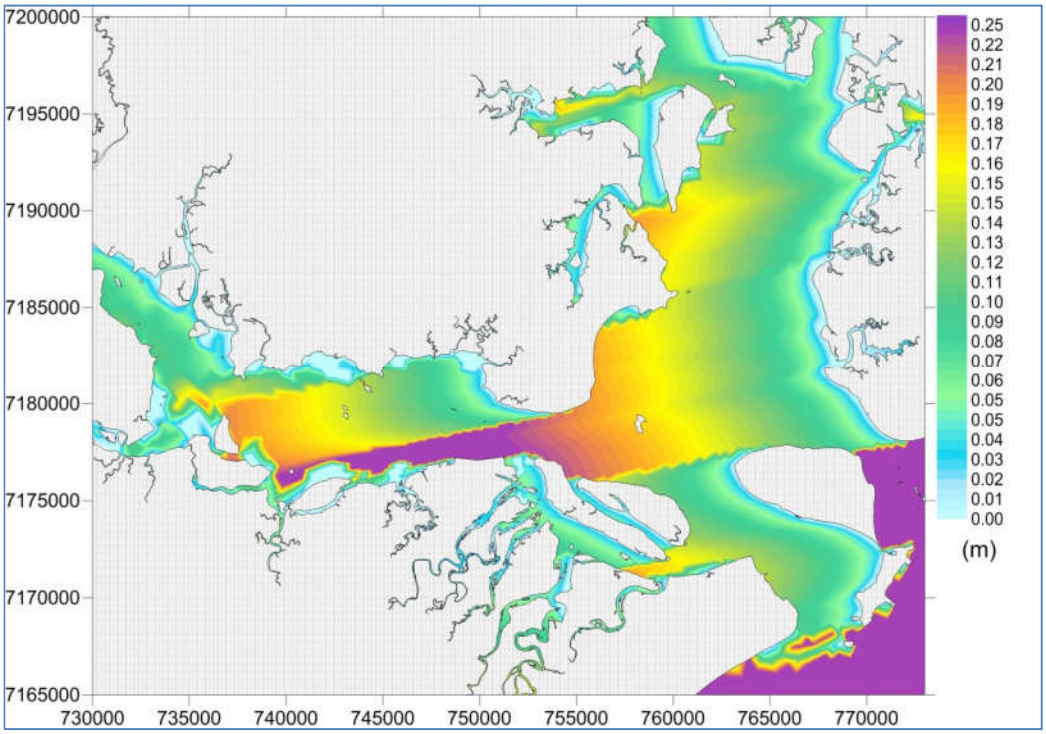
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.138 - Espaços disponíveis para a geração de pistas de ondas em situações de vento de nordeste e vento sul.



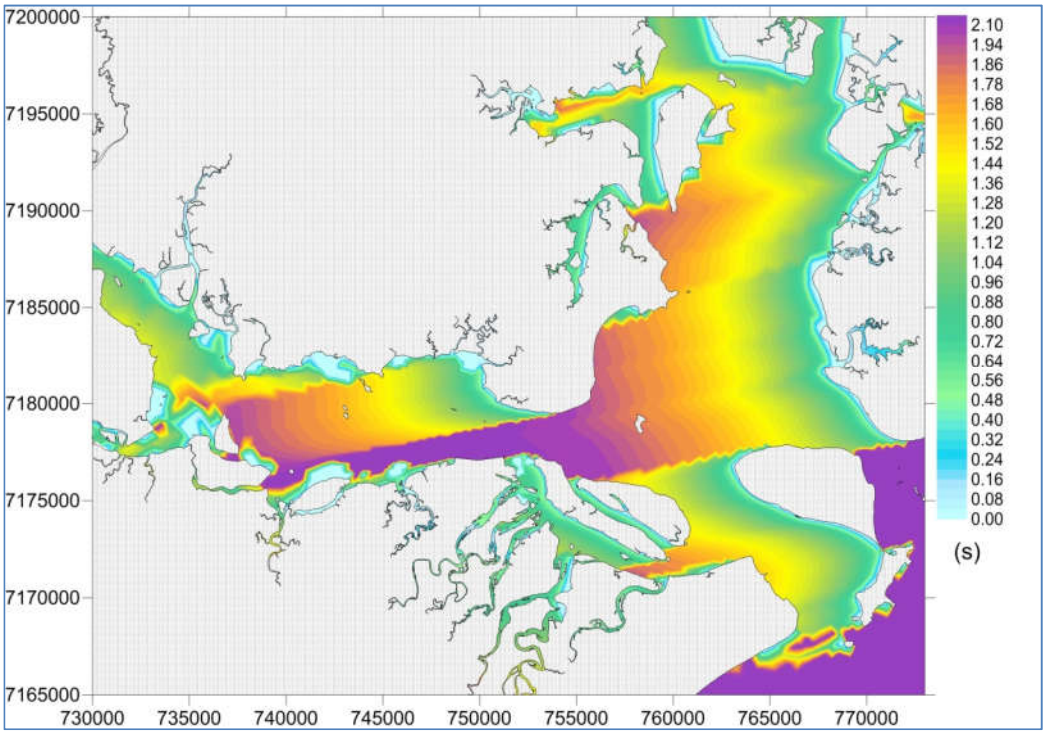
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.139 - Distribuição espacial da pista gerada pelas ondas durante uma ocorrência de frente fria - Verão.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.140 - Distribuição espacial da altura significativa das ondas durante uma ocorrência de frente fria - Verão.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.141 - Distribuição espacial do período das ondas durante uma ocorrência de frente fria - Verão.

8.1.11.6.1 Resultados para o cenário inverno

Comparando as intensidades do vento entre o período de verão (Figura 8.90) e o período de inverno (Figura 8.91), observa-se intensidades significativamente inferiores no inverno, com máximas intensidades não ultrapassando 10,0 m/s e média ao redor de 2,0 m/s. Esse fato possui consequência direta nos períodos e amplitudes das ondas geradas para esse período, o que se constata ao se analisar a Figura 8.142 e a Figura 8.143 – respectivamente período e altura de significativa no ponto de maior interesse. Observa-se valores máximos de período da ordem de 2,5 s, e máximas amplitudes de altura significativa da ordem de 0,4 m, ou seja, valores significativamente inferiores aos obtidos com a simulação para o período de verão.

Da mesma forma que o período de verão, a comparação da série temporal da direção do vento para o cenário Inverno com a série temporal de pista de onda para o ponto de observação mostra que para momentos de ocorrência de passagens de sistemas frontais, as pistas de vento tendem a ter seus valores reduzidos. Isso se deve principalmente ao espaço disponível para o desenvolvimento do campo de ondas, aproximadamente 4 km (direção Norte-Sul), como indicado pela linha de cor verde na Figura 8.138.

Para o cenário Inverno, a distribuição espacial da pista de ondas para um momento específico de passagem de frente fria (Figura 8.145), mostra comportamento diferenciado do verão. Claramente nota-se a ação de ventos com predominância Sudoeste. Para a altura significativa, cuja distribuição espacial é apresentada na Figura 8.146, mostra ondas com amplitudes reduzidas, com valores máximos da ordem de 13 cm, sendo que na região de maior interesse as amplitudes simuladas não passaram de 4 cm. A distribuição espacial do período, apresentada na Figura 8.147, revela uma área dominada pela presença de perturbações de alta frequência, típicas de ondas geradas por forçantes meteorológicas localizadas. Como comentado anteriormente, ondas com amplitudes maiores, acima de 2 m e períodos acima de 8s, são ondas geradas remotamente por tempestades mais energéticas que apresentam intensidade de vento superiores a 15 m/s.

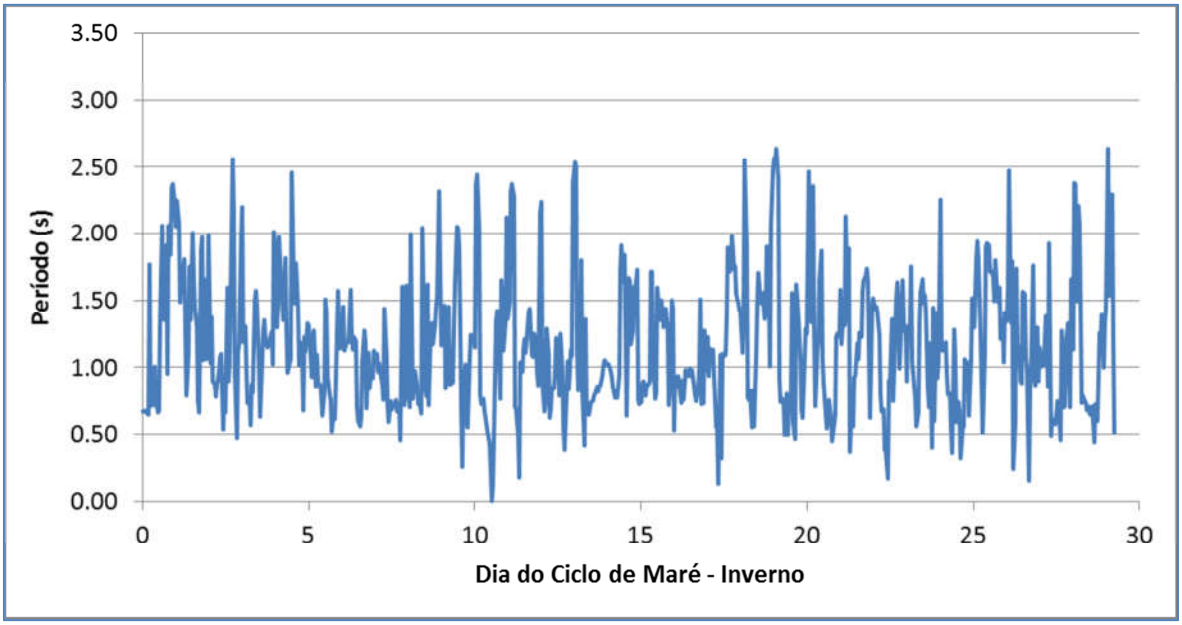


Figura 8.142 - Série temporal do período de onda – Inverno.

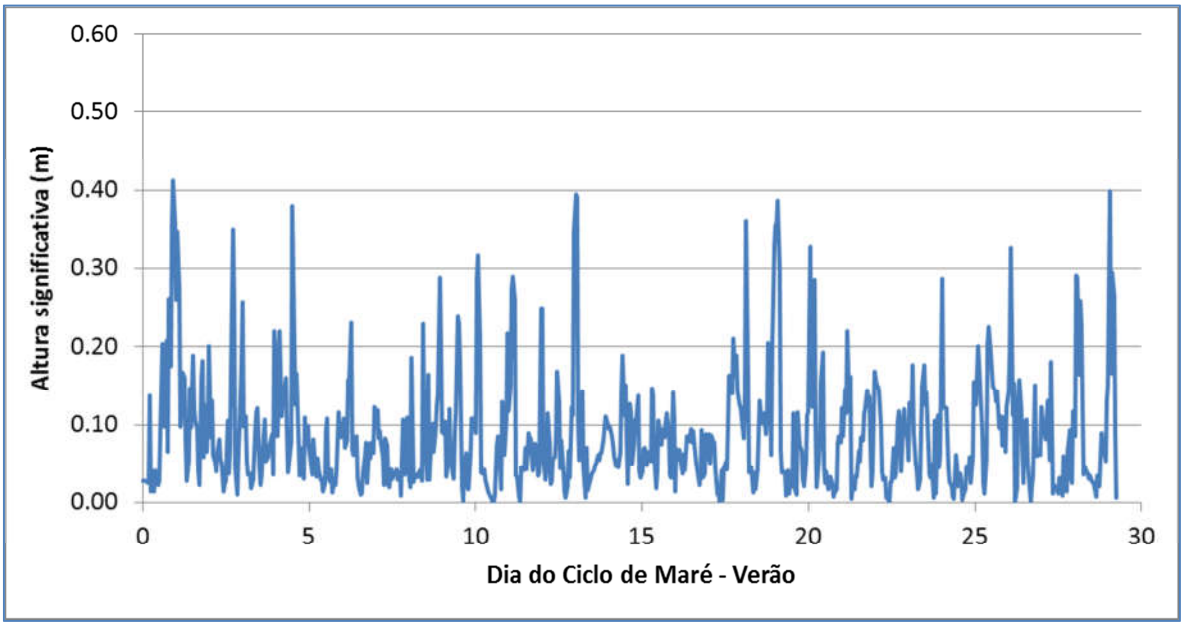


Figura 8.143 - Série temporal da altura significativa – Inverno.

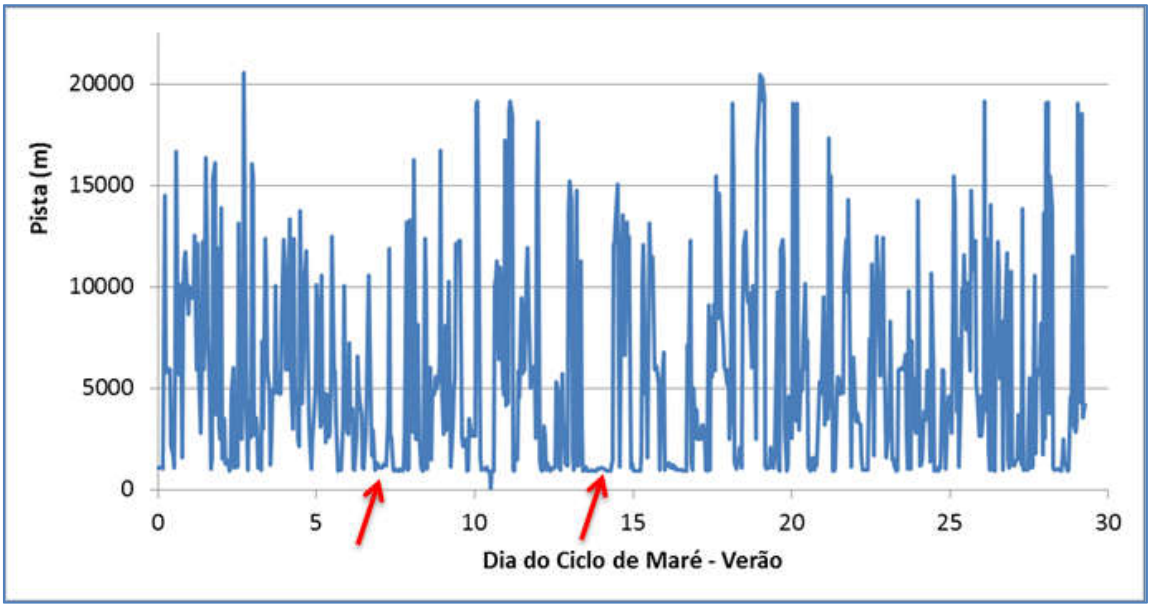
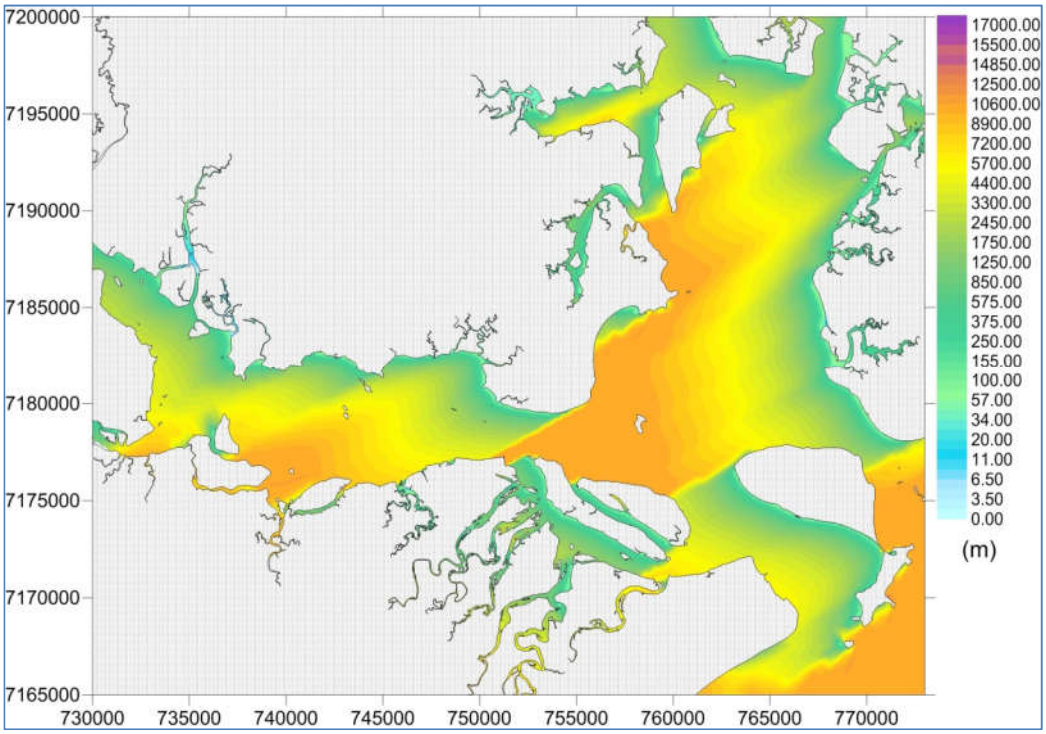
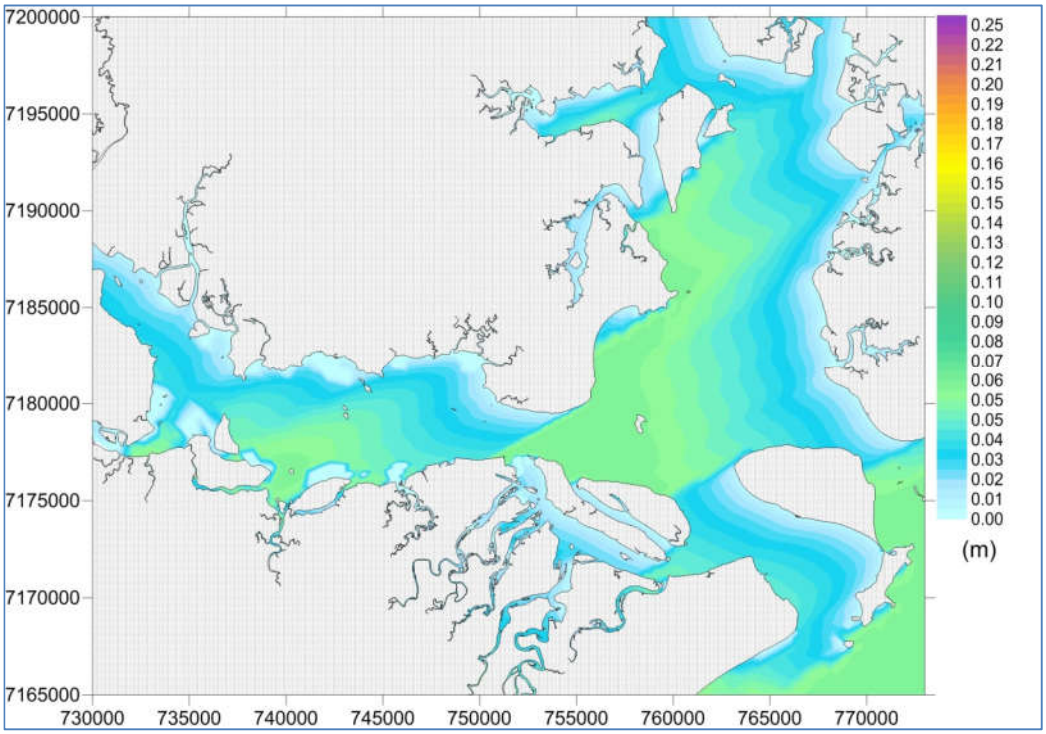


Figura 8.144 - Série temporal da pista gerada pelo vento – Inverno.



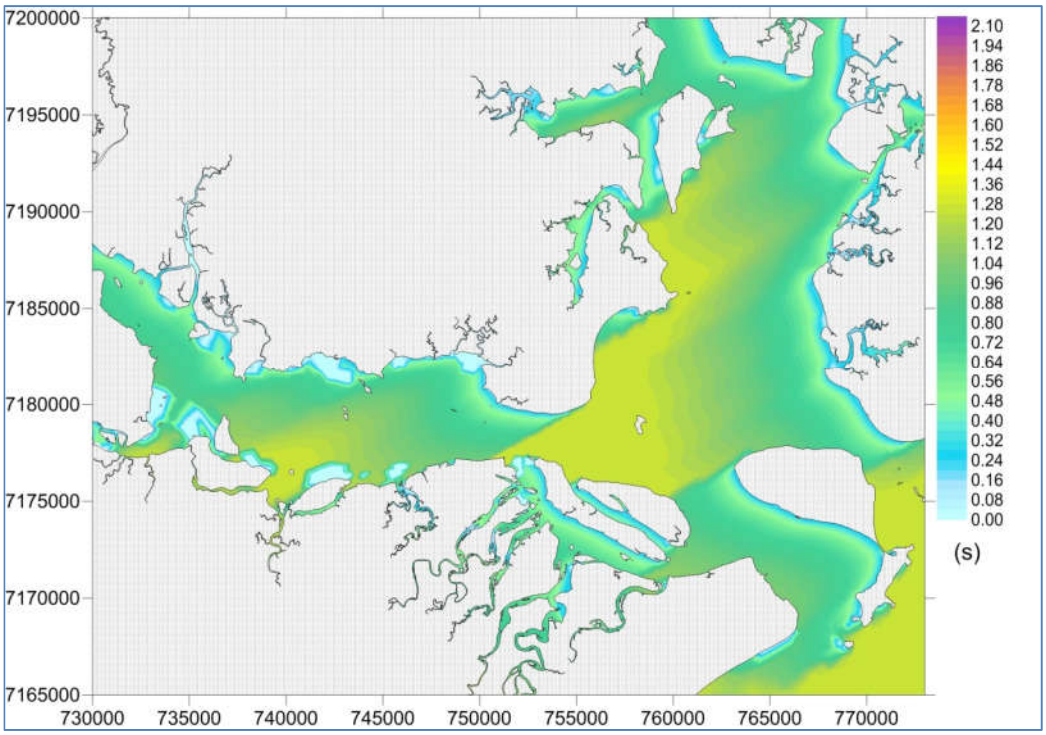
Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.145 - Distribuição espacial da pista gerada pelas ondas durante uma ocorrência de frente fria - Inverno.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.146 - Distribuição espacial da altura significativa das ondas durante uma ocorrência de frente fria - Inverno.



Fonte: PLANAVE, 2016

Figura 8.147 - Distribuição espacial do período das ondas durante uma ocorrência de frente fria - Inverno.

8.1.11.1 Considerações finais

Neste item foram apresentadas as simulações de diagnóstico da circulação hidrodinâmica, da evolução morfológica do fundo, e do comportamento das ondas na região de interesse para a ampliação do Porto de Paranaguá. Foram analisados ciclos típicos de maré de verão e de inverno. De maneira geral, as diferenças observadas são pouco significativas; estas se mostram mais evidentes em diferentes períodos de um mesmo ciclo de maré – por exemplo, entre vazante e enchente.

Deve-se mencionar que a modelagem matemática não é uma ciência exata, sendo realizadas simplificações, com imprecisões em função da discretização da região de estudo, e incertezas nas condições de contorno e nos dados utilizados. Os resultados obtidos permitem analisar os processos dominantes e fornecem informações sobre a ordem de grandeza dos parâmetros de interesse; dessa forma, os resultados apresentados aqui devem ser encarados como aproximações qualitativas.