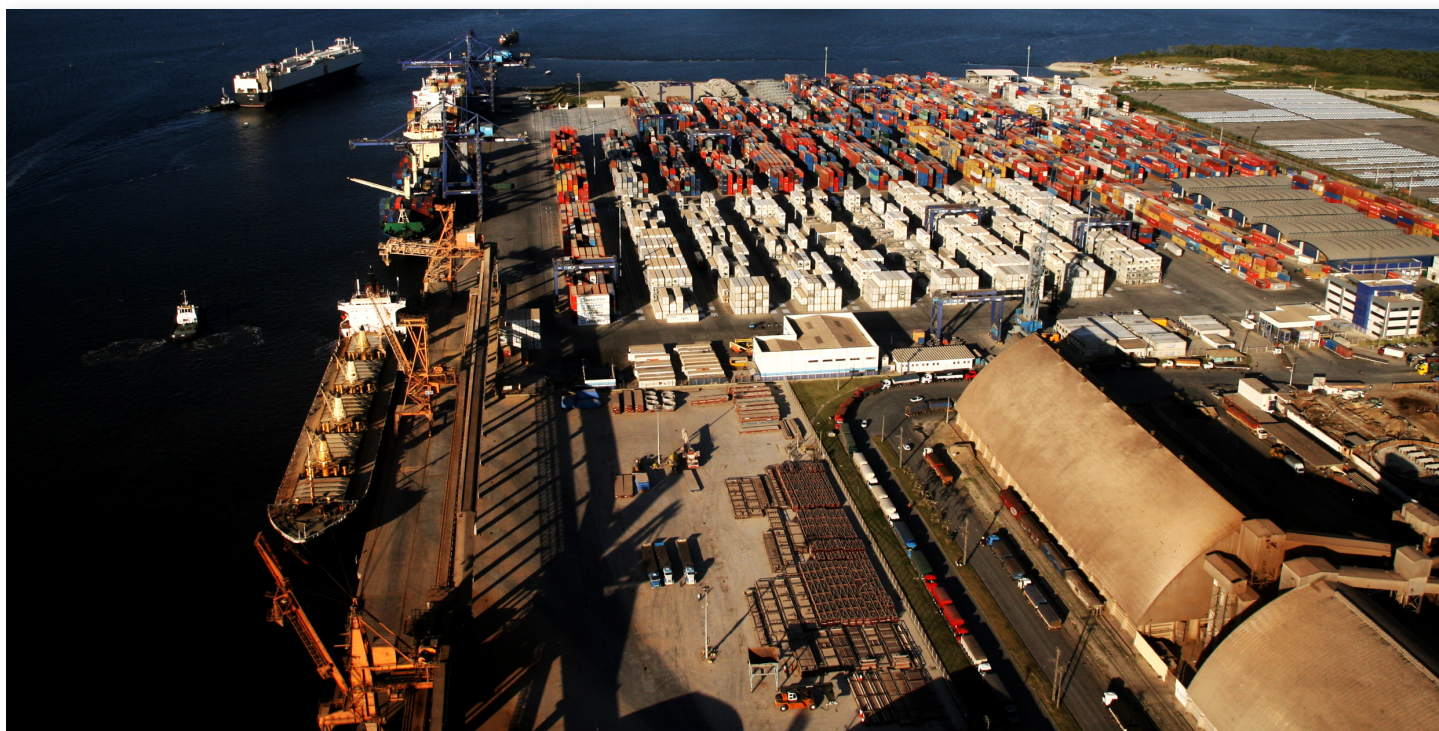




TERMINAL DE CONTÊNERES DE PARANAGUÁ



EIA

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

VOLUME 1

AMPLIAÇÃO DO CAIS

JUNHO / 2010



ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

AMPLIAÇÃO DO CAIS

VOLUMES I II III IV V

JUNHO/2010

SUMÁRIO

VOLUME I

1	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E EMPRESA CONSULTORA78
1.1	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR78
1.2	IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA79
1.3	DADOS DA EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR.....80
2	REGULAMENTAÇÃO APLICÁVEL.....88
2.1	DISPOSITIVOS NORMATIVOS88
2.1.1	Normas Federais.....88
2.1.2	Normas Estaduais92
2.1.3	Normas Municipais.....94
2.2	PLANOS E PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS95
2.2.1	Integração do empreendimento com os projetos e políticas governamentais 95
2.2.1.1	Rebatimentos do projeto com a gestão pública municipal97
2.2.1.2	Rebatimentos do projeto com a política de desenvolvimento em nível estadual 101
2.2.1.3	Rebatimentos do projeto com a política de desenvolvimento em nível federal 112
2.3	NORMAS TÉCNICAS..... 118
3	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 119
3.1	OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS 119
3.2	HISTÓRICO 121

3.2.1	O Porto de Paranaguá e sua trajetória	121
3.2.2	Porto de Paranaguá e a Lei 8630/93	129
3.3	DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO	133
3.3.1	O TCP – Terminal de Contêineres de Paranaguá	133
3.3.1.1	Missão do TCP	134
3.3.1.2	Visão de futuro	134
3.3.1.3	Objetivos permanentes	134
3.3.1.4	Infraestrutura geral existente	134
3.3.1.5	Funcionários	136
3.3.1.6	Saúde e segurança do trabalhador e terceiros	139
3.3.1.7	Equipamentos	141
3.3.2	Ampliação do cais	142
3.3.2.1	Descrição do projeto	143
3.3.2.1.1	Cronograma físico de obra	161
3.4	LOCALIZAÇÃO DA ATIVIDADE	162
3.4.1	Elaboração dos mapas temáticos	162
3.4.2	Descrição detalhada da localização	163
3.5	ÓRGÃO FINANCIADOR E VALOR DA ATIVIDADE	175
3.6	EFLUENTES LÍQUIDOS	175
3.7	RESÍDUOS SÓLIDOS	178
4	ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS	182
4.1	ALTERNATIVAS LOCACIONAIS	182

4.2	ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS	186
5	ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO	187
5.1	ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA).....	187
5.1.1	Meio físico, biótico e sócio-econômico	187
5.2	ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID).....	188
5.2.1	Meio físico e biótico.....	188
5.2.2	Meio socioeconômico.....	190
5.3	ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII)	193
5.3.1	Meio físico.....	193
5.3.2	Meio biótico.....	198
5.3.3	Meio socioeconômico.....	199
6	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	202
6.1	MEIO FÍSICO	202
6.1.1	Metodologia aplicada	202
6.1.1.1	Climatologia	202
6.1.1.2	Geologia e geomorfologia	202
6.1.1.2.1	Metodologia utilizada para a confecção da carta pedológica da área de drenagem da baía de Paranaguá	202
6.1.1.2.2	Metodologia utilizada para caracterização sedimentológica e geoquímica ..	206
6.1.1.2.3	Método de análise granulométrica.....	209
6.1.1.3	Oceanografia e hidrodinâmica.....	224
6.1.1.4	Recursos hídricos e qualidade da água.....	227

6.1.1.5	Qualidade do ar.....	232
6.1.1.6	Níveis de ruído	232
6.1.2	Climatologia	233
6.1.2.1	Dinâmica atmosférica regional	233
6.1.2.2	Temperatura do ar.....	235
6.1.2.3	Umidade relativa do ar	244
6.1.2.4	Ventos.....	245
6.1.2.5	Insolação e nebulosidade.....	248
6.1.2.6	Pluviosidade.....	250
6.1.2.7	Considerações finais	261
6.1.3	Geologia e geomorfologia	262
6.1.3.1	Geologia.....	262
6.1.3.1.1	Escudo	264
6.1.3.1.2	Batólito Paranaguá.....	264
6.1.3.1.3	Intrusivas mesozóicas	266
6.1.3.2	Geomorfologia.....	269
6.1.3.2.1	Macrozoneamento geomorfológico da área de drenagem da baía de Paranaguá	269
6.1.3.2.2	Análise da hipsometria	276
6.1.3.2.3	Análise da declividade.....	279
6.1.3.3	Solos	282
6.1.3.3.1	Mapeamentos pedológicos existentes na área abrangida pela All	282

6.1.3.3.2	Descrição e quantificação das subordens pedológicas encontradas na área de drenagem da baía de Paranaguá	283
6.1.3.4	Sedimentos continentais	303
6.1.3.4.1	Formação Alexandra (Mioceno Inferior)	303
6.1.3.4.2	Leques e cones aluviais (Plio-Quaternário)	304
6.1.3.5	Sedimentos costeiros	306
6.1.3.5.1	Classificação granulométrica e caracterização dos sedimentos da ADA (Resolução CONAMA 344/04).....	314
6.1.3.5.2	Descrição dos sedimentos da Área Diretamente Afetada (ADA) pelo empreendimento (geoquímica).....	318
6.1.3.5.3	Integração dos resultados (granulometria e geoquímica)	335
6.1.3.5.4	Integração dos resultados (toxicidade)	344
6.1.3.6	Considerações finais	348
6.1.4	Oceanografia e hidrodinâmica.....	354
6.1.4.1	Área de Influência Indireta (AII)	356
6.1.4.1.1	Campo de massa e aporte de água doce.....	356
6.1.4.1.2	Campo de correntes e Marés	359
6.1.4.1.3	Influência dos ventos.....	370
6.1.4.2	Área de Influência Direta (AID).....	371
6.1.4.2.1	Campos de Massa e aporte de água doce	371
6.1.4.2.2	Campos de correntes e marés	372
6.1.4.2.3	Influência do vento	379
6.1.4.3	Área Diretamente Afetada (ADA)	380

6.1.4.3.1	Campo de Massa e aporte de água doce.....	380
6.1.4.3.2	Campo de correntes e marés.....	380
6.1.4.3.3	Influência do vento.....	382
6.1.5	Recursos hídricos e qualidade da água.....	383
6.1.5.1.1	Delimitação da área de estudo.....	384
6.1.5.1.2	Ciclo hidrossedimentológico.....	386
6.1.5.1.3	Caracterização da área de estudo.....	388
6.1.5.1.4	Disponibilidade de dados.....	397
6.1.5.1.5	Estudos anteriores.....	399
6.1.5.1.6	Balanço hídrico – águas superficiais.....	414
6.1.5.1.7	Diagnóstico das demandas hídricas - usos consuntivos.....	416
6.1.5.1.8	Diagnóstico das disponibilidades hídricas superficiais.....	421
6.1.5.1.9	Considerações finais.....	424
6.1.5.2	Qualidade da água.....	426
6.1.5.2.1	Caracterização da qualidade da água na Área de Influência Direta (AID) - Eixo Leste-Oeste do CEP.....	426
6.1.5.2.2	Qualidade da água na Área Diretamente Afetada (ADA) - com base em dados secundários.....	430
6.1.5.2.3	Qualidade da água na Área Diretamente Afetada (ADA) – segundo a Resolução CONAMA 357/05 (Classe II - Águas Salobras) com base em dados primários.....	433
6.1.5.2.4	Fontes poluidoras.....	497

VOLUME II

6.1.6	Níveis de ruído	527
6.1.6.1	Aparelhagem utilizada.....	527
6.1.6.2	Enquadramento na legislação	527
6.1.6.3	Locais de medição	527
6.1.6.4	Níveis de ruído medidos.....	528
6.2	MEIO BIÓTICO	530
6.2.1	Metodologia aplicada	533
6.2.1.1	Biota terrestre.....	533
6.2.1.1.1	Fauna terrestre.....	533
6.2.1.2	Biota aquática	534
6.2.1.2.1	Plâncton	534
6.2.1.2.1.1	Fitoplâncton.....	534
6.2.1.2.1.2	Zooplâncton	536
6.2.1.2.1.3	Ictioplâncton.....	538
6.2.1.2.1.4	Larvas de decápodos	540
6.2.1.2.2	Bentos.....	543
6.2.1.2.2.1	Bentos de sedimentos inconsolidados.....	543
6.2.1.2.2.2	Bentos de sedimentos consolidados	552
6.2.1.2.3	Ictiofauna	556
6.2.1.2.4	Carcinofauna.....	557

6.2.1.2.4.1	Desenho amostral	557
6.2.1.2.4.2	Procedimentos de campo.....	561
6.2.1.2.4.3	Procedimentos de laboratório.....	562
6.2.1.2.5	Cetáceos e quelônios.....	563
6.2.1.2.5.1	Delimitação das áreas de influência do empreendimento.....	564
6.2.1.2.5.2	Monitoramento e coleta de dados durante perfuração dos testemunhos.....	565
6.2.1.2.5.3	Cetáceos vivos.....	567
6.2.1.2.5.4	Cetáceos e tartarugas marinhas mortos.....	573
6.2.1.2.5.5	Monitoramento de área de alimentação de tartaruga-verde (Chelonia mydas).	575
6.2.1.2.5.6	Análise estatística dos dados.....	576
6.2.1.3	Flora.....	577
6.2.2	Biota terrestre.....	578
6.2.2.1.1	Caracterização da fauna terrestre	578
6.2.2.1.1.1	Anurofauna	578
6.2.2.1.1.2	Herpetofauna	581
6.2.2.1.1.3	Avifauna	583
6.2.2.1.1.4	Mastofauna	603
6.2.3	Biota aquática	609
6.2.3.1	Plâncton	609
6.2.3.1.1	Fitoplâncton.....	609

6.2.3.1.1.1	Levantamento histórico do fitoplâncton para o Complexo Estaurino de Paranaguá	614
6.2.3.1.1.2	O fitoplâncton no Complexo Estuarino de Paranaguá	621
6.2.3.1.1.3	Considerações finais	664
6.2.3.1.2	Zooplâncton	665
6.2.3.1.2.1	Apresentação dos resultados	666
6.2.3.1.2.2	Discussão e análise dos dados	678
6.2.3.1.2.3	Considerações finais	683
6.2.3.1.3	Ictioplâncton	684
6.2.3.1.3.1	Levantamento histórico do icteoplâncton para o Complexo Estaurino de Paranaguá	686
6.2.3.1.3.2	Apresentação dos resultados	690
6.2.3.1.3.3	Considerações finais	704
6.2.3.1.4	Larvas de decápodos	706
6.2.3.1.4.1	Apresentação dos resultados	707
6.2.3.1.4.2	Discussão e análise dos dados	716
6.2.3.1.4.3	Considerações finais	719
6.2.3.2	Bentos	720
6.2.3.2.1	Setores ambientais	721
6.2.3.2.2	Estudos pretéritos no CEP	724
6.2.3.2.2.1	Sedimentos inconsolidados sublitorais	725
6.2.3.2.2.2	Substratos consolidados	728

6.2.3.2.2.3	Manguezais, marismas e bancos não vegetados	730
6.2.3.2.2.4	Gamboas	735
6.2.3.2.2.5	Canal da Cotinga	737
6.2.3.2.3	Considerações sobre a influência da sazonalidade sobre a macrofauna bêntica	739
6.2.3.2.4	Bentos de fundos inconsolidados	740
6.2.3.2.4.1	Apresentação dos resultados	741
6.2.3.2.4.2	Discussão e análise dos dados	763
6.2.3.2.5	Bentos de sedimentos consolidados	768
6.2.3.2.5.1	Apresentação dos resultados	769
6.2.3.2.5.2	Discussão e análise dos dados	778
6.2.3.3	Ictiofauna	808
6.2.3.3.1	Apresentação dos resultados	808
6.2.3.3.2	Discussão e análise dos dados	848
6.2.3.4	Carcinofauna.....	850
6.2.3.4.1	Apresentação dos resultados	852
6.2.3.4.2	Discussão e análises dos dados	863
6.2.3.5	Cetáceos e quelônios.....	876
6.2.3.5.1	Apresentação dos resultados	882
6.2.3.5.2	Discussão e análises dos dados	928
6.2.4	Bioindicadores.....	932
6.2.4.1	Zooplâncton	932

6.2.4.2	Ictioplâncton	932
6.2.4.3	Larvas de decápodos	933
6.2.4.4	Bentos	933
6.2.4.4.1	Bentos sedimentos inconsolidados	933
6.2.4.4.2	Bentos sedimentos consolidados	935
6.2.4.5	Ictiofauna	936
6.2.4.6	Carcinofauna.....	937
6.2.5	Flora.....	938
6.2.5.1	Flora da Área de Influência Indireta.....	939
6.2.5.2	Flora da Área Diretamente Afetada e Área de Influência Direta	951
6.2.5.3	Considerações Finais.....	968
6.2.6	Unidades de Conservação	968
6.2.6.1	Unidades de conservação na área de influência do empreendimento.....	974
6.2.6.2	Unidades de conservação em processo de criação.....	997
6.2.6.3	Áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade	1004
6.2.6.4	Considerações finais	1006

VOLUME III

6.3	MEIO SÓCIO-ECONÔMICO	1007
6.3.1	Metodologia aplicada	1008
6.3.1.1	Levantamento de variáveis socioeconômicas.....	1008
6.3.1.2	Levantamento sobre a pesca artesanal.....	1012
6.3.1.3	Levantamento sobre o patrimônio histórico	1013
6.3.2	Caracterização da população.....	1014
6.3.2.1	Dinâmica populacional	1014
6.3.2.1.1	O bairro D. Pedro II	1021
6.3.2.1.2	O bairro Costeira/Oceania.....	1026
6.3.2.2	Caracterização das condições gerais da infraestrutura	1035
6.3.2.2.1	Educação	1035
6.3.2.2.2	Aspectos da saúde pública em Paranaguá	1049
6.3.2.2.3	A inserção do empreendimento no contexto da saúde pública municipal ..	1065
6.3.2.2.4	Principais características e estratégias no combate à disseminação de doenças endêmicas	1072
6.3.2.2.5	Estado nutricional da população.....	1083
6.3.2.2.6	Infraestrutura de saneamento básico	1093
6.3.2.2.7	Segurança social.....	1094
6.3.2.2.7.1	Quadro de criminalidade e sua evolução.....	1094
6.3.2.2.7.2	Infraestrutura policial e judicial	1095
6.3.2.2.7.3	Corpo de bombeiro.....	1096

6.3.2.2.7.4	Estrutura de proteção ao menor e ao idoso.....	1098
6.3.2.2.7.5	Sistema de defesa civil.....	1102
6.3.2.2.8	Assentamento humano	1103
6.3.2.2.9	Principais atividades de recreação da população, áreas e equipamentos de lazer	1109
6.3.2.2.10	Jornais, locais e regionais de circulação diária, semanal, quinzenal e mensal	1113
6.3.2.2.11	Rádio e televisão locais e regionais	1115
6.3.2.2.12	Organização social.....	1115
6.3.2.2.12.1	Lideranças e associações comunitárias	1115
6.3.2.2.12.2	Forças Políticas e sindicatos atuantes.....	1121
6.3.2.2.12.3	Forças e tensões sociais	1126
6.3.2.2.12.4	Exclusão social, prostituição infantil, violência e drogas.....	1130
6.3.2.2.12.5	O caminhoneiro e sua inserção na sociedade parnanguara	1134
6.3.2.3	Comunidades indígenas e tradicionais	1140
6.3.3	Atividades produtivas	1141
6.3.3.1	Caracterização da estrutura produtiva e de serviços	1141
6.3.3.1.1	Atividades econômicas.....	1141
6.3.3.1.2	Mercado de trabalho	1148
6.3.3.1.3	Pessoas ocupadas	1150
6.3.3.1.4	Caracterização da estrutura produtiva e de serviço.....	1160
6.3.3.1.5	Importância do turismo como fonte de renda da região	1167

6.3.3.1.6	Características do empreendimento e seu entorno mais imediato.....	1176
6.3.3.2	Comunidades pesqueiras.....	1178
6.3.3.2.1	Mapeamento e georreferenciamento dos locais de pesca.....	1178
6.3.3.2.2	Caracterização das populações tradicionais na área de influência do empreendimento	1178
6.3.3.2.3	Localização das colônias de pesca ao longo das áreas de influência direta e indireta	1182
6.3.3.2.4	As comunidades pesqueiras na AID.....	1193
6.3.3.2.4.1	Ilha dos Valadares.....	1193
6.3.3.2.4.2	Ilha da Cotinga	1195
6.3.3.2.4.3	Ilha Perdida.....	1197
6.3.3.2.4.4	As especificidades dos pescadores artesanais na AID.....	1198
6.3.3.2.5	Mapeamento e caracterização das áreas preferenciais utilizadas para a pesca artesanal e esportiva	1214
6.3.3.2.6	Possíveis conflitos do projeto com o uso atual do ambiente a ser afetado	1223
6.3.3.3	Finanças municipais.....	1240
6.3.3.3.1	Receitas municipais	1240
6.3.3.3.2	Despesas municipais	1243
6.3.4	Uso e ocupação do solo.....	1246
6.3.4.1	Caracterização e mapeamento do uso e ocupação do solo na área terrestre no entorno do empreendimento.....	1246
6.3.4.1.1	Contexto rural.....	1246
6.3.4.1.2	Áreas de conservação.....	1248

6.3.4.2	Caracterização do entorno do projeto.....	1248
6.3.4.3	Compatibilização do empreendimento com o zoneamentos existentes	1257
6.3.4.4	Apresentação e mapeamento da malha viária existente	1258
6.3.5	Componente Indígena.....	1266
6.3.6	Patrimônio Histórico, Arqueológico e Cultural.....	1266
6.3.6.1	Mapeamento das áreas de valor histórico, cultural, paisagístico e ecológico	1266
6.3.6.2	Manifestações culturais relacionadas com o meio ambiente natural e sócio- religioso	1269
6.3.6.2.1	Festas Populares	1269
6.3.6.2.1.1	Festa da Tainha e Festa do Pescador.....	1269
6.3.6.2.1.2	Auto de Natal	1269
6.3.6.2.1.3	Carnaval de Rua	1270
6.3.6.2.1.4	Fandango.....	1271
6.3.6.2.1.5	Festa do Divino	1274
6.3.6.2.1.6	Festa de Nossa Senhora do Rocio.....	1275
6.3.6.2.1.7	Festa de Nossa Senhora do Rosário.....	1275
6.3.6.2.1.8	Festa de Nossa Senhora dos Navegantes	1276
6.3.6.2.1.9	Festa de São Benedito.....	1276
6.3.6.2.1.10	Paixão de Cristo.....	1276
6.3.6.2.1.11	Aniversário de Paranaguá.....	1276
6.3.6.2.1.12	Feira Interativa para Caminhoneiros	1277

6.3.6.2.1.13	Outras festas populares	1278
6.3.6.2.2	Lendas	1279
6.3.6.2.3	Pratos típicos	1280
6.3.6.2.4	Artesanato.....	1280
6.3.6.3	Monumentos de valor cultural, paisagístico, histórico e natural	1283
6.3.6.3.1	Histórico	1283
6.3.6.3.2	Patrimônio histórico tombado	1296
6.3.6.3.3	Outros patrimônios históricos	1326
6.3.6.3.4	Patrimônio documental.....	1333
6.3.6.3.5	Patrimônio arqueológico.....	1335
6.3.6.3.6	Patrimônio Natural.....	1343
6.3.6.3.6.1	Tombamento da Serra do Mar	1343
7	ANÁLISE INTEGRADA E PROGNÓSTICO AMBIENTAL.....	1347
7.1	MODELAGEM HIDRODINÂMICA E DE TRANSPORTE SEDIMENTAR....	1358
7.1.1	Área de estudo.....	1359
7.1.1.1	Características meteorológicas da região.....	1360
7.1.1.2	Características oceanográficas da região.....	1361
7.1.1.3	Características dos sedimentos da região.....	1362
7.1.2	Análise de dados.....	1363
7.1.3	Modelagem hidrodinâmica e transporte de sedimentos.....	1391
7.1.3.1	Discretização do domínio	1391
7.1.3.2	Avaliação da modelagem numérica.....	1394

7.1.3.2.1	Avaliação para a elevação	1396
7.1.3.2.2	Avaliação para as correntes	1397
7.1.3.2.3	Comentário sobre a modelagem hidrodinâmica	1399
7.1.3.3	Alterações hidrodinâmicas	1399
7.1.3.4	Alterações das taxas de deposição e/ou erosão	1404
7.1.4	Modelagem da dispersão do material dragado	1409
7.1.4.1	Especificações das operações de dragagem	1409
7.1.4.2	Dados de entrada e cenários simulados com o modelo SSFATE	1412
7.1.4.3	Resultados das simulações com o modelo SSFATE	1414
7.1.4.3.1	Período de verão	1415
7.1.4.3.2	Período de inverno	1418
7.1.4.3.3	Área total percorrida pelas plumas	1421
7.1.5	Considerações finais	1423
7.2	AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	1426
7.2.1	Metodologia de avaliação de impactos	1426
7.2.1.1	Critérios de avaliação para aspectos positivos (+) e negativos (-)	1429
7.2.1.1.1	Avaliação de significância para aspectos positivos e negativos	1431
7.2.1.2	Critérios de avaliação para aspectos potenciais (P)	1432
7.2.1.2.1	Avaliação de significância (P)	1433
7.2.1.3	Matriz de impactos	1433
7.2.2	Responsabilidades	1435
7.2.3	Impactos na fase de planejamento	1438

7.2.4	Impactos nas fases de implantação e operação.....	1440
7.2.4.1	Meio físico.....	1440
7.2.4.1.1	Clima e condições meteorológicas.....	1440
7.2.4.1.2	Qualidade do ar.....	1440
7.2.4.1.3	Ruídos.....	1443
7.2.4.1.4	Geologia, geomorfologia e solos.....	1446
7.2.4.1.5	Hidrodinâmica marinha e recursos hídricos.....	1448
7.2.4.1.6	Risco de acidentes.....	1453
7.2.4.2	Meio biótico.....	1454
7.2.4.2.1	Plâncton.....	1454
7.2.4.2.2	Bentos.....	1465
7.2.4.2.3	Ictiofauna.....	1471
7.2.4.2.4	Carcinofauna.....	1476
7.2.4.2.5	Cetáceos e quelônios.....	1480
7.2.4.2.6	Recursos pesqueiros.....	1485
7.2.4.2.7	Fauna terrestre.....	1488
7.2.4.3	Meio sócio-econômico.....	1494
7.2.4.3.1	Geração de empregos e renda diretos.....	1498
7.2.4.3.2	Geração de empregos e renda indiretos.....	1503
7.2.4.3.3	Aumento das vendas do comércio local.....	1507
7.2.4.3.4	Aumento de arrecadação municipal.....	1510
7.2.4.3.5	Geração de Receita Cambial.....	1512

7.2.4.3.6	Acidentes de trânsito.....	1514
7.2.4.3.7	Aumento da pressão sobre os serviços públicos de saúde	1517
7.2.4.3.8	Patrimônio arqueológico.....	1519
7.2.5	Impactos na fase de desativação	1522
7.2.6	Matriz de impactos	1523

VOLUME IV

7.3	MEDIDAS MITIGADORAS/COMPENSATÓRIAS E PROGRAMAS AMBIENTAIS	1533
7.3.1	Medidas mitigadoras e compensatórias	1533
7.3.2	Programas de controle e monitoramento.....	1533
7.3.2.1	Programa de Gestão Ambiental – PGA.....	1534
7.3.2.2	Plano Ambiental de Construção - PAC.....	1545
7.3.2.3	Programas de monitoramento da biota e bioindicadores	1561
7.3.2.3.1	Programa de monitoramento do fitoplâncton	1561
7.3.2.3.2	Programa de monitoramento das zoôplancton	1566
7.3.2.3.3	Programa de monitoramento das larvas de decápodos.....	1572
7.3.2.3.4	Programa de monitoramento da macrofauna bêntica	1577
7.3.2.3.5	Programa de controle e monitoramento da ictiofauna do sublitoral	1583
7.3.2.3.6	Programa de monitoramento de siris e educação ambiental com pescadores de siris da região.....	1589
7.3.2.3.7	Programa de monitoramento de pequenos cetáceos na região portuária e de influência destas atividades no Complexo Estuarino de Paranaguá, Estado do Paraná...	1597
7.3.2.3.8	Programa de monitoramento da avifauna.....	1605
7.3.2.3.9	Programa de monitoramento da atividade reprodutiva de anfíbios na área de influência do empreendimento.....	1608
7.3.2.4	Programa de gerenciamento de resíduos sólidos.....	1610
7.3.2.5	Programa de gerenciamento de efluentes.....	1616
7.3.2.6	Programa de gerenciamento das emissões atmosféricas.....	1623

7.3.2.7	Programa de monitoramento de ruídos e vibrações	1629
7.3.2.8	Programa de monitoramento da qualidade das águas estuarinas	1635
7.3.2.9	Programa de monitoramento hidrodinâmico e morfo-sedimentar da área adjacente ao Terminal de Contêineres de Paranaguá - TCP.....	1642
7.3.2.10	Programa de verificação do gerenciamento da água de lastro dos navios	1650
7.3.2.10.1	Sub-programa de monitoramento e educação ambiental relativo à troca oceânica de água de lastro dos navios para prevenir a bioinvasão de espécies exóticas	1650
7.3.2.10.2	Sub-programa de monitoramento de espécies invasoras por água de lastro no Complexo Estuarino de Paranaguá e educação ambiental	1656
7.3.2.11	Programa de monitoramento da pesca.....	1661
7.3.2.12	Programa de Auditoria Ambiental.....	1666
7.3.2.13	Programa de Gerenciamento de Riscos.....	1676
7.3.2.14	Programa de comunicação social.....	1693
7.3.2.15	Programa de Educação Ambiental para os colaboradores	1697
7.3.2.16	Plano de colocação de mão de obra	1701
7.3.2.17	Plano de reestruturação viária do acesso ao TCP.....	1704
7.3.3	Alternativas tecnológicas para redução do impacto na saúde do trabalhador e no meio ambiente.....	1707
8	COMPENSAÇÃO AMBIENTAL.....	1714
9	CONCLUSÕES.....	1719
10	BIBLIOGRAFIA	1720
11	GLOSSÁRIO.....	1773

VOLUME V

12	ANEXOS.....	1809
----	-------------	------

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de novas contratações previstas para o TCP.	119
Tabela 2 – Evolução da Exportação pelo Porto de Paranaguá - 1935-1951	121
Tabela 3 – Movimento de Carga Geral pela APPA – 1960-1995	125
Tabela 4 – Navios recebidos no Porto de Paranaguá – 2002 a 2005	128
Tabela 5 – Grau de escolaridade dos funcionários do TCP - 2010	136
Tabela 6 – Local de residência dos funcionários do TCP - 2010	137
Tabela 7 - Atendimentos médicos efetuados no ambulatório TCP entre 2008/2009.....	141
Tabela 8 - Cronograma físico da ampliação do cais em 315m + dolphins	161
Tabela 9 – Parâmetro de Zoneamento	174
Tabela 10 - Bacias de drenagem e áreas incrementais da baía de Paranaguá	196
Tabela 11 - Municípios abrangidos pela Área de Influência Indireta	196
Tabela 12 - Compartimentos geomorfológicos e relações pedológicas identificadas.....	205
Tabela 13 - Planos de informações considerados na delimitação das unidades pedológicas	205
Tabela 14 - Estações de coleta de sedimentos na área de estudo - coordenadas.	206
Tabela 15 - Limites de quantificação (LQ), detecção (LD), padrões e branco das análises químicas.....	214
Tabela 16 - Água de diluição utilizada no teste de toxicidade de sedimento integral.	217
Tabela 17 - Sumário das metodologias de amostragem e análises utilizadas nos estudos pretéritos (dados secundários) utilizados na caracterização da qualidade da aguada AID e ADA, do eixo leste-oeste do CEP.....	227
Tabela 18 - Identificação e coordenadas dos pontos amostrais da coluna d' água.....	229

Tabela 19 - Estações selecionadas para a caracterização da precipitação nas bacias de drenagem da baía de Paranaguá	250
Tabela 20 – Unidades geomorfológicas da área de drenagem da baía de Paranaguá	270
Tabela 21 – Classes de declividade existentes da área de drenagem da baía de Paranaguá	280
Tabela 22 – Subordens de solos estimados e de solos previamente mapeados na área de drenagem da baía de Antonina	283
Tabela 23 – Características granulométricas dos sedimentos na Área Diretamente Afetada pela expansão do Terminal de Contêineres de Paranaguá.	316
Tabela 24 – Teores de CaCO ₃ e matéria orgânica contida nos sedimentos Área Diretamente Afetada pela expansão do Terminal de Contêineres de Paranaguá, bem como as porcentagens das diversas classes granulométricas.....	317
Tabela 25 – Teores de metais, As, P, N e COT.....	320
Tabela 26 - Parâmetros físicos e químicos do teste de toxicidade sedimento integral.....	327
Tabela 27 – Teste de sensibilidade do anfípodo <i>T. viscana</i>	327
Tabela 28 – Resultado do teste de toxicidade com sedimento integral.....	328
Tabela 29 – Teste de sensibilidade dos embriões de <i>E. lucunter</i>	330
Tabela 30 - Parâmetros físicos e químicos do teste de toxicidade com interface sedimento-água.....	330
Tabela 31 – Resultado do teste de toxicidade com interface sedimento-água.....	331
Tabela 32 - Parâmetros físicos e químicos do teste de toxicidade com elutriatos.....	332
Tabela 33 – Resultado do teste de toxicidade com elutriatos.	333
Tabela 34 - Síntese dos testes de toxicidade quanto às formas de exposição, sendo: SI= sedimento integral, ISA interface sedimento-água e ELU= elutriatos;	335
Tabela 35 – Matriz de correlação entre os dados granulométricos e geoquímicos.....	336

Tabela 36 – Correlações significativas entre as variáveis analisadas.....	345
Tabela 37 – Autovetores dos fatores gerados pela análise fatorial.....	347
Tabela 38 – Correlações das variáveis com os fatores (<i>factor loadings</i>).	347
Tabela 39 – Associações dos fatores com as amostras (<i>factor scores</i>).....	348
Tabela 40 - Informações da maré.....	362
Tabela 41 - Informações por setores do Complexo	362
Tabela 42 – Correntes médias na preamar de sizígia em superfície. A última coluna mostra, aproximadamente, quanto tempo após a preamar na entrada do estuário (0 min) ocorre a preamar no respectivo local (coluna 1).....	368
Tabela 43 – Correntes máximas de enchente (médias) de sizígia em superfície. As máximas correntes de enchente acontecem aproximadamente entre 3,4 a 4 horas antes da preamar local (duração maior a montante).	368
Tabela 44 – Correntes máximas de vazante (médias) de sizígia em superfície. As máximas correntes de vazante acontecem aproximadamente entre 2,1 e 2,8 horas após a preamar local (diminui a montante).	369
Tabela 45 - Classes de erosividade pela chuva	390
Tabela 46 - Parâmetros fisiográficos das bacias dos principais rios	396
Tabela 47 - Principais parâmetros fisiográficos para as áreas incrementais.....	396
Tabela 48 - Estações disponíveis na área de estudo	397
Tabela 49 - Descarga sólida medida versus descarga sólida calculada	401
Tabela 50 - Estações fluviométricas utilizadas em MANTOVANELLI (1999).....	404
Tabela 51 - Dados de campo das campanhas “instantâneas” de inverno.....	406
Tabela 52 - Dados de campo das campanhas “instantâneas” de verão	407
Tabela 53 - Dados de campo das campanhas diárias de inverno.....	411

Tabela 54 - Dados de campo das campanhas diárias de verão	411
Tabela 55 - Comparação dos resultados com a literatura.....	412
Tabela 56 - Demandas de dessedentação para o setor da pecuária.....	419
Tabela 57 - Demandas de água do sistema superficial para usos consuntivos	420
Tabela 58 - Efluentes gerados a partir dos usos consuntivos e respectivos lançamentos ..	421
Tabela 59 - Estações fluviométricas consideradas no cálculo da disponibilidade hídrica ...	421
Tabela 60 - Disponibilidades hídricas por estação e para a região de interesse.....	423
Tabela 61 - Balanço hídrico para a área de estudo (l/s)	423
Tabela 62 - Descritores físico-químicos da coluna d'água nos setores da AID do TCP – eixo leste-oeste do CEP	427
Tabela 63 - Qualidade da água nas cercanias dos Terminais Portuários da Ponta do Félix (setor Echo) e limites críticos de alguns contaminantes conforme resolução CONAMA 357/2005	429
Tabela 64 - Descritores físico-químicos da coluna d'água na Área de Influência Direta (AID) do TCP (setores Charlie I e II).....	432
Tabela 65 - Frequência percentual das potencias fontes poluidoras dos Municípios de Antonina, Morretes e Paranaguá. Em " <i>itálico</i> ", somatório das categorias. Entre parênteses, número de potencias fontes poluidoras visitadas. O status de potencial contaminação atual refere-se a provável emissão de poluentes ao meio, face a um acidente ao as condições em que as fontes se encontram.	508
Tabela 66 – Coordenadas dos pontos de coleta do zooplâncton.....	536
Tabela 67 – Coordenadas dos pontos de coleta do zooplâncton.....	541
Tabela 68 – Pontos de amostragem para caracterização do bentos de fundos inconsolidados e respectivas coordenadas geográficas. (UTM – Datum: SAD 69; Zona/Área: 22J).....	544

Tabela 69 – Pontos de amostragem para caracterização do bentos de fundos consolidados e respectivas coordenadas geográficas. (UTM – Datum: SAD 69 Zona/Área: 22J)	553
Tabela 70 – Coordenadas geográficas dos pontos de início e fim de cada arrasto realizado para caracterização da carcinofauna no inverno (UTM – Datum: SAD 69 / Área: 22J).	559
Tabela 71 – Coordenadas geográficas dos pontos de início e fim de cada arrasto realizado para caracterização da carcinofauna no verão (UTM – Datum: SAD 69 / Área: 22J).	560
Tabela 72 – Estágios de maturação gonadal de <i>Callinectes</i> spp (adaptado de PINHEIRO <i>et al.</i> , 1998).	563
Tabela 73 – Coordenadas geográficas das transecções lineares percorridas na Baía de Paranaguá, Estado do Paraná.	569
Tabela 74 – Anfíbios registrados nas áreas atingidas pelo empreendimento (WISTUBA 2004).	580
Tabela 75 – Répteis terrestres registrados nas áreas atingidas pelo empreendimento (MORATO 2004).	582
Tabela 76 – Lista de espécies registradas na AID durante a visita técnica, com a indicação das respectivas famílias e nome popular.	586
Tabela 77 – Lista das espécies de aves citadas para os manguezais da baía de Paranaguá, área de influência do empreendimento.	593
Tabela 78 – Mamíferos terrestres de potencial ocorrência nas áreas atingidas pelo empreendimento.	604
Tabela 79 – Lista dos táxons fitoplanctônicos (exceto Bacillariophyceae) registrados para o Complexo Estuarino de Paranaguá, PR, com base na literatura.	622
Tabela 80 – Densidade celular (células/mL) dos táxons encontrados nos pontos de coleta 1, 2, 3 e 4. Os valores nulos (zero) foram omitidos da tabela.	626
Tabela 81 – Lista das espécies de diatomáceas citadas para o litoral do Paraná, de 1918 a 2010.	635

Tabela 82 – Espécies de diatomáceas encontradas nas amostragens de setembro de 2009 e janeiro de 2010.....	657
Tabela 83 – Distribuição das espécies de diatomáceas nos pontos de amostragem em setembro de 2009 e janeiro de 2010.	661
Tabela 84 – Valores de salinidade e temperatura (°C) registrados nas amostragens de setembro de 2009 e janeiro de 2010.	664
Tabela 85 – Lista de táxons de zooplâncton coletado no inverno nas áreas diretamente afetada e de influência direta do empreendimento.	670
Tabela 86 – Lista de táxons de zooplâncton coletado no verão nas áreas diretamente afetada e de influência direta do empreendimento.	672
Tabela 87 – Lista de famílias de larvas de peixes com seus respectivos gêneros e espécies, identificadas no complexo estuarino Baía de Paranaguá, Paraná.	688
Tabela 88 – Número de ovos e larvas de peixes coletados com a rede cônico-cilíndrica na área diretamente afetada (ADA).....	691
Tabela 89 – Número de exemplares por família de larvas e mês de coleta, obtidos com a rede cônico-cilíndrica na área diretamente afetada (ADA).....	692
Tabela 90 – Número de exemplares com menos de 30 mm de comprimento total por família de larva e mês de coleta, obtidos com a rede de 1 mm de malha na área diretamente afetada (ADA).	693
Tabela 91 – Número de exemplares com menos de 30 mm de comprimento total por <i>taxa</i> e mês de coleta, obtidos com a rede de 1 mm de malha na área diretamente afetada (ADA).	693
Tabela 92 – Número de ovos e larvas de peixes coletados com a rede cônico-cilíndrica na área de influência direta (AID).....	695
Tabela 93 – Número de exemplares por família de larvas e mês de coleta, obtidos com a rede cônico-cilíndrica na área de influência direta (AID).....	695

Tabela 94 – Número de exemplares com menos de 30 mm de comprimento total por família de larva e mês de coleta, obtidos com a rede de 1 mm de malha na área de influência direta (AID).....	696
Tabela 95 – Número de exemplares com menos de 30 mm de comprimento total por taxa e mês de coleta, obtidos com a rede de 1 mm de malha na área de influência direta (AID). .	697
Tabela 96 – Número de ovos e larvas de peixes coletados com a rede cônico-cilíndrica na área de influência indireta (AII) em frente ao rio Nhanha.....	698
Tabela 97 – Número de exemplares por família de larvas e mês de coleta, obtidos com a rede cônico-cilíndrica na área de influência indireta (AII) em frente ao rio Nhanha.....	698
Tabela 98 – Número de exemplares com menos de 30 mm de comprimento total por família de larva e mês de coleta, obtidos com a rede de 1 mm de malha na área de influência indireta (AII) em frente ao rio Nhanha.....	700
Tabela 99 – Número de exemplares com menos de 30 mm de comprimento total por taxa e mês de coleta, obtidos com a rede de 1 mm de malha na área de influência indireta (AII) em frente ao rio Nhanha.....	701
Tabela 100 – Número de ovos e larvas de peixes coletados com a rede cônico-cilíndrica na área de influência indireta (AII) próxima do rio do Maciel.	702
Tabela 101 - Número de exemplares por família de larvas e mês de coleta, obtidos com a rede cônico-cilíndrica na área de influência indireta (AII) próxima do rio do Maciel.	702
Tabela 102 – Número de exemplares com menos de 30 mm de comprimento total por família de larva e mês de coleta, obtidos com a rede de 1 mm de malha na área de influência indireta (AII) próxima do rio do Maciel.	703
Tabela 103 – Número de exemplares com menos de 30 mm de comprimento total por taxa e mês de coleta, obtidos com a rede de 1 mm de malha na área de influência indireta (AII) próxima do rio do Maciel.	704
Tabela 104 – Lista de táxons de decápodes coletados no inverno nas áreas diretamente afetada e de influência direta do empreendimento.	711

Tabela 105 – Lista de táxons de decápodes coletados no verão nas áreas diretamente afetada e de influência direta do empreendimento.	713
Tabela 106 – Número de espécies de decápodes registrados na costa brasileira.....	717
Tabela 107 – 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.	727
Tabela 108 – Listagem de todas as espécies encontradas no inverno (i) e verão (v).	743
Tabela 109 – Resultados da ANOSIM pareada. Valores de R próximos de 1 indicam alta dissimilaridade e próximos a 0 indicam alta similaridade.	756
Tabela 110 – Resultados da análise SIMPER para os agrupamentos: Sublitoral; Baixio não vegetado e Manguezal.	757
Tabela 111 - Lista de táxons identificados em substrato consolidado nos manguezais estudados na campanha de inverno.....	779
Tabela 112 – Lista de táxons identificados em substrato consolidado nos manguezais estudados na campanha de verão.	780
Tabela 113 – Lista de táxons identificados em substrato consolidado sublitoral na campanha de inverno.....	781
Tabela 114 – Lista de táxons identificados em substrato consolidado sublitoral na campanha de verão.	786
Tabela 115 – Similaridade (distância Euclidiana) entre os pares de locais amostrados, baseados na presença/ausência dos táxons observados.....	792
Tabela 116 – Espécies identificadas nos substratos consolidados e respectivos status, quanto à classificação como espécies nativas (N), criptogênicas (C), introduzidas (I) ou desconhecidas (?).	793
Tabela 117 – Táxons registrados por Correia (1989) em painéis experimentais na Ponta da Ilha da Cotinga, na Baía de Paranaguá, e meses de maior porcentagem de cobertura.....	795

Tabela 118 – Táxons quantificados por ECOWOOD (2002) em substrato consolidado do cais leste do Porto de Paranaguá e porcentagem de cobertura correspondente.....	797
Tabela 119 – Ascídias observadas por Rocha & Kremer (2005) em alguns pontos do interior da Baía de Paranaguá e em área costeira próxima (Parque dos Meros).....	801
Tabela 120 – Táxons encontrados por Neves (2007) em uma marina do rio Itiberê, próximo ao TCP.....	803
Tabela 121 – Táxons encontrados por Cangussu (2008), numa marina do rio Itiberê, próximo ao TCP.....	806
Tabela 122 – Classificação taxonômica, guilda trófica, distribuição vertical na coluna d'água, importância econômica (IE) e contribuição relativa no número de indivíduos (% N) e biomassa (% B) total, dos taxa de peixes capturados na zona entre-marés da ADA.....	810
Tabela 123 – Comprimento médio (\pm DP), mínimo e máximo (em mm) dos taxa de peixes capturados na zona entre-marés da ADA.....	811
Tabela 124 – Classificação taxonômica, guilda trófica, distribuição vertical na coluna d'água, importância econômica (IE) e contribuição relativa no número de indivíduos (% N) e biomassa (% B) total, dos taxa de peixes capturados no sublitoral da ADA.	814
Tabela 125 – Comprimento médio (\pm DP), mínimo e máximo (em mm) dos taxa de peixes capturados no sublitoral da ADA.	816
Tabela 126 – Classificação taxonômica, número de indivíduos por estação de amostragem, abundância absoluta e relativa (%) dos taxa de peixes capturados na zona entre-marés da AID.....	819
Tabela 127 – Nome vulgar, distribuição vertical na coluna d'água (DV; D, Demersal; P, Pelágica), guilda trófica, guilda ecológica (GE; E, Estuarina; ME, Marinha/ Estuarina; M; marinha) e importância econômica na pesca local (IE) dos taxa de peixes capturados na zona entre-marés da AID.	823
Tabela 128 – Número de indivíduos por mês de amostragem para os taxa de peixes capturados na zona entre-marés da AID.	826

Tabela 129 – Classificação taxonômica, número de indivíduos por estação de amostragem, abundância total e relativa (%) das espécies de peixes capturadas no sublitoral da AID. ..	833
Tabela 130 – Distribuição vertical na coluna d'água (DV; D, Demersal; P, Pelágica), guilda trófica, guilda ecológica (GE; E, Estuarina; ME, Marinha/ Estuarina; M; marinha) e importância econômica na pesca local (IE) das espécies de peixes capturadas no sublitoral da AID.	835
Tabela 131 – Número de indivíduos por mês de amostragem para as espécies de peixes capturadas no sublitoral da AID.	841
Tabela 132 – Espécies de crustáceos coletados durante a campanha de inverno.	854
Tabela 133 – Espécies de crustáceos coletados durante a campanha de verão. n= número de indivíduos, LC= largura da carapaça, M=média, DP= desvio padrão, P=peso, CC= comprimento do cefalotórax, CT= comprimento total.	860
Tabela 134 – Estruturação da população da carcinofauna nas campanhas de inverno e verão.	873
Tabela 135 – Descritores ecológicos da carcinofauna por ponto amostrado no verão.	876
Tabela 136 – Lista de publicações que relatam encalhe/ocorrência de cetáceos no Estado do Paraná.	886
Tabela 137 – Lista das espécies de cetáceos registrados no Estado do Paraná e seu estado de conservação.	893
Tabela 138 - Lista das espécies de tartarugas marinhas (quelônios) registradas no Estado do Paraná e seu estado de conservação.	894
Tabela 139 - Concentração de grupos, tamanho médio e estrutura dos agrupamentos na área de influência direta do empreendimento do TCP, Paraná.	898
Tabela 140 – Tamanho e estrutura dos grupos em relação às categorias comportamentais do boto-cinza na Baía de Paranaguá (AID).	898
Tabela 141 – Estudos realizados no Estado do Paraná que enfocam a captura de cetáceos ou tartarugas marinhas em redes de pesca de pesca artesanal.	921

Tabela 142 – Lista da composição florística da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Estágio Inicial de Sucessão Secundária na ilha da Cotinga, no município de Paranaguá-PR.....	956
Tabela 143 – Lista da composição florística da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Estágio Médio de Sucessão Secundária da Ilha da Cotinga, no município de Paranaguá – PR.....	960
Tabela 144 – Unidades de Conservação internas à área de influência do empreendimento.	972
Tabela 145 – Áreas Prioritárias para Conservação internas à área de influência do empreendimento	974
Tabela 146 – Unidades de Conservação em processo de criação internas à área de influência do empreendimento.....	997
Tabela 147 – Metodologia utilizada para levantamento dos principais dados e informações sócio-econômicos.....	1008
Tabela 148 - População residente, segundo a situação de domicílio – Paranaguá – 1980 – 1991 – 2000 - 2007	1015
Tabela 149 - Taxa anual de crescimento da população residente, segundo a situação de domicílio – Paranaguá e Paraná – 1991 a 2007	1016
Tabela 150 - População residente, segundo a faixa etária e razão de dependência, em Paranaguá – 1991 e 2000	1020
Tabela 151 - População residente, por sexo, segundo a faixa etária – bairro D. Pedro II – Paranaguá – 2000.....	1023
Tabela 152 - Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes por rendimento nominal mensal no bairro D. Pedro II - Paranaguá – 2000.....	1024
Tabela 153 - Algumas características dos domicílios particulares permanentes no bairro D. Pedro II – Paranaguá – 2000.....	1025

Tabela 154 - População residente por sexo, segundo a faixa etária, no bairro Costeira/Oceania – Paranaguá – 2000.....	1026
Tabela 155 - Algumas características dos domicílios particulares permanentes nos bairros Costeira e Oceania – Paranaguá – 2000.....	1028
Tabela 156 - Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes por rendimento nominal mensal nos bairros Costeira e Oceania - Paranaguá – 2000.....	1029
Tabela 157 - Ocorrências registradas pelo Corpo de Bombeiros de Paranaguá no bairro Costeira – 2006 – 2007.	1033
Tabela 158 - Taxa de analfabetismo, por faixa etária – Paranaguá e Paraná – 1991 – 2000.	1035
Tabela 159 - Taxas de rendimento (%) da Rede Municipal de Ensino, por situação de domicílio – Paranaguá – 2001 – 2005.	1037
Tabela 160 - Estabelecimentos de ensino, por rede – Paranaguá – 2000 a 2006.	1039
Tabela 161 - Matrículas no ensino, por rede – Paranaguá – 2000 a 2006.....	1040
Tabela 162 - Número de docentes, por rede de ensino – Paranaguá – 2000 a 2006.	1041
Tabela 163 - Indicadores de longevidade e mortalidade em Paranaguá – 1991- 2000.....	1050
Tabela 164 - Mortalidade Proporcional (%) por faixa etária segundo grupos de causas, em Paranaguá – 2005.....	1052
Tabela 165 - Coeficiente de mortalidade para algumas causas selecionadas, em Paranaguá – 1999-2005 (por 100.000 habitantes).....	1053
Tabela 166 - Relação de alguns tipos de equipamentos disponíveis nos estabelecimentos de saúde em Paranaguá – 2008.	1056
Tabela 167 - Especialidades, segundo o número de estabelecimentos, no município de Paranaguá – 2008.....	1057
Tabela 168 - Relação da estrutura pública de atendimento na área de saúde em Paranaguá – 2008.....	1058

Tabela 169 - Notificações registradas no Sinan de acidentes por animais peçonhentos, em Paranaguá, 2007 a 2009	1068
Tabela 170 - Notificações registradas no Sinan de casos confirmados de hepatite, em Paranaguá, 2007 a 2009	1069
Tabela 171 - Notificações registradas no Sinan de intoxicações exógenas, em Paranaguá, 2007 a 2009	1069
Tabela 172 - Casos confirmados notificados no Sinan, em Paranaguá, 2007 a 2009	1069
Tabela 173 - Estado nutricional dos beneficiários até nove anos do Programa Bolsa Família, em Paranaguá e Paraná, junho/2008.	1084
Tabela 174 - Consumo alimentar da população de Paranaguá – Período 2000/2003.	1089
Tabela 175 - Alimentos consumidos diariamente segundo zona espacial de Paranaguá.	1091
Tabela 176 - Domicílios particulares permanentes, moradores em domicílios particulares permanentes e média de moradores por domicílio particular permanente, por situação de domicílio – Paranaguá e Paranaguá – 2000.....	1105
Tabela 177 - Déficit habitacional segundo classes de renda familiar mensal – Paranaguá – 2000.	1107
Tabela 178 - Domicílios com inadequação, segundo classes de renda familiar mensal – Paranaguá – 2000.....	1108
Tabela 179 - Percentual de pessoas que vivem em domicílios permanentes, por serviços – Paranaguá e Paraná – 2000.....	1109
Tabela 180 - Relação de equipamentos culturais em Paranaguá – 2006.	1113
Tabela 181 - Transportadores e frota de veículos, no Brasil – 2006.....	1135
Tabela 182 - Estimativa do saldo pessoal líquido do caminhoneiro supondo renovação da frota – 1999.....	1137
Tabela 183 - Produto Interno Bruto – PIB*, segundo os setores de atividade Econômica, em Paranaguá – 2002 – 2005.....	1141

Tabela 184 - Valor das exportações, importações e saldo da balança comercial – Porto de Paranaguá – 2000 – 2008.....	1143
Tabela 185 - População em Idade Ativa – PIA, População Economicamente Ativa – PEA, População Ocupada – PO e Pessoas Desocupadas, por situação de domicílio e sexo – Paranaguá e Paraná – 1991 – 2000.....	1149
Tabela 186 - Pessoas ocupadas, segundo o setor de atividade econômica – Paranaguá – 1991 – 2000.....	1151
Tabela 187 - Pessoas ocupadas por posição na ocupação – Paranaguá e Paraná – 1991 – 2000.....	1152
Tabela 188 - Postos de trabalho, segundo o setor de atividade econômica – Paranaguá – 1995 – 2000 – 2005 – 2007.....	1153
Tabela 189 - Escolaridade dos empregos gerados em Paranaguá – 2000 e 2005 (em %).	1155
Tabela 190 - Pessoas ocupadas por classes de rendimento nominal mensal de todos os trabalhos – Paranaguá e Paraná – 2000.....	1156
Tabela 191 - Valor do rendimento mediano mensal* do trabalho principal das pessoas ocupadas, por posição na ocupação (em R\$) – Paranaguá e Paraná – 2000.....	1157
Tabela 192 - Porcentagem da renda apropriada por extratos da população – Paranaguá – 1991 – 2000.....	1159
Tabela 193 - Total de estabelecimentos segundo o número de funcionários por setor de atividade econômica – Paranaguá – 2005.....	1161
Tabela 194 - Postos de trabalho na indústria de transformação, segundo os grupos e subgrupos de intensidade tecnológica – Paranaguá – 2005.....	1163
Tabela 195 - Número de estabelecimentos segundo o número de funcionários na indústria de transformação, por grau de intensidade tecnológica – Paranaguá – 2005.....	1165
Tabela 196 - Número de estabelecimentos e participação relativa, segundo o tamanho do estabelecimento, em segmentos do setor turístico, em Paranaguá – 2006.....	1169

Tabela 197 - Número de empregos segundo o tamanho do estabelecimento, em segmentos do setor turístico, em Paranaguá – 2006.....	1170
Tabela 198 - Número de pescadores e embarcações registradas por Colônia de Pescadores.....	1186
Tabela 199 - Estrutura etária dos pescadores artesanais de Paranaguá.....	1190
Tabela 200 - Escolaridade dos pescadores artesanais de Paranaguá	1191
Tabela 201 - Destinação dos dejetos nas moradias de pescadores artesanais de Paranaguá.....	1192
Tabela 202 - Valor e quantidade pescada pelos pescadores artesanais de Ilha de Valadares e Ilha da Cotinga.....	1207
Tabela 203 – Custos mensais da Pesca/ Receita Bruta e Líquida Mensal dos Pescadores da Ilha dos Valadares e Ilha da Cotinga.....	1212
Tabela 204 - Evolução da receita total per capita - Paranaguá – 2005/2006 (em R\$).	1241
Tabela 205 - Receitas tributárias por tipo – Paranaguá, 2005 – 2006 (em R\$).....	1242
Tabela 206 - Receitas de transferências correntes, segundo alguns tipos – Paranaguá, 2005 – 2006 (em R\$).	1243
Tabela 207 – Proporção das despesas com pessoal e encargos sociais no total das despesas não financeiras em Paranaguá – 2001 – 2006.....	1244
Tabela 208 - Despesas por funções, em Paranaguá – 2006.....	1245
Tabela 209 - Número de estabelecimentos e área dedicados à atividade agropecuária, em Paranaguá – 2006.....	1246
Tabela 210 - Número de estabelecimentos segundo o tamanho, em Paranaguá – 1995/96.....	1247
Tabela 211 – Fluxo de veículos por categoria no pedágio de São José dos Pinhais - 2008.....	1259

Tabela 212 - Fluxo de caminhões no pedágio de São José dos Pinhais – 2008.....	1260
Tabela 213 - Sambaquis cadastrados no município de Paranaguá-PR.	1337
Tabela 214 – Características da AID para os meios físico, biótico e antrópico.	1348
Tabela 215 - Avaliação das variáveis relevantes e a inter-relação com a atividade portuária	1353
Tabela 216 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento CEP (25°42'00,00"S e 48°48'00,00"W) para o ano de 1997, no CEP, no período de verão.....	1368
Tabela 217 – Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento NCEP (25°42'00,00"S e 48°48'00,00"W) para o ano de 1997, no CEP, no período de inverno. ...	1369
Tabela 218 - Características do fundeio no par de bóias sinalizadoras 3 e 4.	1370
Tabela 219 - Amplitude (cm) e fase local (°) das principais componentes harmônicas para as estações maregráficas da Ponta da Galheta e do Porto de Paranaguá.....	1382
Tabela 220 - Dados de vazão (Qr), concentração de material particulado em suspensão (MPS), carga de MPS por unidade de tempo (Qs), fluxo diário de MPS e área total das bacias de drenagem dos principais rios que desembocam nas baías de Antonina e Paranaguá, na de campanha inverno de 1997.	1384
Tabela 221 - Dados de vazão (Qr), concentração de material particulado em suspensão (MPS), carga de MPS por unidade de tempo (Qs), fluxo diário de MPS e área total das bacias de drenagem dos principais rios que desembocam nas baías de Antonina e Paranaguá, na campanha de verão de 1998.....	1385
Tabela 222 - Estações fluviométricas da ANA na região de estudo.....	1386
Tabela 223 - Granulometria (%) média do sedimento no CEP.	1388
Tabela 224 - Concentração de sedimentos em suspensão na coluna d'água no CEP.	1390
Tabela 225 - Características da draga.	1411
Tabela 226 - Características do material dragado.	1411

Tabela 227 - Características das operações de dragagem.....	1412
Tabela 228 - Cenários simulados	1413
Tabela 229 - Resumo dos resultados obtidos na modelagem.	1414
Tabela 230 - Critério de avaliação de aspectos e impactos ambientais.....	1429
Tabela 231 - Critério de avaliação de aspectos e impactos ambientais.....	1429
Tabela 232 - Critério de avaliação de aspectos e impactos ambientais.....	1430
Tabela 233 - Critério de avaliação de aspectos e impactos ambientais.....	1430
Tabela 234 - Critério de avaliação de aspectos e impactos ambientais.....	1431
Tabela 235 - Critério de avaliação de aspectos e impactos ambientais.....	1431
Tabela 236 - Critério de avaliação de aspectos e impactos ambientais.....	1432
Tabela 237 - Critério de avaliação de aspectos e impactos ambientais.....	1432
Tabela 238 - Critério de avaliação de aspectos e impactos ambientais.....	1433
Tabela 239 - Critério de avaliação de aspectos e impactos ambientais.....	1434
Tabela 240 - Principais instituições produtoras de informação estatística do Brasil, fontes de dados e temas abordados	1495
Tabela 241 - Fluxos de entradas e saídas de contêineres através do Porto de Paranaguá	1497
Tabela 242 - Relação de novas contratações previstas para o TCP.....	1501
Tabela 243 – Exportações em US\$ do Terminal de Contêineres de Paranaguá	1512
Tabela 244 - Matriz de impactos ambientais positivos e negativos de ocorrência real	1524
Tabela 245 - Matriz de impactos ambientais potenciais.....	1527
Tabela 246– Comparativo: Iluminação a LED x Lâmpadas comuns	1712

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área de risco na área costeira e estuarina do Paraná	105
Figura 2 – Zoneamento da área costeira e estuarina do Paraná	106
Figura 3 - Rede de Cidades - Paranaguá entre os destaques com mais de 100 mil habitantes	115
Figura 4 - Distribuição do PIB municipal.....	116
Figura 5 - Domicílios urbanos com esgotamento sanitário por rede geral ou pluvial.....	116
Figura 6 - Índice de Desenvolvimento Humano	117
Figura 7 – Vista parcial da cantina do TCP disponibilizada para os caminhoneiros.....	139
Figura 8 – Detalhe da localização da ampliação com relação aos cais existente	143
Figura 9 - Seção do esquema construtivo do cais	145
Figura 10 - Localização das áreas de dragagem e despejo.....	147
Figura 11 – Localização das estacas.....	148
Figura 12 – Localização da plataforma.....	150
Figura 13 - Ilustração do cais concluído	151
Figura 14 - Localização da rede de água	153
Figura 15 - Detalhe da disposição do canteiro de obras.....	154
Figura 16 - Localização do projeto de expansão "Plataforma Aduaneira" (em vermelho) ...	160
Figura 17 – Localização geográfica do empreendimento.....	164
Figura 18 - Detalhe da estrutura existente e ampliação a ser implantada,.....	165
Figura 19 - Acessos terrestres a Paranaguá (Ministério dos Transportes – 2007).....	166
Figura 20 - Planta da localização do TCP e acessos.....	167

Figura 21 – Ilustração dos principais núcleos urbanos na área de influência direta do empreendimento	168
Figura 22 – Ilustração da localização do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) com a relação as principais toponímias.	169
Figura 23 – Bacias hidrográficas analisadas.	171
Figura 24 – Propostas construtivas lado oeste.	183
Figura 25 – Fases de expansão do cais do TCP, previstas quando do início do licenciamento ambiental junto ao IAP em 2000.....	184
Figura 26 – Localização da alternativa atual de expansão do cais	185
Figura 27 – Demonstração do tipo de estrutura utilizada para a construção do novo cais..	186
Figura 28 - Localização da Área Diretamente Afetada.....	187
Figura 29 – Localização da área de influência direta do empreendimento para os meios físico e biótico (raio de 10km).....	189
Figura 30 – Ilustração da Área de Influência Direta Restringida para o meio sócio-econômico	191
Figura 31 – Ilustração da AID relativa a pesca artesanal.....	192
Figura 32 – Ilustração da Área de Influência Direta Expandida para o meio sócio-econômico	193
Figura 33 - Localização das bacias de drenagem da baía de Paranaguá (All).	195
Figura 34 - Localização das bacias de drenagem da baía de Paranaguá (All) para a oceanografia e hidrodinâmica estuarina.	198
Figura 35 – Delimitação da All para o meio biótico que compreende toda a superfície líquida do CEP até às suas desembocaduras).	199
Figura 36 – Área de Influência Indireta para o meio sócio-econômico.....	201

Figura 37 - Abrangência espacial dos levantamentos pedológicos existentes para a área de drenagem da baía de Paranaguá	203
Figura 38 - Localização dos testemunhos realizados na área de expansão do píer do TCP para a coleta de amostras sedimentares	207
Figura 39 - Localização do ponto referência (R)	207
Figura 40 - Diagrama demonstrativo das profundidades onde foram tomadas amostras para as análises granulométricas para a expansão do píer do TCP	208
Figura 41 - Sistema do teste de toxicidade com interface sedimento-água.	221
Figura 42 - Mapa com os pontos amostrais da coluna d'água.....	231
Figura 43 - Dinâmica das Massas de Ar atuantes no Brasil.....	234
Figura 44 - Temperatura média nas bacias de drenagem da baía de Paranaguá (média histórica – 1974-2003).....	237
Figura 45 - Temperatura máxima média anual e sazonal nas bacias de drenagem da baía de Paranaguá (média histórica – 1974-2003).....	239
Figura 46 - Temperatura mínima média anual e sazonal nas bacias de drenagem da baía de Paranaguá (média histórica – 1974-2003).....	240
Figura 47 - Temperatura média mensal de Paranaguá.....	243
Figura 48 - Umidade relativa do ar média mensal de Paranaguá.	244
Figura 49 - Direção e velocidade média do vento predominante (Antonina – 1986-1999) ..	246
Figura 50 - Direção e velocidade média do vento predominante (Morretes – 1986-1999) ..	247
Figura 51 – Insolação média mensal de Antonina e Morretes.	248
Figura 52 – Nebulosidade média mensal de Antonina e Morretes.....	249
Figura 53 – Estações pluviométricas e meteorológicas selecionadas para a caracterização da pluviosidade das bacias de drenagem da baía de Paranaguá.....	252

Figura 54 - Precipitação pluviométrica média anual nas bacias de drenagem da baía de Paranaguá (média histórica – 1975-2005).....	254
Figura 55 - Precipitação pluviométrica média sazonal nas bacias de drenagem da baía de Paranaguá (média histórica – 1973-2002).....	255
Figura 56 – Pluviosidade média mensal em Paranaguá (média histórica – 1975-2005)	257
Figura 57 – Eventos pluviométricos superiores a 50 mm em 24 horas no município de Paranaguá (1975-2005)	258
Figura 58 – Chuva máxima mensal no período 1975-2005 em Paranaguá	258
Figura 59 – Número médio de dias com chuva no mês (Paranaguá)	260
Figura 60 – Variação interanual da pluviosidade em Paranaguá (1975-2005).....	260
Figura 61 - Mapa geológico da porção W do Complexo Estuarino de Paranaguá com as principais unidades geocronológicas (ADEMADAN – Programa CAD).....	263
Figura 62 - Detalhe da Carta Náutica 1824 (DHN) com as localizações dos principais auto-fundos próximos as cais do Porto de Paranaguá (Modificado de Carta Náutica 1824, DHN).	268
Figura 63 - Levantamento de sísmica rasa realizado na adjacência da Ponta da Cruz (ilha da Cotinga) indicando as profundidades em que ocorrem as rochas na área de estudo (Lamour <i>et al.</i> , em prep).....	268
Figura 64 – Ilustração da Carta Geomorfológica da Área de Drenagem da baía de Antonina.	272
Figura 65 – Frequência altimétrica da área de drenagem da baía de Paranaguá.....	277
Figura 66 – Ilustração da carta hipsométrica da área de drenagem da baía de Paranaguá.....	278
Figura 67 – Ilustração da carta de declividade da área de drenagem da baía de Paranaguá	281
Figura 68 – Espacialidade da Sub-Ordem Pedológica dos Argissolos.....	286

Figura 69 – Espacialidade da Sub-Ordem Pedológica dos Cambissolos.....	288
Figura 70 – Espacialidade da Sub-Ordem Pedológica dos Espodossolos.....	290
Figura 71 – Espacialidade da Sub-Ordem Pedológica dos Gleissolos.....	294
Figura 72 – Espacialidade da Sub-Ordem Pedológica dos Latossolos.....	296
Figura 73 – Espacialidade da Sub-Ordem Pedológica dos Neossolos.	298
Figura 74 – Espacialidade da Sub-Ordem Pedológica dos Organossolos.	302
Figura 77 - Mapa de distribuição dos valores de diâmetro médio no Complexo Estuarino de Paranaguá (Fonte: Lamour <i>et al.</i> , 2004).....	312
Figura 76 – Fotos aéreas em direção à montante do sistema estuarino mostrando os processos de ressuspensão (a) e a formação de frente estuarina (b) na margem do CEP durante maré de enchente.	339
Figura 77 – Foto das frentes estuarinas, geradas durante a maré enchente, nas margens do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá.....	340
Figura 78 – Eixo L-O, ao Sul do CEP da Carta Náutica da DHN, sendo que o quadro indica a localização aproximada do empreendimento.....	355
Figura 79 – Variação espaço-temporal da salinidade entre Antonina e Ilha do Mel em um intervalo de 2 anos, agrupada em setores de 6 km. São apresentadas as variações para as camadas de superfície, meio e fundo (Noernberg, 2001).	358
Figura 80 – Variação espaço-temporal da salinidade entre Ponta do Poço e Guaraqueçaba em um intervalo de 2 anos, agrupada em setores de 6 km. São apresentadas as variações para as camadas de superfície, meio e fundo (Noernberg, 2001).	359
Figura 81 – Variações do nível médio do mar devidas principalmente ao efeito da maré astronômica em diversos locais do CEP.	361
Figura 82 – Elipses de Correntes e vetores progressivos (área aprox. do empreendimento no quadro).....	367

Figura 83 - Saída do modelo POM para o nível médio do Mar em Paranaguá (Camargo, 1998).....	370
Figura 84 – Distribuição das direções e intensidades de correntes de superfície no canal de navegação em frente ao Porto de Paranaguá de dezembro/95 a outubro/96.	375
Figura 85 – Componente da corrente longitudinal (u) ao canal em frente ao Porto de Paranaguá durante um ciclo completo de maré de sizígia.....	377
Figura 86 – Componente da corrente transversal (v) ao canal em frente ao Porto de Paranaguá durante um ciclo completo de maré de sizígia.....	377
Figura 87 – Registros de velocidade (direita) e direção (esquerda) de observações de correntes com ADP Sontek na área do Porto de Paranaguá na frente do píer da Fospar, do píer do Rocio e do TCP.	379
Figura 88 - Diagrama de vetores progressivos na região da Pedra da Palangana e do Porto de Paranaguá (24 horas, sizígia – área aproximada do empreendimento indicada pelo quadro).....	381
Figura 89 – Bacias hidrográficas analisadas	385
Figura 90 – Mapa de isoerosividade pela chuva.....	390
Figura 91 – Localização de GPS na bacia litorânea e do reservatório no rio Capivari	391
Figura 92 – Mapa de localização das estações fluviosedimentométricas	398
Figura 93 – Área de estudo considerada em MANTOVANELLI (1999).....	403
Figura 94 – Área de estudo considerada em SUDERHSA (2007)	416
Figura 95 - Mapa com os pontos amostrais da coluna d'água.....	433
Figura 96 - Variação da salinidade na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009.	434
Figura 97 - Variação do pH na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo	

Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. As linhas vermelhas pontilhadas representam os valores mínimo e máximo preconizados pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da classe 1.....435

Figura 98 - Variação da concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o valor mínimo preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2.....436

Figura 99 - Variação da concentração de nitrato (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2.....438

Figura 100 - Variação da concentração de nitrito (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2.....439

Figura 101 - Variação da concentração de nitrogênio amoniacal total (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2.....440

Figura 102 - Variação da concentração de polifosfatos (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2.....441

Figura 103 - Variação da concentração de fósforo total (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em

dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2.....442

Figura 104 - Variação da concentração de carbono orgânico total (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2.....443

Figura 105 - Variação da concentração de arsênio total (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ=0,01 mg/L).....445

Figura 106 - Variação da concentração de cádmio (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 mg/L)446

Figura 107 - Variação da concentração de chumbo (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 mg/L)447

Figura 108 - Variação da concentração de cromo total (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 mg/L)448

Figura 109 - Variação da concentração de cobre dissolvido (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em

dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 mg/L)449

Figura 110 - Variação da concentração de níquel (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 mg/L)450

Figura 111 - Variação da concentração de zinco (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01)451

Figura 112 - Variação da concentração de mercúrio (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,0001 mg/L) ...452

Figura 113 - Variação da concentração de selênio (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 mg/L)453

Figura 114 - Variação da concentração de cianeto livre (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,002 mg/L)455

Figura 115 - Variação da concentração de cloro residual total (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico

preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 mg/L).....457

Figura 116 - Variação da concentração de surfactantes (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 mg/L LAS)459

Figura 117 - Variação da concentração de óleos e graxas totais (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 5 mg/L).....460

Figura 118 - Variação da concentração de óleos e graxas minerais (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 5 mg/L).....461

Figura 119 - Variação da concentração de Aldrin ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 $\mu\text{g/L}$)462

Figura 120 - Variação da concentração de Dieldrin ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 $\mu\text{g/L}$)463

Figura 121 - Variação da concentração de Carbaril ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano

do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 µg/L)464

Figura 122 - Variação da concentração de Clordano (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 µg/L)465

Figura 123 - Variação da concentração de 2,4-D (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 µg/L)466

Figura 124 - Variação da concentração de DDT (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 µg/L).....467

Figura 125 - Variação da concentração de Demeton (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 µg/L)468

Figura 126 - Variação da concentração de Dodecloro Pentaciclorodecano (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 µg/L)469

Figura 127 - Variação da concentração de Endrin (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano

do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 µg/L)470

Figura 128 - Variação da concentração de Endossulfan (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 µg/L)471

Figura 129 - Variação da concentração de Gution (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 µg/L)472

Figura 130 - Variação da concentração de Heptacloro Epóxido (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 µg/L)473

Figura 131 - Variação da concentração de Heptacloro (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 µg/L)474

Figura 132 - Variação da concentração de Lindano (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 µg/L)475

Figura 133 - Variação da concentração de Malation (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano

do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 µg/L)476

Figura 134 - Variação da concentração de Metoxicloro (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 µg/L)477

Figura 135 - Variação da concentração de Paration (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 µg/L)478

Figura 136 - Variação da concentração de Pentaclorofenol (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 1 µg/L)479

Figura 137 - Variação da concentração de 2,4,5-T (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 µg/L)480

Figura 138 - Variação da concentração de 2,4,5-TP (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 µg/L)481

Figura 139 - Variação da concentração de Toxafeno (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em

dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 µg/L)482

Figura 140 - Variação da concentração de fenóis (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 mg/L C6H5OH)483

Figura 141 - Variação da concentração de Tributilestanho, TBT (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 µg/L).....484

Figura 142 - Variação da concentração de Benzeno (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 1 µg/L).....486

Figura 143 - Variação da concentração de Tolueno (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. (LQ = 1 µg/L)487

Figura 144 - Variação da concentração de Etilbenzeno (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 1 µg/L).....488

Figura 145 - Variação da concentração de O-Xileno (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano

do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. (LQ = 1 µg/L)	489
Figura 146 - Variação da concentração de M/P-Xileno (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. (LQ = 1 µg/L)	490
Figura 147 - Variação da concentração de Triclorobenzeno (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 µg/L)	491
Figura 148 - Variação da concentração de Monoclorobenzeno (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. (LQ = 1 µg/L)	492
Figura 149 - Variação da concentração de Bifenilas Policloradas, PCBs (µg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. (LQ = 0,001 µg/L)	493
Figura 150 - Variação da concentração de Coliformes Totais (UFC/100mL) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009.	495
Figura 151 - Variação da concentração de Coliformes Totais Termotolerantes (UFC/100mL) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009.....	496
Figura 152 - Variação da concentração de <i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009.	497

Figura 153 - Potenciais fontes poluidoras visitadas nos Municípios de Antonina, Morretes e Paranaguá. Coordenadas em UTM.	503
Figura 154 – Potenciais fontes poluidoras visitadas no Município de Antonina. Coordenadas em UTM. Os números indicam o nome dos locais visitados: 1) Porto Barão de Tefé; 2) Indústria de Ferro Gusa do Paraná; 3) Fábrica de Papel São Marcos; 4) Lixão da Esplanada do Areião; 5) Futuro Aterro Sanitário; 6) Lixão Atual; 7) Lixão do Km 04; 8) Lixão Pinheirinho; 9) Lixão do Mamboeiro; 10) U. H. Governador Parigot de Sousa; 11) Saibreira; 12) Extração de Seixos.	504
Figura 155 – Potenciais fontes poluidoras visitadas no Município de Morretes. Coordenadas em UTM. Os números indicam o nome dos locais visitados: 1) Roquelwe Comércio de Artes Metalizadas Ltda; 2) Lixão a Céu Aberto de Morretes; 3) Lixão Antigo Morretes; 4) C.T.M. Papéis Ltda.; 5) Fábrica de Papel São Marcos 2; 6) Fábrica de Papel Kraft (Induspel); 7) Gnatta e Bolzon Ltda.; 8) Areal Brustolin; 9) Areal Bertazzoni; 10) Extração de Seixos; 11) Areal do Hernesto; 12) Mina de Ouro (desativada); 13) Saibreira Morretes.....	505
Figura 156 – Potenciais fontes poluidoras visitadas no Município de Paranaguá. Coordenadas em UTM. Os números indicam o nome dos locais visitados: 1) Fertipar Fertilizantes do Paraná Ltda; 2) União Vopak; 3) Cooperativa Central Regional Iguazu Ltda; 4) Posto de Combustível (abandonado); 5) Cattalini Terminais Marítimos Ltda; 6) Lava Car Santa Rita; 7) Lava Car do Pedro; 8) Andali Operações Industriais Ltda; 9) Mosaic Fertilizantes do Brasil; 10) Macrofertil Indústria e Comércio de Fertilizantes Ltda; 11) Adubos Sudoeste Ltda; 12) Estinave Unitização de Cargas e Armazéns Gerais Ltda; 13) Multitrans Transportes e Armazéns 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) Transadubo S.A.; 21) Cargil Fertilizantes S.A.; 22) Bunge Fertilizantes S.A.; 23) Adubos Trevo S.A.; 24) Serra do Mar Armazéns Gerais Ltda; 25) Nova Sul Padronização de Cereais Ltda; 26) Fertibras S.A.; 27) Grain Port Padronização de Grãos e Cereais Ltda; 28) Areal limbocui Ltda; 29) Areal das Ilhas.	506
Figura 157 – Localização dos pontos de medição (pontos 1 ao 6 a direita).....	528
Figura 160 - Níveis de pressão sonora nos pontos monitorados	529
Figura 159 - Pontos de amostragem do fitoplâncton. P1: próximo a foz do Rio Itiberê, P2: Rio Itiberê, P3: em frente ao TCP e P4 em frente ao Porto de Paranaguá.	535

Figura 160 – Localização da área de estudo e pontos de coleta.	536
Figura 161 – Arrasto horizontal de superfície com rede cilindro cônica (Autor: M. Serafim Jr - 20/09/09).....	537
Figura 162 – Acondicionamento das amostras de zooplâncton (Autor: M. Serafim Jr - 20/09/09).....	537
Figura 163 – Localização dos pontos de coleta.....	539
Figura 164 – Amostradores utilizados nas áreas de influência ADA, AID e AII: a) rede tipo picaré para a coleta de fases larvais e juvenis; b) rede de ictioplâncton para a coleta de ovos e larvas.	540
Figura 165 – Localização da área de estudo e pontos de coleta.	541
Figura 166 – Arrasto horizontal de superfície com rede cilindro cônica (Autor: M. Serafim Jr - 20/09/09).....	542
Figura 167 – Acondicionamento das amostras de zooplâncton (Autor: M. Serafim-Junior - 20/09/09).....	542
Figura 168 – Imagem da região do empreendimento com a localização de todos os pontos de coleta.....	545
Figura 169 – Imagem da ADA do empreendimento com a localização dos cinco pontos de coleta.	546
Figura 170 – Amostragens da macrofauna bêntica em ambientes distintos: a – Baixo não vegetado (ponto 5); b – Manguezal (ponto 6) e c – Sublitoral (Ponto 2).	546
Figura 171 – Equipamentos utilizados nas coletas: a) pegador de fundo do tipo Van-veen e b) amostrador cilíndrico de PVC.....	547
Figura 172 – Infra-estrutura utilizada: a - galpão de lavagem de amostras; b – lavagem de amostra com peneira de 0,5 mm de abertura; c – microscópio para identificação dos organismos; d – microscópio estereoscópico para triagem e identificação de amostras.....	549
Figura 173 – Vista aérea da área do empreendimento, com a marcação dos pontos de amostragem. Obs: o ponto Manguezal Ilha da Cotinga 2 não aparece na figura.....	554

Figura 174 – Localização das estações amostradas na zona entre-marés e no sublitoral da ADA, para caracterização da ictiofauna.....	557
Figura 175 –. Modelo de rede de arrasto de portas utilizado no diagnóstico da carcinofauna.	558
Figura 176 – Imagem de satélite mostrando as quatro transecções (arrastos) realizadas para caracterização da carcinofauna durante o inverno. As estrelas destacam as áreas de manguezal visitadas.....	560
Figura 177 – Imagem de satélite mostrando as quatro transecções (arrastos) realizadas para caracterização da carcinofauna durante o verão. As estrelas destacam as áreas de manguezal visitadas.....	561
Figura 178 - Área dos “dolphins” onde foram realizadas as sondagens, as quais foram acompanhadas pela equipe de cetáceos.	566
Figura 179 – Monitoramento da presença de botos na área dos “dolphins” durante as sondagens.....	566
Figura 180 – Complexo Estuarino de Paranaguá, Estado do Paraná, e os setores estudados durante o período de 2007 a 2009-1.	567
Figura 181 – Rotas utilizadas durante os períodos de amostragem de boto-cinza, <i>Sotalia guianensis</i> (2007 a 2009-1), em áreas internas do Complexo Estuarino de Paranaguá, Estado do Paraná.....	568
Figura 182 – Área de amostragem utilizada em 2009-2 e transecções lineares utilizada para amostragem dos botos-cinza.....	568
Figura 183 – Ponto zero (A) utilizado para estimar a distancia dos botos a zona portuária de Paranaguá durante as amostragens de boto-cinza.	573
Figura 184 – Garça-azul (<i>Egretta caerulea</i>), espécie comum na área de influência direta do empreendimento.	590
Figura 185 – Grupo de biguás (<i>Phalacrocorax brasilianus</i>) em banco de sedimentos exposto no canal da Cotinga.	590

Figura 186 – Principal banco de sedimentos utilizado como local de repouso coletivo, localizado ao lado dos <i>dolphings</i> do cais do TCP.....	591
Figura 187 – Trinta-réis-de-bando (<i>Thalasseus sandvicensis</i>), trinta-réis-de-bico-vermelho (<i>Sterna hirundinacea</i>), trinta-réis-real (<i>Thalasseus maximus</i>), talha-mar (<i>Rhynchops niger</i>) e o gaivotão (<i>Larus dominicanus</i>) utilizando o mesmo banco de sedimentos na área de influência do empreendimento.....	592
Figura 190 – Formação Pioneira de Influência Flúvio-Marinha na baía de Paranaguá e a vegetação florestal da Ilha da Cotinga ao fundo: ambientes que dão suporte para a ocorrência de uma avifauna diversificada.....	599
Figura 189 – Freqüência percentual das classes e grupos fitoplanctônicos encontrados nos pontos de coleta de setembro de 2009 e janeiro de 2010.	625
Figura 190 – Valores de densidade celular total (células/mL) e concentração de clorofila ($\mu\text{g/L}$) em relação aos pontos de amostragem em setembro de 2009.	630
Figura 191 – Distribuição dos valores de densidade celular total (células/mL) e concentração de clorofila ($\mu\text{g/L}$) nos pontos de amostragem em janeiro de 2010.....	630
Figura 192 – Amplitude das marés nos períodos de amostragem do zooplâncton. As setas indicam a hora das coletas.Fonte: Banco Nacional de Dados Oceanográficos (DHN).....	667
Figura 193 – Temperatura da água nos pontos de coletas durante o inverno (20/09/09) e o verão (13/01/10).....	667
Figura 194 – Salinidade da água nos pontos de coletas durante o inverno (20/09/09) e o verão (13/01/10).....	668
Figura 195 – Transparência da coluna d’água nos pontos de coletas durante o inverno (20/09/09) e o verão (13/01/10).	668
Figura 196 – Riqueza de táxons do zooplâncton no inverno (20/09/09) e no verão (13/01/10).	674
Figura 197 – Densidade média do zooplâncton no inverno (20/09/09) e no verão (13/01/10).	675

Figura 198 – Abundância relativa dos grupos zooplancctônicos no inverno (20/09/09).....	675
Figura 199 – Abundância relativa dos grupos zooplancctônicos no verão (13/01/10).....	676
Figura 200 – Abundância relativa das espécies de copépodes no inverno (20/09/09).....	676
Figura 201 – Abundância relativa das espécies de copépodes no verão (13/01/10).....	677
Figura 202 – Abundância relativa de copepoditos no inverno (20/09/09).....	677
Figura 203 – Abundância relativa de copepoditos no verão (13/01/10).	678
Figura 204 – Amplitude das marés nos períodos de amostragem do zooplâncton: a) maré de sizígia e b) maré de quadratura. As setas indicam a hora das coletas. Fonte: Banco Nacional de Dados Oceanográficos (DHN).	708
Figura 205 – Temperatura da água nos pontos de coletas durante o inverno (20/09/09) e o verão (13/01/10).....	709
Figura 206 – Salinidade da água nos pontos de coletas durante o inverno (20/09/09) e o verão (13/01/10).....	709
Figura 207 – Transparência da coluna d'água nos pontos de coletas durante o inverno (20/09/09) e o verão (13/01/10).....	710
Figura 208 – Riqueza de táxons de decápodes no inverno (20/09/09) e no verão (13/01/10).	714
Figura 209 – Densidade média de decápodes no inverno (20/09/09) e no verão (13/01/10).	715
Figura 210 – Abundância relativa dos táxons de decápodes no inverno (20/09/09).	715
Figura 211 – Abundância relativa dos táxons de decápodes no verão (13/01/10).....	716
Figura 212 – Complexo Estuarino de Paranaguá indicando os setores: Mes = mesohalino; Pol = polihalino; Euh = euhalino e Mar = marinho.	723
Figura 213 – Médias, erros-padrão (\pm 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.....	728
Figura 214 – Abundância total dos filis mais representativos nas coletas de inverno e verão.	748
Figura 215 – Número de espécies que ocorreram nos filis mais representativos coletados no inverno e verão.....	749
Figura 216 – Médias (\bar{x}), erros-padrão ($\pm EP$) (σ) e intervalos com 95% de confiança ($\pm 1.96*EP$) (τ) da abundância de organismos / m ² e riqueza de espécies ao longo dos pontos de coleta nas amostragens de inverno e verão.....	751
Figura 217 – Médias (\bar{x}), erros-padrão ($\pm EP$) (σ) e intervalos com 95% de confiança ($\pm 1.96*EP$) (τ) da diversidade de Shannon-Wiener e da equitatividade de Pielou ao longo dos pontos de coleta nas amostragens de inverno e verão.	752
Figura 218 – Análise de proximidade (MDS) entre todas as réplicas do inverno (I) e verão (V).	754
Figura 219 – Análise de proximidade (MDS) entre todas as réplicas demonstrando os agrupamentos conforme o habitat (sublitoral, baixio não vegetado e manguezal).....	754
Figura 220 – Análise de Cluster entre todas as réplicas demonstrando os agrupamentos conforme o habitat (S = sublitoral, B = baixio não vegetado e M = manguezal).....	755
Figura 221 – Dominância acumulada em porcentagem pelo <i>ranking</i> de espécies logaritimizado dos pontos de sublitoral no inverno e verão.....	760
Figura 222 – Dominância acumulada em porcentagem pelo <i>ranking</i> de espécies logaritimizado dos pontos de baixio no inverno e verão.....	760
Figura 223 – Dominância acumulada em porcentagem pelo <i>ranking</i> de espécies logaritimizado dos pontos de manguezal no inverno e verão.	761
Figura 224 – Curva do número de espécies acumuladas pelas amostras coletadas.....	761
Figura 225 – Tubos do molusco perfurador de madeira da família teredinidae encontrado no manguezal (ponto 6). Escala em centímetros.....	762

Figura 226 – Rastro provável de cachorro-do-mato (<i>Cerdocyon thous</i>) no manguezal do ponto 6 da ilha da Cotinga. Escala em polegadas.	763
Figura 227 – a) Manguezal da Ilha da Cotinga; b) Aglomerado de ostras e cracas em caule de mangue na Ilha da Cotinga; c) <i>Bostrichia radicans</i> em caule de mangue na Ilha da Cotinga; d) Cais do TCP; e) Incrustações na região entremarés do Cais do TCP; f) Detalhe das incrustações na região entremarés do Cais do TCP.	771
Figura 228 – Estimativas de densidade de cracas (média e desvio padrão) nas campanhas de inverno (cinza) e verão (branco) em alguns ambientes estudados.	772
Figura 229 – a) Dolphin Leste; b) Localização das Palanganas, vista do TCP; c) Ponta da Cotinga; d) Grupo de cracas sobre rocha na Ilha da Cotinga.	777
Figura 230 – Grupos mais representativos em número de táxons nas amostragens de substrato consolidado sublitoral.	791
Figura 231 – Número de táxons observados em cada área amostral nas campanhas de inverno e verão.	791
Figura 232 – Localização das estações amostradas na zona entre-marés da AID, de acordo com Falcão et al. (2006).	818
Figura 233 – Valores médios (\pm erro e desvio padrão) de biomassa, número de indivíduos, número de espécie e dos índices de riqueza de Margalef, diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade de Pielou por mês e estação de amostragem. Os resultados das análises de variância paramétrica (ANOVA - F) e não paramétrica (Kruskal-Wallis - KW - H) são fornecidos dentro dos gráficos.	830
Figura 234 – Localização das estações amostradas no sublitoral da AID, de acordo com Queiroz (2005).	832
Figura 235 – Valores médios (\pm erro e desvio padrão) de biomassa, número de indivíduos, número de espécie e dos índices de riqueza de Margalef, diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade de Pielou por mês e estação de amostragem. Os resultados das análises de variância paramétrica (ANOVA - F) são fornecidos dentro dos gráficos.	840
Figura 236 – <i>Callinectes danae</i> (o indivíduo marcado é da espécie <i>C. exasperatus</i>) coletados no inverno, em vista dorsal (A) e ventral (B).	854

Figura 237 – Distribuição da frequência das classes de largura da carapaça (LC) de machos e fêmeas de <i>Callinectes danae</i> amostrados no inverno.....	855
Figura 238 – Manguezal da Ilha da Cotinga visitado durante as amostragens.	856
Figura 239 – Crustáceos observados no manguezal da Ilha da Cotinga. A) <i>Goniopsis cruentata</i> , B) <i>Hexapanopeus schmitt</i> , C) toca fechada do caranguejo <i>Ucides cordatus</i> e D) toca aberta do caranguejo <i>Ucides cordatus</i>	857
Figura 240 – Curva cumulativa de espécies amostradas no verão.	858
Figura 241 – Distribuição da frequência das classes de largura da carapaça (LC) de machos e fêmeas de <i>Callinectes danae</i> amostrados no verão.	861
Figura 242 – Distribuição da frequência das classes de largura da carapaça (LC) de machos e fêmeas de <i>Callinectes ornatus</i> amostrados no verão. *=fêmea ovígera.	862
Figura 243 – Produção média anual de siris (em toneladas), por Estado da Federação, de 2002 a 2007. Fonte: IBAMA, 2004a; 2004b; 2005; 2007; 2008.	871
Figura 244 – <i>Charybdis helleri</i> coletado na campanha de verão.	876
Figura 245 – O boto-cinza na região portuária (© Camila Domit).	881
Figura 246 – Tartaruga-verde na região de Pontal do Paraná (Fonte: LEC/UFPR).	881
Figura 247 – Imagens de coletas realizadas durante os estudos de impacto referente ao empreendimento de ampliação do cais leste do Terminal de Contêineres de Paranaguá, PR.	883
Figura 248 – Pontos de ocorrência do boto-cinza, entre 2007 e 2009, na Área Diretamente Afetada e de Influência Direta do empreendimento do TCP, Estado do Paraná.	900
Figura 249 - Pontos de ocorrência de indivíduos ou grupos de boto-cinza durante o período de setembro a dezembro de 2009, na Área Diretamente Afetada e de Influência Direta do empreendimento do TCP, Estado do Paraná.	900
Figura 250 – Áreas de concentração dos botos na Área Diretamente Afetada e de Influência Direta do empreendimento do TCP e estimativa de densidade de botos na região. Para	

estas estimativas foi calculado o número de indivíduos presente em cada grupo representado no mapa como um ponto preto.	901
Figura 251 – Distribuição sazonal dos grupos de boto-cinza referente ao período de 2007 a 2009 e seccionada para enfatizar as áreas referentes a ADA e AID do empreendimento do TCP, Estado do Paraná.....	902
Figura 252 – Área de vida do boto-cinza determinada pelo método do Mínimo Polígono Convexo, na região da Baía de Paranaguá, Estado do Paraná.....	903
Figura 253 – 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%).	905
Figura 254 – Grade de distância da área portuária de Paranaguá e os pontos de ocorrência dos botos-cinza na região da Baía de Paranaguá, Estado do Paraná.	907
Figura 255 – Grade de profundidade e os pontos de ocorrência dos botos-cinza na região da Baía de Paranaguá, Estado do Paraná. Tons escuros referem-se a áreas de maior profundidade (limites 1.6m a 20m de profundidade).....	908
Figura 256 – Áreas de ocorrência de <i>Pontoporia blainvillei</i> , no Complexo Estuarino de Paranaguá, Estado do Paraná.	909
Figura 257 – <i>Dermochelys coriacea</i> em praia do município de Pontal do Paraná durante ocorrência reprodutiva em Janeiro de 2010.....	911
Figura 258 – Porcentagem de indivíduos encalhados por espécie encontrados entre Janeiro de 2007 e Agosto de 2009, no Litoral do Estado do Paraná.....	913
Figura 259 – Frequência de eventos de encalhes nos meses do ano entre Janeiro de 2007 e Agosto de 2009, no litoral paranaense.	915
Figura 260 – Proporção de sexo de indivíduos encalhados da espécie <i>Sotalia guianensi</i> , no litoral paranaense.....	915
Figura 261 – Área dos bancos de grama marinha na região do “Baixio do Perigo”, na Baía de Paranaguá, Estado do Paraná.	919

Figura 262 – Vista geral com vegetação em estágio inicial de sucessão secundária na Ilha da Cotinga – canal da Cotinga.	952
Figura 263 – Vegetação em estágio inicial de sucessão secundária na Ilha da Cotinga – canal da Cotinga.	953
Figura 264 – Borda da vegetação em estágio inicial localizado na porção oeste da Ilha da Cotinga – canal da Cotinga.	954
Figura 265 – Interior de vegetação em estágio inicial de sucessão secundária.	955
Figura 266 – Vista geral da vegetação em estágio médio de sucessão secundária na Ilha da Cotinga – canal da Cotinga.	958
Figura 267 – Aspecto do interior da vegetação em estágio médio de sucessão secundária.	959
Figura 268 – Vista geral de manguezal – rio Itiberê/canal da Cotinga.	963
Figura 269 – Aspecto de indivíduos de <i>Rhizophora mangle</i> (mangue-vermelho) – rio Itiberê.	964
Figura 270 – Aspecto geral da vegetação pioneira – área do TCP.	966
Figura 271 – <i>Bidens alba</i> na área do TCP.	967
Figura 272 – Estação Ecológica do Guaraguaçu.	976
Figura 273 – Parque Nacional Saint Hilaire-Lange.	977
Figura 274 – Parque Estadual da Graciosa.	978
Figura 275 – Parque Estadual do Pau Oco.	980
Figura 276 – Parque Estadual Pico do Marumbi.	981
Figura 277 – Parque Estadual Pico do Paraná.	982
Figura 278 – Parque Estadual Roberto Ribas Lange.	985
Figura 279 – APA Federal de Guaraqueçaba.	986

Figura 280 – APA Estadual de Guaraqueçaba.....	987
Figura 281 – APA Estadual de Guaratuba.....	988
Figura 282 – Floresta Estadual do Palmito.....	991
Figura 283 – RPPN Águas Belas.	992
Figura 284 – RPPN Morro da Mina.....	993
Figura 285 – RPPN Rio Cachoeira.....	995
Figura 286 – AEIT do Marumbi.....	996
Figura 287 – Reserva Biológica Bom Jesus.	999
Figura 288 – Parque Nacional de Guaricana.....	1001
Figura 289 – RPPN Fazenda Cantábrico.....	1002
Figura 290 – RPPN Fazenda Santa Maria.....	1003
Figura 291 - Pirâmide etária e por sexo – Paranaguá – 1980.....	1018
Figura 292 - Pirâmide etária e por sexo – Paranaguá - 1991.....	1019
Figura 293 - Pirâmide etária e por sexo – Paranaguá – 2000.....	1019
Figura 294 - Vista de parte do bairro D. Pedro II, nas proximidades do empreendimento.....	1022
Figura 295 - Vista de parte do bairro Costeira, próximo ao empreendimento.	1027
Figura 296 - Liberação de resíduos à beira do rio do Chumbo.	1029
Figura 297 - Vista de logradouro no bairro Costeira com a passagem obstruída em função de manobras de uma carreta tipo cegonha.	1031
Figura 298 - Vista parcial da rua Benjamin Costant que faz divisa com a margem do rio Itiberê.....	1032
Figura 299 - Vista de área de conserto e atracação de barcos no bairro Costeira.....	1034

Figura 300 - Tela de aluno do Projeto Museu de Arte Jovem.	1047
Figura 301 - Estrutura de análise dos determinantes da mortalidade infantil.	1051
Figura 302 - Hospital Regional do Litoral.....	1060
Figura 303 - Imóvel que abriga a Farmácia Popular em Paranaguá.....	1062
Figura 304 - Vista parcial de artigos à venda no comércio local de Paranaguá.....	1064
Figura 305 - Venda de “garrafadas” no comércio local.	1065
Figura 306 - Fórum da Justiça do Trabalho de Paranaguá.....	1096
Figura 307 - Posto do Corpo de Bombeiros no Bairro Costeira.	1097
Figura 308 - Veículo responsável pelo Resgate Social em Paranaguá.....	1101
Figura 309 - Vista parcial de algumas residências da Vila Gabriel de Lara, próxima ao empreendimento.	1106
Figura 310 - Inadequação habitacional por infra-estrutura – Paranaguá – 2000.....	1108
Figura 311 - Vista da entrada do Complexo Esportivo.....	1110
Figura 312 - Escolinha de vôlei no Complexo Esportivo.	1111
Figura 313 - Escolinha de natação no Complexo Esportivo.....	1111
Figura 314 - <i>Banner</i> de divulgação da escolinha de vôlei de praia Agatha.	1112
Figura 315 - Rua do Bairro Costeira.	1117
Figura 316 - Centro Comunitário.	1118
Figura 317 - Quadra de esportes da comunidade.....	1120
Figura 318 - Sede do Sindicato dos Condutores Autônomos de Veículos Rodoviários de Paranaguá.....	1123
Figura 319 - Sede do Sindicato dos Estivadores de Paranaguá e Pontal do Paraná.....	1124

Figura 320 - Sede do OGMO em Paranaguá.	1125
Figura 321 - Sede do Conselho Tutelar de Paranaguá.....	1128
Figura 322 - Lanchonete localizada no interior do TCP para atender os caminhoneiros que a ele se dirigem.....	1140
Figura 323 - Índice de crescimento do PIB (a preços de 2007) por setor de atividade econômica – Paranaguá – 2002 – 2005.	1142
Figura 324 - Artesanato indígena em madeira à venda no comércio da Rua da Praia.	1146
Figura 325 - Artesanato indígena à venda em comércio na Rua da Praia.	1147
Figura 329 - Valor do rendimento mediano (a preços de 2007) do trabalho principal das pessoas ocupadas – Paranaguá – 2000.	1157
Figura 327 - Localização do Aquário Marinho próximo ao novo mercado.....	1174
Figura 328 - Maquete do Aquário Marinho de Paranaguá.	1175
Figura 329 - Novo Mercado Municipal de Paranaguá, 6 dez 2007.	1176
Figura 330 - Variação Populacional das Comunidades Pesqueiras do Litoral do Paraná entre os anos 1972-1994.....	1181
Figura 331 – Comunidades pesqueiras existentes na costa paranaense.	1184
Figura 332 - Atracadouro para os pescadores artesanais, inadequado para as pequenas embarcações.....	1188
Figura 333 - Embarcações atracadas na rua da Praia destinada à pesca.	1188
Figura 334 - Localização de comunidades pesqueiras próximas ao município de Paranaguá a partir de mapa da SEAP – 2004.	1189
Figura 335 – Fotos da Ilha dos Valadares, entrada Portal Ponte e comunidade pesqueira do Bairro Itiberê.....	1195
Figura 336 – Pesca no Canal da Cotinga. Vista do Canal da Cotinga a partir da Sub Sede do late Clube de Paranaguá. Casa de pescador Ilha da Cotinga.	1196

Figura 337 – Localização da Ilha Perdida.....	1198
Figura 338 - Número de pescadores entrevistados que disseram “sim, utilizam o canal sudoeste, canal norte e canal sul”.	1199
Figura 339 - Distribuição da freqüência relativa de pescadores APIVA segundo a faixa etária.	1200
Figura 340 - Distribuição da freqüência de pescadores segundo o tempo de moradia no local. Entre parênteses, número de pescadores entrevistados.....	1201
Figura 341 – Pescadores segundo a suficiência da renda para o sustento da família.	1202
Figura 342 – Famílias que vivem da pesca.	1203
Figura 343 – Fontes de renda dos pescadores entrevistados.....	1204
Figura 344 – Número de dias que os entrevistados saem à pesca.....	1205
Figura 345- Número de pescadores segundo a jornada de trabalho.	1206
Figura 346 – Freqüência percentual do tipo de material que são feitas as embarcações. Entre parênteses o número de pescadores entrevistados.	1209
Figura 347 – Freqüência percentual da procedência das embarcações. Entre parênteses o número de pescadores entrevistados.....	1210
Figura 348 - Freqüência percentual da potência dos motores das embarcações com sistema de impulsão a motor. Entre parênteses o número de embarcações que possuíam motor.	1211
Figura 349 – Margem do rio do Chumbo.	1213
Figura 350 – Tubulação de lançamento de esgoto no rio do Chumbo, segundo descrição dos moradores entrevistados.	1213
Figura 351 – Embarcações ancoradas junto ao rio do Chumbo.	1214
Figura 352 – Locais de pesca frequentados pelas comunidades pesqueiras da Ilha dos Valadares e Ilha da Cotinga, Complexo Estuarino de Paranaguá.	1215

Figura 353 – Mapa do ordenamento costeiro.	1222
Figura 354 - Alterações ambientais nos locais de pesca.	1225
Figura 355 - Prováveis causas da redução do pescado segundo os pescadores artesanais entrevistados.	1226
Figura 356 – Frequência percentual da opinião dos pescadores sobre uma possível alteração de custos no consumo de combustível e de manutenção ocasionada por mudança de rota.	1227
Figura 357 – Indicativo de passeio de barco no porto	1230
Figura 358 - Quadro de horário de saída de barcos de Paranaguá.	1235
Figura 359 - Embarcação de acesso às ilhas transportando mercadorias na sua parte superior, no Rio Itiberê.	1236
Figura 360 – Fachada do Porto Marina Oceania em Paranaguá.	1236
Figura 361 - Fachada da marina Velho Marujo em Paranaguá.	1237
Figura 362 - Embarcações atracadas no late Clube de Paranaguá.	1238
Figura 363 - Fachada da marina Marlin Azul em Paranaguá.	1238
Figura 364 - Fachada da empresa Praticagem em Paranaguá.	1239
Figura 365 - Divisão do município de Paranaguá em Macrozona Urbana e Macrozona Rural.	1250
Figura 366 - Divisão da macrozona rural, em Paranaguá.	1251
Figura 367 - Zoneamento Urbano de Paranaguá.	1253
Figura 368 - Mapa parcial do município de Paranaguá, com localização do depósito de lixo e pontos de extração de areia.	1254
Figura 369 - Áreas prioritárias para a implantação de ZEIS, em Paranaguá.	1256
Figura 370 - Área Portuária e sua inserção na cidade de Paranaguá.	1258

Figura 371 - Vias estruturais permitindo o acesso direto da BR 277 ao Porto de Paranaguá.	1262
Figura 372 - Acesso a Paranaguá por via Rodoviária.....	1263
Figura 373 - Malha ferroviária administrada pela ALL.....	1265
Figura 374 - Parte da malha ferroviária no perímetro urbano em Paranaguá.	1266
Figura 375 - Zoneamento do Setor de Interesse Histórico em Paranaguá.....	1268
Figura 376 - Rabeca à venda no mercado de Paranaguá.	1274
Figura 377 - Portal da Festa de Aniversário de Paranaguá – 2008 (Local: Praça de Eventos 29 de Julho).	1277
Figura 378 - Artesanato em madeira entalhada de artesão de Paranaguá à venda no comércio local.	1282
Figura 379 - Artesanato em conchas de artesão de Paranaguá à venda no comércio local.	1282
Figura 380 - Artesanato em madeira feita por índios de Paranaguá à venda no comércio local.....	1283
Figura 381 - Artesanato em palha e vime feito por artesãos de Paranaguá à venda no comércio local.	1283
Figura 382 - Zoneamento do Setor de Interesse Histórico em Paranaguá.....	1301
Figura 383 - Antigo Colégio dos Jesuítas – visto pela Rua da Praia.....	1303
Figura 384 - Igreja da Ordem Terceira de São Francisco das Chagas – Teatro da Ordem.	1304
Figura 385 - Igreja de São Benedito.....	1305
Figura 386 - Rua da Praia atual Rua General Carneiro.	1307
Figura 387 - Mural Sacro de São Francisco das Chagas.....	1308

Figura 388 - Mercado do Artesanato.	1309
Figura 389 - Mercado Municipal do Café.....	1310
Figura 390 – Palácio Matias Bohn.....	1311
Figura 391 - Casa Elfrida Lobo – Centro de Letras.....	1312
Figura 392 - Casa onde moraram Brasília Itiberê e Monsenhor Celso – Casa da Cultura.	1313
Figura 393 - Sobrado no Largo da Matriz – Casa da Música.....	1314
Figura 394 - Estação Ferroviária de Paranaguá.	1315
Figura 395 - Fonte Velha.....	1316
Figura 396 - Igreja da Ordem Terceira de São Francisco das Chagas –Teatro da Ordem.	1317
Figura 397 - Igreja de São Benedito.....	1318
Figura 398 - Igreja Nossa Senhora do Rosário – Matriz.	1320
Figura 399 - Instituto de Educação Dr. Caetano Munhoz da Rocha.	1321
Figura 400 - Jazigo da Família Correa.	1323
Figura 401 - Palacete Visconde de Nácar – antiga Câmara Municipal.	1324
Figura 402 - Prédio da Alfândega.....	1326
Figura 403 - Igreja Nossa Senhora do Rocio.....	1327
Figura 404 - Chafariz com caras de leão.....	1328
Figura 405 - Palácio São José – Prefeitura Municipal.	1329
Figura 406 - Praça Fernando Amaro.	1330
Figura 407 - Casa Veiga – futuro Cine-Teatro.	1331

Figura 408 - Antiga Bilheteria do Bondinho.	1332
Figura 409 - Palco Tutóia.	1333
Figura 410 - Instituto Histórico e Geográfico de Paranaguá.	1334
Figura 411 - Localização do patrimônio histórico de Paranaguá.....	1335
Figura 412 - Área de Tombamento da Serra do Mar e o município de Paranaguá.	1344
Figura 413 - Mapa da Ilha do Mel.	1346
Figura 414 - Localização dos principais municípios, rios, ilhas, canais, enseadas e baías no Complexo Estuarino de Paranaguá.	1360
Figura 415 - Localização das estações de medição de correntes, vento e nível do mar...	1364
Figura 416 - Diagrama <i>stick plot</i> dos valores médios diários de dados de vento NCEP durante o período de janeiro a dezembro de 1997, nas coordenadas 25°42'00,00"S e 48°48'00,00"W.....	1365
Figura 417 - Histograma direcional dos vetores de vento NCEP para janeiro a março de 1997, próximo ao CEP. Os círculos concêntricos indicam a intensidade do vetor de vento (m/s), enquanto que a barra de cores (lateral) indica a porcentagem de incidência (convenção meteorológica).	1366
Figura 418 – Histograma direcional dos vetores de vento NCEP para julho a setembro de 1997, próximo ao CEP. Os círculos concêntricos indicam a intensidade do vetor de vento (m/s), enquanto que a barra de cores (lateral) indica a porcentagem de incidência (convenção meteorológica).	1367
Figura 419 - Diagrama <i>stick plot</i> dos vetores de velocidade da corrente (m/s) medida na profundidade de 7 m, na bóia sinalizadora localizada ao sul do canal, entre os dias 16 de abril e 18 de junho de 1997 (preto) e suas respectivas intensidades (azul).	1370
Figura 420 - Diagrama <i>stick plot</i> dos vetores de velocidade da corrente (m/s) medida nas profundidades de 7 m (a) e 11 m (b), na bóia sinalizadora localizada ao norte do canal, entre os dias 16 de abril e 18 de junho de 1997 (preto) e suas respectivas intensidades (azul).	1371

Figura 421 - Histograma direcional dos vetores de velocidade de corrente (m/s), calculado a partir dos dados coletados no Canal da Galheta - Sul, durante o período de 16 de abril e 18 de junho de 1997, para a profundidade de 7 m.	1372
Figura 422 - Histograma direcional dos vetores de velocidade de corrente (m/s), calculado a partir dos dados coletados no Canal da Galheta - Norte, durante o período de 16 de abril e 18 de junho de 1997, para a profundidade de 7 m.	1373
Figura 423 - Histograma direcional dos vetores de velocidade de corrente (m/s), calculado a partir dos dados coletados no Canal da Galheta - Norte, durante o período de 16 de abril e 18 de junho de 1997, para a profundidade de 11 m.	1374
Figura 424 - Espectro de amplitudes (m/s) das componentes vetoriais dos dados de corrente coletados no Canal da Galheta - Sul, durante o período 16 de abril e 18 de junho de 1997, para a profundidade de 7 m: u (E-W) em azul e v (N-S) em vermelho.....	1375
Figura 425 - Espectro de amplitudes (m/s) das componentes vetoriais dos dados de corrente coletados no Canal da Galheta - Norte, durante o período 16 de abril e 18 de junho de 1997, para a profundidade de 7 m: u (E-W) em azul e v (N-S) em vermelho.....	1376
Figura 426 - Espectro de amplitudes (m/s) das componentes vetoriais dos dados de corrente coletados no Canal da Galheta - Norte, durante o período 16 de abril e 18 de junho de 1997, para a profundidade de 11 m: u (E-W) em azul e v (N-S) em vermelho.....	1377
Figura 427 - Elevação do nível do mar (m) na Ponta da Galheta, para o ano de 1997.....	1378
Figura 428 - Elevação do nível do mar (m) no Porto de Paranaguá, para o ano de 1997.	1379
Figura 429 - Espectro de amplitudes em metros (a) e Espectro de energia (b) da série temporal de elevação de nível do mar na Ponta da Galheta para o ano de 1997.....	1380
Figura 430 - Espectro de amplitudes em metros (a) e Espectro de energia (b) da série temporal de elevação de nível do mar no Porto de Paranaguá para o ano de 1997.....	1381
Figura 431 - Vazões médias mensais (m ³ /s) do Rio Nhundiaquara.	1386
Figura 432 - Cotas médias mensais (m ³ /s) dos rios Nhundiaquara e Cachoeira.....	1387

Figura 433 - Localização dos pontos de coleta de sedimento superficial na região da Baía de Paranaguá e no detalhe os pontos mais próximo da área de dragagem.	1388
Figura 434 - Domínio considerado na modelagem e projeção da batimetria, com foco na região do TCP.	1392
Figura 435 - Domínio da grade local implementada na modelagem e projeção da batimetria, com foco na região do TCP.	1393
Figura 436 - Séries temporais de elevação de superfície do mar (m), para o período de 1 a 11 de junho de 1997. A série temporal dos dados coletados é plotada em azul, enquanto a série temporal resultante da modelagem hidrodinâmica é plotada em vermelho.	1397
Figura 437 - Séries temporais da componente de corrente (m/s), para o período de 18 a 28 de abril de 1997. A série temporal dos dados coletados é plotada em azul, enquanto que a série temporal dos resultados da modelagem hidrodinâmica, é plotada em vermelho.	1398
Figura 438 - Distribuição espacial de pontos para avaliação de alterações hidrodinâmicas decorrentes da ampliação do berço do TCP. As letras (A, B, C e D) indicam os pontos de comparação. São ilustrados, ainda, o projeto de ampliação do berço e a área de contenção.	1401
Figura 439 - Comparação entre os histogramas direcionais da corrente calculada para a posição A: a) configuração atual; e b) configuração futura com área de contenção.	1402
Figura 440- Comparação entre os histogramas direcionais da corrente calculada para a posição B: a) configuração atual; e b) configuração futura com área de contenção.	1403
Figura 441 - Comparação entre os histogramas direcionais da corrente calculada para a posição C: a) configuração atual; e b) configuração futura com área de contenção.	1403
Figura 442 - Comparação entre os histogramas direcionais da corrente calculada para a posição C: a) configuração atual; e b) configuração futura com área de contenção.	1404
Figura 443 - Variação batimétrica (em metros) na região do TCP em sua configuração atual para o período de verão.	1405
Figura 444 - Variação batimétrica (em metros) na região do TCP em sua configuração atual para o período de inverno.	1406

Figura 445 - Variação batimétrica (em metros) na região do TCP em sua configuração futura com área de contenção, para o período de verão.	1407
Figura 446 - Variação batimétrica (em metros) na região do TCP em sua configuração futura com área de contenção, para o período de inverno.....	1408
Figura 447 - Localização dos pontos de coleta de sedimento superficial nas proximidades do TCP e da área de dragagem que foram selecionados para a modelagem com o SSFATE.	1410
Figura 448 - Pluma de sedimentos ressuspensos no instante final de um único ciclo da operação de dragagem, durante o período de verão.....	1416
Figura 449 - Pluma de sedimentos ressuspensos no instante final da dragagem na simulação de 12 horas contínuas de operação, durante o período de verão.	1417
Figura 450 - Pluma de sedimentos ressuspensos no instante final da dragagem na simulação de um dia contínuo de operação, durante o período de verão.....	1418
Figura 451 - Pluma de sedimentos ressuspensos no instante final de um único ciclo da operação de dragagem, durante o período de inverno.	1419
Figura 452 - Pluma de sedimentos ressuspensos no instante final da dragagem na simulação de 12 horas contínuas de operação, durante o período de inverno.	1420
Figura 453 - Pluma de sedimentos ressuspensos no instante final da dragagem na simulação de um dia contínuo de operação, durante o período de inverno.	1421
Figura 454 - Área total percorrida pelas plumas de sedimentos ressuspensos durante as atividades de dragagem, no período típico de verão.	1422
Figura 455 - Área total percorrida pelas plumas de sedimentos ressuspensos durante as atividades de dragagem, no período típico de inverno.....	1423
Figura 456 – Organograma para avaliação de impactos	1428



ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

AMPLIAÇÃO DO CAIS

VOLUME I

JUNHO/2010

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E EMPRESA CONSULTORA

1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR



TCP – Terminal de Contêineres de Paranaguá S/A

CNPJ: 03.020.098/0001-37

CTF (IBAMA) 556645

Atividade: Movimentação de contêineres

Endereço: Av. Portuária S/No. - Bairro D. Pedro I

Município: Paranaguá

Estado: Paraná

CEP: 83.221-570

Telefone: (41) 3420-3355

Fax: (41) 3420-3358

Home-page: www.tcp.com.br

Representante legal: Juarez Moraes e Silva

Cargo: Diretor Superintendente

Contato: Luiz Carlos Narok


Cargo: Gerente

Telefone: (41) 3420-3355

Fax: (41) 3420-3358

E-mail: luiz.carlos@tcp.com.br

1.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA

 Soares Neto & Guerios ADVOCACIA E CONSULTORIA	ELABORAÇÃO DO EIA
Razão social:	Soares Neto e Guerios Advogados Associados
Nome fantasia:	Soares Neto e Guerios Advocacia e Consultoria
CNPJ:	06.340.861/0001-03
Endereço:	Av. Presidente Getúlio Vargas, 3345
Telefone/fax:	41 3242-0649
E-mail:	soares@sng.adv.br; shalom@sng.adv.br

Representante legal: Cesar Lourenço Soares Neto

Cargo: Sócio-Diretor

Contato / CPF: Shalom Moreira Baltazar

Telefone/fax: (41) 3242-0649

E-mail: shalom@sng.adv.br

1.3 DADOS DA EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR

CESAR LOURENÇO SOARES NETO

Coordenação

Advogado, Doutor em Ciências Jurídicas e
Engenheiro Agrônomo

Registro IBAMA: 2783587

OAB/PR: 29201

CREA/PR: 20410/D

SHALOM MOREIRA BALTAZAR

Supervisão

Advogado, Especialista em Direito Ambiental

Registro IBAMA: 2783598

OAB/PR: 38620

ANA CAROLINA DA ROCHA LAMMARDO

Simulações Matemática

Oceanógrafa

Mestre em Oceanografia Química e Geológica

Registro IBAMA: 325047

ANDRÉA LUIZ SANCHES

Biota terrestre

Bióloga, mestre em botânica

Registro IBAMA: 195062

CRBio: 34408-07D

CAMILA DOMIT

Cetáceos e quelônios

Bióloga Doutora em Zoologia

Registro IBAMA: **2071658**

CRBio 50.867-07

CASSIANA BAPTISTA METRI*Carcinofauna*

Bióloga Doutora em Zoologia

Registro IBAMA: 1834950

CRBio 34.053-07

CÍNTIA ROSA DE OLIVEIRA*Programas ambientais*Administradora de Empresas, especialização em
Gestão Socioambiental Portuária

Registro IBAMA: 4008990

CIRO COLODETTI VILAR DE ARAÚJO*Ictioplâncton*

Biólogo, Mestre em Ecologia

Registro IBAMA: 1823971

CRBio não possui

CLEUSA REGINA MARANHO HEIMBECHER*Meio sócio-econômico*

Licenciada em História

Registro IBAMA: 2922542

DJALMA LUIZ LUPPI*Programas ambientais na fase de obra*

Engenheiro Civil

Registro IBAMA: 4921323

ÉDER MARANHO HEIMBECHER*Segurança e saúde do trabalhador*

Engenheiro de segurança do trabalho

Registro IBAMA: 4952696

EDUARDO MARONE

Hidrodinâmica estuarina

Físico, Mestrado em Física e Doutorado em Oceanografia

Registro IBAMA: 482665

EDUARDO VEDOR DE PAULA

Meio físico geográfico

Geógrafo, mestre em análise e gestão ambiental, doutor em geografia

Registro IBAMA: 2961380

CREA/PR: 81589/D

EDUARDO YASSUDA

Simulações Matemática

Engenheiro mecânico

Mestre em Oceanografia Física

Doutor em Engenharia Costeira e Oceânica

Registro IBAMA: 94066

CREA: 060.184.738.5

ELIANE BEÊ BOLDRINI

Coordenação das equipes da Biota Aquática, do Meio Físico e da Qualidade da Água

Psicóloga, mestre e doutora em educação, especialista em gestão ambiental portuária

Registro IBAMA: 2112510

ERIKA NAOMI DE SOUZA TOMINAGA

Simulações Matemática

Engenheira Ambiental

Registro IBAMA: 980855

EUNICE DA COSTA MACHADO

Oceanóloga, mestre em Geociências, doutora em Ciências Naturais.

Registro IBAMA 483033

FABIAN SÁ

Coordenação meio físico e oceanografia

Oceanólogo, mestre em geologia ambiental e doutor em geociências.

Registro IBAMA: 241634

AOCEANO: 1353

FLÁVIO RIZZI CALIPPO

Arqueologia não interventiva

Oceanógrafo, mestre em arqueologia

Registro IBAMA: 583211

GABRIEL CLAUZET

Simulações Matemática

Físico

Mestre e Doutor em Oceanografia Física

Registro IBAMA: 1031373

GABRIELA FREIRE CASSIANO

Simulações Matemática

Oceanógrafa

Mestre em Oceanografia Geológica

Registro IBAMA: 4730645

HENRY SPACH

Ictioplâncton e ictiofauna

Biólogo Doutor em Oceanografia

Registro IBAMA: 511462

CRBio 17.006-07

JESSICA GUERREIRO DE MIRANDA

Unidades de conservação

Gestora ambiental

Registro IBAMA: 4960316

JOSÉ AUGUSTO COELHO FERREIRA

Acústica

Engenheiro civil, especialista em engenharia de segurança do trabalho, mestre em engenharia mecânica – acústica e vibrações

Registro IBAMA: 293232

CREA/PR: 53499/D

LEONARDO MORRISSY HOSTIN

Bentos de sedimentos inconsolidados

Biólogo Mestre em Zoologia

Registro IBAMA: 2686701

CRBio 25.545-07

LETÍCIA KNECHTEL PROCOPIAK

Fitoplancton

Bióloga, especialista em gestão sócio-ambiental portuária, mestre em Botânica

Registro IBAMA: 3184356

CRBio: 41531-07D

LUIZ CARLOS NAROK

Programas ambientais

Administrador de Empresas, especialista em Meio Ambiente e Gestão de Pessoas

Registro IBAMA: 4008919

MARCELO RENATO LAMOUR

Meio Físico Geomorfologia Estuarina

Geólogo, Doutor em Geologia

Registro IBAMA: 3202715

CREA/PR: 31827/D

MARCO ANTONIO CORRÊA

Simulações Matemáticas

Físico

Mestre e Doutor em Oceanografia Física

Registro IBAMA: 434236

MAURÍCIO ALMEIDA NOERNBERG

Hidrodinâmica

Oceanógrafo, mestre em sensoriamento Remoto,
Doutor em Geologia Ambiental

Registro IBAMA: 186941

MAURÍCIO PERSON LAMMARDI

Simulações Matemáticas

Oceanógrafo

Especialista em Geoprocessamento

Registro IBAMA: 272165

MOACYR SERAFIM JUNIOR

Zooplâncton e larvas de decápodos

Biólogo Doutor em Ecologia de Ambientes
Aquáticos

Registro IBAMA: 1811

CRBio 17.499-07

NICOLE PISTELLI MACHADO

Organismos utilizados como recursos pesqueiros e levantamento sócio-econômico da pesca

Engenheira de Aquicultura, Mestre em Políticas Ambientais e Territoriais para Sustentabilidade e Desenvolvimento Local

CREA:- PR – 104115-D

Registro IBAMA: 4595145

ORLEI ANTONIO NEGRELLO FILHO

Bentos de sedimentos consolidados

Biólogo Doutor em Zoologia

Registro IBAMA: 245062

CRBio 28.536-07

PAULO EDUARDO ZANETTINI

Arqueologia não interventiva

Historiador, mestre e doutor em Arqueologia

Registro IBAMA: 1643325

PAULO FERNANDO BAVA DE CAMARGO

Arqueologia não interventiva

Cientista Social, mestre e doutor em Arqueologia

Registro IBAMA: 342734

RAFAEL METRI

Bentos de sedimentos consolidados

Biólogo Doutor em Zoologia

Registro IBAMA: 605789

RAPHAEL EDUARDO FERNANDES SANTOS*Biota terrestre*

Biólogo

Registro IBAMA: 324792

CRBio: 45317-07D

RODOFLEY DAVINO DE MORAIS

Caracterização química e ecotoxicológica dos sedimentos

Biólogo

Registro IBAMA: 2070162

CRBio: 50495/07

LECOTOX ANÁLISES BIOLÓGICAS

Cnpj: 10.708.199.0001/60

IBAMA 4920378

ROSSANA RIBEIRO CIMINELLI*Meio sócio-econômico*

Registro IBAMA: 519163

CRE: 4358

VINÍCIUS ABILHOA*Coordenação biota terrestre*

Biólogo, doutor em zoologia

Registro IBAMA: 57799

CRBio: 09978-07D

2 REGULAMENTAÇÃO APLICÁVEL

Este documento foi elaborado tomando-se por base normas federais, estaduais, municipais e internacionais aplicáveis ao empreendimento, as quais, quando cabíveis, foram devidamente analisadas e citadas nos respectivos itens e subitens ao longo deste documento, estando as principais relacionadas exemplificativamente abaixo apenas para fins de consulta.

2.1 DISPOSITIVOS NORMATIVOS

2.1.1 Normas Federais

Lei nº 11.488, de 15/06/2007 – Cria o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infra-Estrutura – REIDI.

Lei nº 10.257, de 10/07/2001 – Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

Lei nº 10.165, de 27/12/2000 – Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Lei nº 9.985, de 18/07/2000 - Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

Lei nº 9.966, de 28/04/2000 – Dispões 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 9.795, de 27/04/1999 – Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.

Lei nº 9.605, de 12/02/1998 – Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

Lei nº 9.433, de 08/01/1997 – Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

Lei nº 8.630, de 25/02/1993 – Dispões sobre o regime jurídico de exploração dos portos organizados e das instalações portuárias.

Lei nº 7.661, de 16/05/1988 – Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências.

Lei nº 6.938, de 31/08/1981 – Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.

Lei nº 7551, 07/07/1986 – Altera dispositivos da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal.

Lei nº 5870, de 26/03/1973 – Acrescenta alínea ao artigo 26 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro 1965, que institui o novo Código Florestal.

Lei nº 4771, de 15/09/1965 – Institui o novo Código Florestal.

Decreto nº 6.514, 22/07/2008 - 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 5300, 07/12/2004 – 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 4.871, de 06/11/2003 – 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 4.340, de 22/08/2002 – Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências.

Decreto nº 4.281, de 25/06/2002 – 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 4.163, de 20/02/2002 – 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 24.463, de 10/07/1934 – Decreta o Código de Águas.

Resolução CONAMA nº 398, de 11/06/2008 - 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 357, de 18/03/2005 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Resolução CONAMA nº 362, de 23/06/2005 – Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.

Resolução n. 344, de 25/03/ 2004 - Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências.

Resolução CONAMA nº 307, de 05/07/2002 – Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos da construção civil.

Resolução CONAMA nº 306, de 05/07/2002 - 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 303, de 20/03/2002 – Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente

Resolução CONAMA nº 293, de 12/12/2001 – Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo originados em portos organizados, instalações portuárias ou terminais, dutos, plataformas, bem como suas respectivas instalações de apoio, e orienta a sua elaboração.

Resolução CONAMA nº 273, 29/11/2000 - Dispõe sobre prevenção e controle da poluição em postos de combustíveis e serviços.

Resolução CONAMA Nº 267, de 14/09/2000 - Proibição de substâncias que destroem a camada de ozônio.

Resolução CONAMA nº 237, de 19/12/1997 – 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 5, de 05/08/1993 - Estabelece definições, classificação e procedimentos mínimos para o gerenciamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.

Resolução CONAMA nº 003, de 28/06/1990 - Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR.

Resolução CONAMA nº 1, de 23/01/1986 – Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.

Resolução CONAMA nº 6, de 24/01/1986 – Dispõe sobre a aprovação de modelos para publicação de pedidos de licenciamento.

Portaria IBAMA nº 1.034, de 20/05/1992 - Institui grupo de trabalho para apresentar proposta de normas mínimas para tratamento de resíduos sólidos originários dos estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos.

Resolução Conjunta MMA/IBAMA nº 259, de 07/08/2009 – Dispõe sobre o/a empreendedor/a a 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/a trabalhador/a e no meio ambiente, incluindo poluição térmica, sonora e emissões nocivas ao sistema respiratório.

Portaria IPHAN nº 230, de 18/12/2002 – Dispõe sobre procedimentos para a obtenção das licenças ambientais em urgência ou não, referentes à apreciação e acompanhamento das pesquisas arqueológicas.

Instrução Normativa nº5, de 25 de maio de 2004 da Secretária Especial de Agricultura e Pesca da Presidência da República.

2.1.2 Normas Estaduais

Lei nº 13.806, de 30 de setembro de 2002 – Dispõe sobre as atividades pertinentes ao controle da poluição atmosférica, padrões e gestão da qualidade do ar, conforme específica e adota outras providências.

Lei nº 12.493, de 22 de janeiro 1999 – 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, de 15 de junho de 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 6.674, de 3 de dezembro de 2002 – Aprova o Regulamento da Lei nº 12.493, de 22 de janeiro de 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.

Resolução SEMA nº 054, de 22 de dezembro de 2006 – 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.

Resolução SEMA nº 031, de 24 de agosto de 1998 – Estabelece requisitos, critérios e procedimentos administrativos referentes ao licenciamento ambiental, autorizações ambientais, autorizações florestais e anuência prévia para desmembramento e parcelamento de gleba rural, a serem cumpridos no território do Estado do Paraná.

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.

2.1.3 Normas Municipais

Lei Ordinária nº 2.894, de 17/07/2008 – 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 providências.

Lei Complementar nº 67, de 27/08/2007 – Define o Código de Obras e Edificações do Município de Paranaguá, e dá outras providências

Lei Complementar nº 66, de 27/08/2007 – Dispões sobre a Lei de Parcelamento do Solo Urbano, sobre remembramento e condomínios horizontais no Município de Paranaguá.

Lei Complementar nº 64, de 27/08/2007 – Dispõe sobre o Sistema Viário Básico do Município de Paranaguá, e adota outras providências.

Lei Complementar nº 63, de 27/08/2007 – Dispões sobre as Zonas Especiais de Interesse Social ZEIS.

Lei Complementar nº 62, de 27/08/2007 - Institui o zoneamento de uso e ocupação do solo do Município de Paranaguá, e dá outras providências.

Lei Complementar nº 61, de 27/08/2007 – Dispõe sobre o perímetro urbano do Município de Paranaguá.

Lei Complementar nº 60, de 23/08/2007 – 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 nº 2.260, de 26/02/2002 - Dispõe sobre a Política de Proteção, Conservação e Recuperação do Meio Ambiente e dá Outras Providências.

2.2 PLANOS E PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS

2.2.1 Integração do empreendimento com os projetos e políticas governamentais

A reestruturação e expansão do Porto de Paranaguá se insere num contexto de abertura comercial e busca de superávits na balança comercial para sustento da política cambial e comercial brasileira. A nova política comercial brasileira, deflagrada ao final da década de 80, exigia um desempenho da infra-estrutura que o setor público não conseguia financiar. Durante os anos 80, a carência de investimentos resultou na precariedade dos serviços de infra-estrutura econômica que comprometia a retomada do crescimento.

É neste contexto que ocorre a política de modernização dos portos no Brasil, criando-se a figura do operador portuário, o OGMO (Órgão Gestor da Mão de Obra), a Administração Portuária e o Conselho de Autoridade Portuária.

A recuperação dos investimentos em infra-estrutura é condição *sine qua non* para a alavancagem do crescimento econômico, pois cria as condições favoráveis para o retorno dos investimentos privados e o aumento da oferta de empregos e geração de renda. A baixa taxa de crescimento econômico, a reduzida poupança interna, as condições macroeconômicas não adequadas ao investimento privado geraram um relativo atraso na oferta de infra-estrutura principalmente logística no país.

O novo modelo de inserção mundial da economia brasileira exigiu, assim, o fortalecimento da sua infra-estrutura de transportes, principalmente portuária. Segundo Lacerda (2005), 76% do valor do comércio exterior brasileiro são movimentados pelos portos nacionais. “Entre 1999 e 2004, o comércio exterior brasileiro por via marítima aumentou 78%, e as exportações cresceram 114%, passando de US\$ 36 bilhões para US\$ 78 bilhões. Na ausência de investimentos em infra-estrutura, as atuais deficiências de alguns dos principais portos do País tendem a se agravar e onerar exportadores e importadores”.

Conforme afirma Rigolon (1998), “o aumento do investimento em infra-estrutura afeta significativamente as exportações”. A redução dos custos das exportações, proporcionada pelos ganhos de produtividade induzidos pelo investimento adicional em transportes, tem efeito equivalente a uma desvalorização cambial. Isto significa que, para conquistar competitividade no mercado mundial, não basta promover redução de custos internamente ao processo produtivo, valendo-se de preços reduzidos dos insumos, como mão de obra, por exemplo. É fundamental investimentos em logística.

Nesse sentido, o processo de transferência de movimentação de cargas para o setor privado permitiu uma substancial redução de custos, com efeitos sobre a competitividade dos produtos nacionais. “De acordo com dados da ANTAQ – Agência Nacional de Transporte Aquaviário, o custo de movimentação de contêineres nos principais portos brasileiros sofreu uma redução real de 53%, entre 1997 e 2003. O custo de movimentação de carga geral reduziu-se em 59% e a movimentação de granéis sólidos sofreu decréscimo de 56%” (LACERDA, 2005). Isto significa que a participação privada no setor portuário foi fundamental para alicerçar novos parâmetros para o desenvolvimento sustentado do país.

Dando continuidade às mudanças processadas nos país desde a implementação do Plano Real em meados dos anos 90, o Programa de Aceleração do Crescimento – PAC enfatiza a necessidade de participação do setor privado no fortalecimento e reestruturação do setor de infra-estrutura, em particular, dos portos. Conforme exposição do PAC, “um programa dessa magnitude só é possível por meio de parcerias entre o setor público e o investidor privado” (PAC, 2007).

Além disso, a especialização das atividades portuárias em granéis, num momento de aceleração dos preços em função da demanda aquecida pelo aumento do consumo da China e Índia, principalmente, evidencia a sua importância estratégica para o desenvolvimento do agronegócio brasileiro.

Apesar disso, é fundamental gestionar a diversificação na pauta de produtos comercializados, principalmente ao se considerar que representa a incorporação de maior valor agregado aos bens exportados. Isto torna também a geração de receita

cambial menos dependente do comportamento da atividade agrícola e dos preços internacionais destes produtos. Como afirma Lourenço, “o porto deveria canalizar esforços e recursos para uma adaptação estrutural à multimodalidade, no sentido da rápida mudança da condição de corredor de exportações de *commodities* para a especialização no escoamento de produtos industrializados e containerizados” (LOURENÇO, 2007, p. 118). A especialização no transporte containerizado permite a movimentação de cargas de maior densidade de valor e que proporcionam maiores receitas.

2.2.1.1 Rebatimentos do projeto com a gestão pública municipal

No Porto de Paranaguá, especificamente, as atividades econômicas contribuem individualmente de forma mais decisiva para o comportamento econômico do município de Paranaguá. Apesar da sua relevância, mudanças na pauta de produtos comercializados, no grau de complementaridade em relação às demais atividades urbanas e no padrão tecnológico incorporado nas operações portuárias contribuíram no passado recente para distanciar o porto da sua cidade.

Primeiro, a transferência de várias atividades complementares à exportação de café, principal produto de exportação até os anos 70, para as áreas produtoras, levou à decadência várias atividades urbanas complementares. Esse processo levou a certa desvinculação do movimento do Porto à dinâmica urbana de Paranaguá. Mais recentemente, as mudanças no padrão tecnológico das operações portuárias têm contribuído para aprofundar esta separação entre o Porto e as atividades urbanas de Paranaguá. Assim, o município passou por profunda crise em termos de capacidade de geração de emprego e renda, acirrando-se as desigualdades sociais e a necessidade de intervenção pública.

Neste sentido, a busca de um desenvolvimento mais integrado para o município passa pela formulação de um novo modelo de relacionamento entre cidade e porto, na tentativa de se apropriar das externalidades positivas por ele geradas. Nesse contexto, Paranaguá vem presenciando um processo de modernização

administrativa em que o poder público busca incrementar e ordenar o desenvolvimento socioeconômico do município. Assim, vários mecanismos institucionais estão sendo implementados, inclusive aqueles relacionados ao ordenamento da ocupação urbana e que mostram aderência com o fortalecimento das atividades portuárias. Desde 2007, vários instrumentos foram regulamentados através de leis e decretos. Podem-se citar, por exemplo, a lei complementar 60/2007, que instituiu o Plano Diretor, a lei complementar 61/2007, que dispôs sobre o perímetro urbano, a lei complementar 63/2007, que instituiu as Zonas Especiais de Interesse Social ZEIS, a lei complementar 62/2007, que regulamentou o zoneamento de uso e ocupação do solo, a lei complementar 64/2007, que disciplina o sistema viário básico e a LC 65/2007, o sistema cicloviário, a lei complementar 66/2007, referente à lei do parcelamento do solo urbano, a LC 67/2007, que define o código de obras e edificações, a lei ordinária que regulamenta o Conselho Municipal de Plano Diretor de Paranaguá, dentre outras leis ordinárias de regulamentação do Plano Diretor.

Plano Diretor

Instituído em agosto de 2007, através da Lei Complementar nº 60, o Plano Diretor constitui o instrumento norteador do desenvolvimento do município, orientando a ação do poder público e da iniciativa privada. Qualquer empreendimento deve, assim, estar coerente com as diretrizes por ele estabelecidas. Nesse sentido, o Plano Diretor em suas diretrizes e objetivos, enfatiza a qualidade das relações que se pretende manter entre Porto e cidade. Em seu artigo 16, especificamente sobre o Porto estão incluídas as seguintes diretrizes: “garantir e adequar as relações entre as funções do Porto e as funções da cidade; estabelecer condições para que os fluxos de tráfego do Porto e em direção ao litoral não comprometam o desenvolvimento do tráfego da cidade”. Além disso, ao buscar “fortalecer economicamente o município e promover o desenvolvimento do setor de serviços, da logística e do comércio local” indubitavelmente faz parte o desempenho das atividades portuárias.

As diretrizes regionais de desenvolvimento enfatizam o alcance do desenvolvimento das atividades portuárias. A busca de complementaridade constitui uma das bases para alicerçar um novo modelo de desenvolvimento. É necessário integrar ações locais de tal forma a permitir que modelos exógenos de desenvolvimento sejam o motor do desenvolvimento local. Para isso, 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. 19). Nesse sentido, a ampliação do TCP objeto do presente estudo vem ao encontro das diretrizes regionais da Prefeitura Municipal.

Em seu artigo 22, o Plano Diretor define como um dos setores prioritários de ação, a expansão do porto e a capacitação técnica da sua população para atendimento ao mercado de trabalho local.

Há que se considerar que em parcela não desprezível das ocupações do Porto, e mesmo em outras atividades que exigem mão-de-obra mais qualificada, as vagas, muitas vezes, vêm sendo preenchidas por moradores de outros municípios. Ou seja, observa-se uma dificuldade em se garantir emprego e renda à população local devido a deficiências em termos de qualificação profissional.

Mais à frente, o Plano Diretor volta a reafirmar a importância do Porto, ao enfatizar que a política urbana do município terá como eixo estrutural “a promoção do desenvolvimento socioeconômico envolvendo município e porto”. Ou seja, a ampliação das atividades portuárias está embutida na perspectiva municipal de desenvolvimento sócio-econômico.

Entre as diretrizes da política de desenvolvimento sócio-econômico, o Plano destaca o estímulo ao investimento e à integração do sistema portuário com o Município. Neste contexto, o TCP utiliza prioritariamente o transporte pelo modal rodoviário. O caminhoneiro apresenta um potencial de consumo bastante relevante, principalmente em função do número de profissionais que se dirigem para o município. Enquanto outras modalidades, como o transporte ferroviário, pouco agregam ao consumo local, o caminhoneiro, desde que lhe seja propiciado acesso

adequado em termos de infra-estrutura de apoio, pode se tornar um forte aliado da expansão do setor de comércio e serviços do município.

Outro importante instrumento para orientar o desenvolvimento do Município é a Lei Complementar 62/2007, que instituiu o zoneamento de uso e ocupação do solo. Ao definir a área especificamente destinada às atividades portuárias, o Poder Público está contribuindo para ordenar o crescimento urbano e estimular as atividades econômicas, possibilitando as condições infra-estruturais para o seu desempenho.

Da mesma forma, o sistema viário básico instituído pela Lei Complementar 64/2007 procura garantir a acessibilidade ao Porto, propiciando condições para aumentar a sua competitividade em relação a outros portos, sem comprometer a segurança dos seus cidadãos.

Programa de Expansão Econômica de Paranaguá – PRODEPAR

Este programa, Instituído pela Lei Ordinária nº 2894/2008, tem como objetivo atrair novos empreendimentos para o município com base na concessão de incentivos fiscais e benefícios. O aspecto mais interessante desse programa em relação ao empreendimento refere-se à possibilidade de se estimular atividades que lhe sejam complementares e que garantam maior rebatimento positivo sobre o município.

Os setores prioritários deste programa são empreendimentos industriais, de alta tecnologia, turísticos, de instituições de ensino médio técnico e/ou superior, centros de distribuição e unidades logísticas de serviços e produtos. Vale lembrar que a atividade do TCP apresenta alta sensibilidade a várias destas atividades listadas. Pode-se citar a necessidade de mão-de-obra mais qualificada, de prestação de serviços mais qualificados, a interface com centros de distribuição e a necessidade de unidades logísticas e de apoio ao transporte rodoviário de cargas.

Faz parte, assim, do projeto de desenvolvimento de Paranaguá a ampliação das atividades portuárias, buscando-se formas de garantir que as suas externalidades positivas sejam apropriadas pelo Município e as negativas sejam minimizadas por

meio de medidas ambientais que garantam a sustentabilidade dos novos projetos. Neste sentido, a ampliação do cais do TCP objeto do presente estudo se alinha com os planos e programas prioritários municipais.

2.2.1.2 Rebatimentos do projeto com a política de desenvolvimento em nível estadual

Política de Desenvolvimento do Estado do Paraná

O Governo do Estado do Paraná, através da Secretaria Estadual de Planejamento, desenvolveu um novo modelo de planejamento para o Paraná. A Política de Desenvolvimento do Estado do Paraná postula ações e investimentos específicos para a atuação da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina - APPA, reformulando e incrementando as atividades portuárias. Segundo este conjunto de medidas, prevê-se investimentos num total de R\$ 942,23 milhões através da APPA. Estão previstos investimentos de R\$ 402,60 milhões no Complexo Portuário do Mercosul, na Ponta do Poço, R\$ 168,80 milhões nas etapas I e II do cais oeste, R\$ 105,00 milhões no píer de inflamáveis, R\$ 90,00 milhões na dragagem de manutenção dos canais de acesso, bacia de evolução, berços e *piers*, R\$ 39,40 milhões no silo público, R\$ 25,00 milhões na revitalização do Porto de Antonina, R\$ 9,80 milhões no Terminal Público de Importação de Granéis em Paranaguá, R\$ 8,00 milhões na Plataforma Aduaneira, R\$ 2,63 milhões no Terminal Público de Álcool em Paranaguá e R\$ 91,00 milhões em outras ações.

De um modo geral, observa-se o comprometimento do Governo Estadual com a reformulação da infra-estrutura portuária, consolidando o Porto de Paranaguá como um dos maiores portos do país, ao mesmo tempo em que procura aumentar a complementaridade com o município, investindo e estimulando projetos como a Plataforma Aduaneira.

Planos Regionais de Desenvolvimento Estratégico para o transporte marítimo

Coerente com a Política de Desenvolvimento do Estado, a SEDU através dos Encontros Regionais de 2006, formulou diretrizes para diversas áreas de atuação na busca do desenvolvimento sustentado nas várias regiões do Estado. As diretrizes para o transporte marítimo contemplam a ampliação da logística portuária do Estado, acenando assim no mesmo sentido do empreendimento proposto. As diretrizes dos Planos Regionais de Desenvolvimento Estratégico – PRDE da SEDU para o transporte marítimo consistem em: “estudo e implantação de uma rede logística multi-modal para acesso aos terminais portuários; desenvolvimento de um Plano Diretor portuário para expansão da capacidade dos portos existentes e do novo porto em Pontal do Paraná; reequipamento do Porto de Paranaguá e atualização das instalações do corredor de exportação; desenvolvimento e implantação de infraestrutura de armazenagem de retaguarda das safras agrícolas para eliminação de filas e espera na região dos portos; instalação de zonas de processamento de exportações na região litorânea”. (SEDU, 2006).

Programa Bom Emprego

Há que se considerarem também as diversas estratégias adotadas pelo Governo Estadual no sentido de estimular a expansão e atração de novas empresas para o Paraná. O Programa Bom Emprego é uma destas estratégias, o qual visa a geração de emprego e renda nos municípios do Estado, estimulando novos investimentos privados. Instituído pelo Decreto 1.465, de 18/06/2003, tem por objetivo “promover o incremento da geração de emprego e renda, a descentralização regional e a preservação ambiental, mediante o apoio à implantação, à expansão e à reativação de empreendimentos localizados ou que venham a se estabelecer no Estado” (SEFA, 2008). Apesar de se destinar à atração de novos investimentos no setor industrial, o Decreto reflete a realização de esforços do Governo Estadual no sentido de ampliar a geração de emprego e renda. Ademais, o aumento da oferta de serviços de movimentação de cargas contêinerizadas pode estimular indústrias

específicas ao Estado, principalmente com potencial de geração de produtos com maior valor agregado.

Assim, a expansão do TCP se articula com as ações programadas e executadas pela APPA e pelo Governo do Paraná.

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, o qual estabelece que Paranaguá está inserida na zona costeira, que compreende “a Planície de Inundação Flúvio-marinho, constantes dos ecossistemas de manguezais e de várzeas, da faixa marítima, até as 12 milhas náuticas da costa, incluindo as ilhas costeiras e os habitats rochosos, compondo um mosaico de ecossistemas de alta relevância ambiental, de diversidade marcada pela transição de ambientes terrestres e marinhos, com interações que lhe conferem o caráter de fragilidade” (PEGC, 2001).

A definição do Plano atende à necessidade de se normatizar o uso e ocupação de uma área considerada frágil. Entre os objetivos do PEGC estão a melhoria da qualidade de vida da população local e a proteção dos ecossistemas costeiros, tendo como fundamento, desta forma, a sustentabilidade sócio-ambiental.

A realização do estudo Paraná – Mar e Costa em 2006 pelo Governo do Estado do Paraná veio contribuir 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, estavam a dragagem do canal de acesso aos portos e a poluição ocasionada pelas diversas atividades econômicas, inclusive a portuária.

Além disso, dentre os impactos identificados associados de alguma forma à atividade portuária, foram listados:

-
- O deslocamento de comunidades tradicionais em função da instalação de atividades econômicas, inclusive as portuárias;
 - As dragagens, em pontos localizados, podendo gerar alterações de habitats bênticos. Entretanto, alertam que “esses impactos são pouco relevantes, uma vez que as comunidades epibênticas apresentam taxa de renovação e recuperação elevada” (GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ, 2006, p. 119);
 - Poluição das águas costeiras.

A figura a seguir ilustra os diferentes impactos a que a área junto ao Porto de Paranaguá está sujeita, segundo o referido estudo:

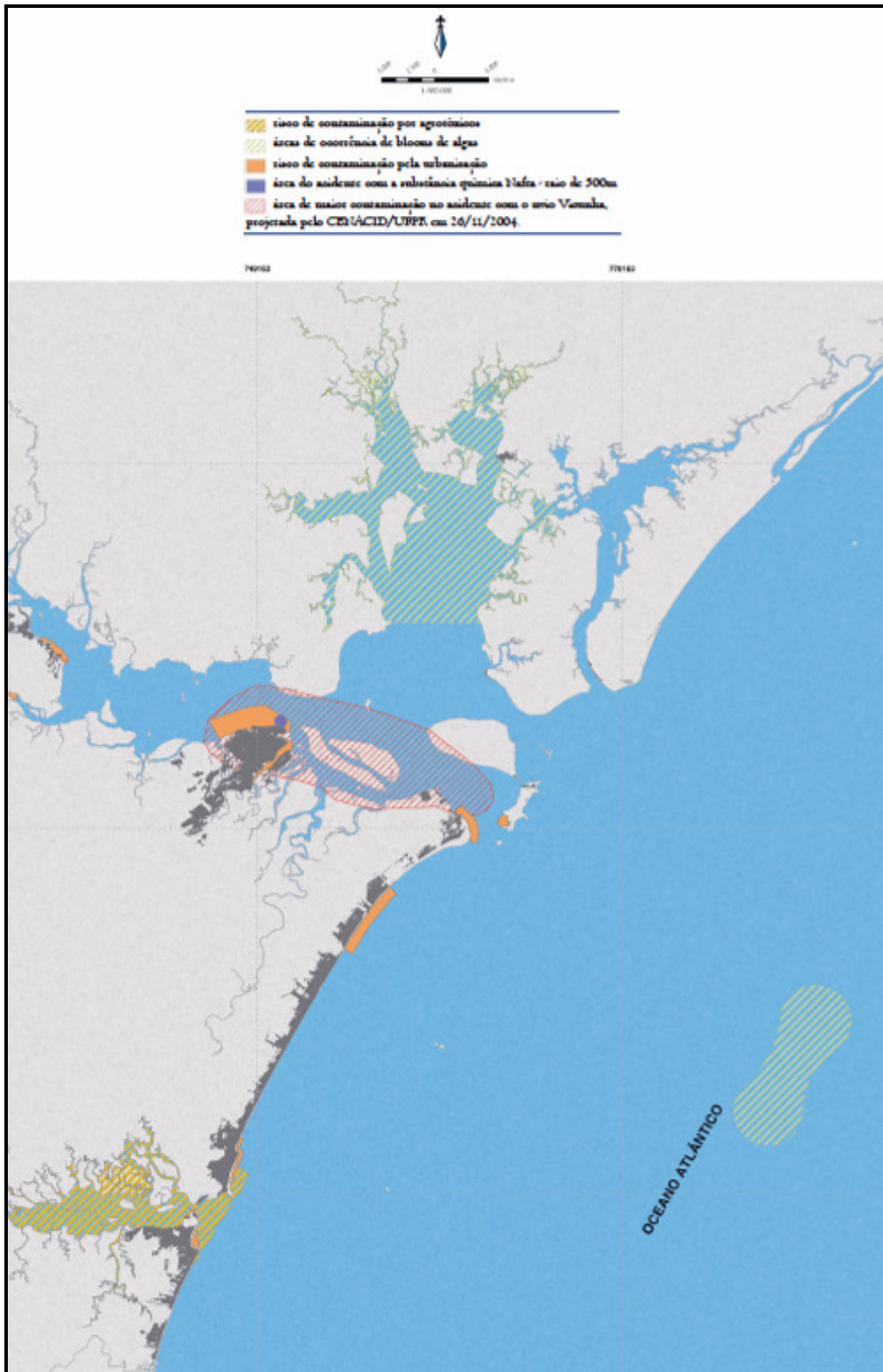


Figura 1 –  rea de risco na área costeira e estuarina do Paraná

Fonte: Governo do Estado do Paraná, 2006, P. 121.

Com base na caracterização das atividades predominantes e nos impactos sobre o ecossistema, foi definido o ordenamento das águas estuarinas e marinhas, sendo que a atividade portuária estaria enquadrada nas categorias 1 e 5, conforme figura a seguir:

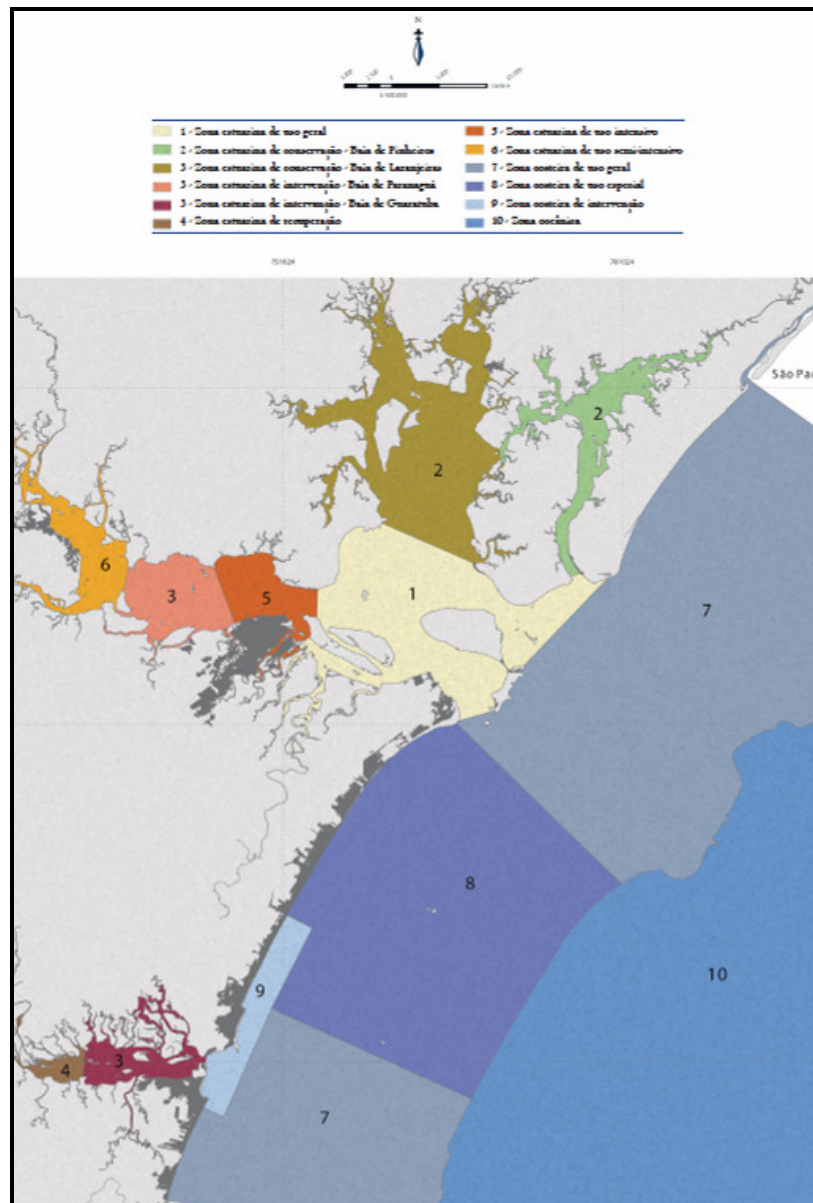


Figura 2 – Zoneamento da área costeira e estuarina do Paraná

Fonte: Governo do Estado do Paraná, 2006, p. 133

A categoria 1 (zona estuarina de uso geral) refere-se basicamente ao uso da navegação comercial, enquanto a categoria 5 (zona estuarina de uso intensivo) engloba a atividade portuária propriamente dita. A categoria 1 é classificada como uma área de convívio harmonioso entre os diferentes usos, sem comprometer severamente seu ecossistema. Já a categoria 5, em que o empreendimento está efetivamente inserido, abrange uma área em que o ecossistema já apresenta elevado grau de comprometimento devido ao “desenvolvimento de atividades de relevante interesse sócio-econômico, tais como atividades portuárias, navegação, atividades industriais e impactos de grandes centros urbanos” (GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ, 2006, p. 130).

Na avaliação das diferentes formas de usos da água, seus conflitos e seus impactos, o estudo conclui pela necessidade de se realizar um planejamento que contemple o uso adequado dos espaços costeiros, procurando obter um crescimento que compatibilize as “atividades com potencial econômico” e a “conservação do patrimônio natural”.

Considerando os aspectos sócio-econômicos, os objetivos específicos a este respeito estão, de um modo geral, coerentes com a efetivação do investimento. O papel do TCP no desempenho do Porto de Paranaguá tem se diferenciado em termos de containerização. Ao ampliar a capacidade portuária, o TCP estará contribuindo para reforçar o papel do Paraná na exportação de produtos industrializados. O Brasil tem se destacado como grande exportador de commodities. A expansão do terminal pode, assim, contribuir para alterar este perfil no caminho da estratégia dos países mais industrializados. A previsão de aumento da movimentação de contêineres é de 350 a 400 mil TEU's por ano. Em 2007, segundo a Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina - APPA, houve uma movimentação de contêineres de 595 mil TEU's, significando uma ampliação em torno de 60%. O destaque é o atendimento da demanda reprimida no setor de congelados, que deve aumentar em 50%. O resultado deste esforço empreendedor será a elevação da receita per capita municipal, fator indispensável para que o legislador municipal amplie sua atuação na melhoria da qualidade de vida da população local.

Ademais, sua contribuição, em termos de geração de emprego e renda no Município, tem se destacado ao possibilitar a fixação da população local. Um dos grandes problemas do Município consiste no baixo padrão de remuneração e na precariedade dos empregos gerados. Contrapondo-se a essa realidade, a maior parte dos seus funcionários do TCP é moradora de Paranaguá, e estrutura de remuneração da empresa contribui para geração de renda em níveis relativamente elevados frente aos padrões municipais.

Nessa esteira, a ampliação objeto do presente estudo prevê 89 novos trabalhadores, vinculados basicamente à operação portuária, a partir da operação do empreendimento. Considerando-se a média de remuneração da empresa a partir dos dados inseridos na avaliação efetivada na caracterização sócio-econômica, a qual será adiante abordada, pode-se obter um valor de R\$ 138 mil mensalmente, gerados a partir dos novos empregos a serem criados na fase de operação do empreendimento.

Além disto, o empreendedor vem realizando investimentos no sentido de qualificar os trabalhadores locais visando elevar a sua empregabilidade. Há que se mencionar a iniciativa do TCP no sentido de qualificar a sua mão-de-obra conforme as necessidades para manter-se competitivo em níveis mundiais. O empreendedor articulou um Programa de Desenvolvimento de ocupantes de cargos de manutenção em parceria com a UTFPR (Universidade Tecnológica do Paraná), a ACIAP – Associação Comercial, Industrial e Agrícola do Paraná e a IFPR, socializando-se com mais 21 empresas do município em cursos de curta duração.

O TCP também contribuiu para que a Escola Técnica Federal do Paraná, uma das 06 planejadas pelo Governo Federal, se instalasse no Estado do Paraná e efetivamente promovesse seus cursos específicos de Mecânica e Eletrônica, cursos estes de grande interesse da comunidade portuária para que seja desenvolvida a formação técnica destes profissionais para que não se necessite “importar” mão-de-obra de outros centros, desenvolvendo, assim, cidadãos locais, elevando o nível de qualificação e renda familiar. Atualmente, já está em curso o 2º. ano de turmas montadas destes cursos.

A empresa também tem realizado investimentos na área social visando atingir a sustentabilidade sócio-ambiental, que é base do PEGC. Pode-se enumerar a sua participação em:

- Feiras de “Selo Social” (o TCP recebeu certificação do Selo Social como empresa referência na área de responsabilidade social no município de Paranaguá 2007/2008);
- Participação nas feiras de gestão ambiental promovidas pela municipalidade e pelo IBAMA;
- Apoio à Cooperativa de Reciclagem de Resíduos sólidos da Ilha de Valadares e do antigo “lixão” do Imbocuí;
- Projeto de Integração Social através do Esporte (parceria com a Secretaria Municipal de Esportes);
- Projeto de apoio à cultura (incentivo à Orquestra Municipal e projetos teatrais com contrapartida à comunidade parnanguara);
- Projeto de incentivo ao turismo local;
- Projeto de manutenção em defesa da saúde (Liga contra a Tuberculose e apoio ao Hospital Pequeno Príncipe);
- Apoio à manutenção do aterro sanitário de Paranaguá (Imbocuí);
- Projeto de recuperação de obras de arte do acervo da Câmara Municipal de Paranaguá;
- Apoio a projeto religioso de Paranaguá (Comunidade Cristã da Padroeira Nossa Senhora do Rocio);
- Projeto de apoio à Fundação Municipal da Criança e Adolescência de Paranaguá;
- Apoio ao projeto “Casa de artes Santa Cecília” (recuperação de pessoas marginalizadas da sociedade de Paranaguá);

- Projeto ANPARE, que visa basicamente ao resgate social de estudantes, com o implemento de “educação teatral nas escolas”, com foco ou ênfase em Meio Ambiente;

- Doações diversas a entidades de Paranaguá.

Além disso, o empreendedor já desenvolve uma série de planos e programas ambientais e de qualidade, visando atingir não somente o ambiente interno da empresa, mas também contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população do município como um todo. Dentre eles, destacam-se:

- Continuidade das melhorias no sistema de controle de acesso de pessoas e veículos, bem como interação com o OGMO e a APPA;

- Janelas públicas de atracação de navios desde junho de 2007;

- Agrupamento físico do MAPA - Ministério da Agricultura dentro do TCP, desonerando e agilizando o processo logístico;

- Interação com terceiros que atuem em nome do TCP;

- Rádio freqüência aos técnicos das empresas de monitoramento de contêineres reefers, concomitantemente a migração das medições à base de dados do AS/400;

- Políticas ambientais para minimizar os impactos ambientais das atividades e serviços do TCP;

- Gestão de resíduos para reduzir o volume de resíduos gerados pelas atividades do TCP;

- Atendimento das normas de proteção ambiental em todos os níveis das atividades da empresa;

- Treinamento, capacitação e reciclagem de todos os funcionários e daqueles que atuem em nome do TCP em assuntos relacionados ao desempenho ambiental;

- Cumprimento das condicionantes das licenças ambientais das atividades já existentes;
- Redução dos níveis de utilização de recursos naturais envolvidas nas atividades da empresa;
- Efetivação de um programa de treinamento que vise a realização de simulados de situações de emergência dentro do Terminal;
- Prática da educação ambiental interna e externamente;
- Utilização do DDMA – Diálogo Diário sobre Meio Ambiente dentro da empresa;
- Inserção nos treinamentos via OGMO do módulo de educação ambiental;
- Todos os novos funcionários recebem treinamento inicial de educação ambiental;
- Sempre que possível, nos projetos sociais externos da empresa, solicita-se aos executores a contrapartida ambiental, inserindo-se módulos de educação ambiental e/ou comunicação social;
- Participação efetiva e com destaque Municipal nas feiras de Gestão Ambiental por ocasião da Semana do Meio Ambiente;
- Apoio a projeto de mestrado sobre a vida marinha (Influência do Boto Cinza no ambiente portuário);
- Apoio a projeto de mestrado sobre a influência da água de lastro dentro do ambiente portuário;

Há, desta forma, todo um esforço do empreendedor no sentido de atuar de forma coerente ao que estabelece o PEGC.

2.2.1.3 Rebatimentos do projeto com a política de desenvolvimento em nível federal

Programa de Aceleração do Crescimento – PAC

O Programa de Aceleração do Crescimento - PAC pode ser considerado o mais estruturado esforço de planejamento do país nos últimos anos. Calcado numa combinação de investimentos públicos e privados, procura promover o crescimento econômico tendo como um dos seus pilares a reestruturação do setor de infraestrutura. Conforme as premissas do Programa, “a expansão do investimento em infra-estrutura é condição fundamental para a aceleração do desenvolvimento sustentável no Brasil. Dessa forma, o país poderá superar os gargalos da economia e estimular o aumento da produtividade e a diminuição das desigualdades regionais e sociais” (PAC, 2007).

Os investimentos em infra-estrutura contribuem para a geração de emprego e renda assim como constituem a base para alavancar novos investimentos produtivos da iniciativa privada.

Para a área dos portos, foram previstos R\$ 2.663 milhões, sendo R\$ 684 milhões em 2007 e R\$ 1.979 milhões no período 2008 – 2010. Para o Porto de Paranaguá especificamente, estão previstos, além de investimentos para construção e recuperação de berços de atracação, investimentos em dragagem e aprofundamento do canal de acesso para o período 2007 – 2010 no valor de R\$ 53,0 milhões.

Neste sentido, o ministro-chefe da Secretaria Especial de Portos, Pedro Brito, confirmou a antecipação das obras de dragagem para o aprofundamento do calado do Canal da Galheta, passando de 11,3 metros para 15 metros (mesma profundidade do Porto de Santos). Ainda segundo ele, R\$ 60 milhões previstos no PAC serão aplicados no Porto de Paranaguá. E justifica a urgência nas obras em função da importância do Porto nas exportações brasileiras de grãos. “Entre janeiro e maio deste ano, saíram do Porto de Paranaguá 5,3 milhões de toneladas de grãos. Em todo o País, foram 17,3 milhões de toneladas registradas, volume que confere ao porto a liderança no *ranking* de maior exportador de grãos da América Latina,

com mais de 30% do volume total embarcado no Brasil. Em 2007, Paranaguá exportou 14,8 milhões de toneladas de grãos, seguido por Santos (10 milhões de toneladas) e Rio Grande (7,6 milhões de toneladas)”. (NOTÍCIAS TERRA, 2008).

Além disso, a montagem de um corredor ferroviário ligando as regiões produtoras de grãos ao Porto de Paranaguá, já articulado no âmbito do PAC, ganhou reforço com a inclusão da ligação de Maracaju a Paranaguá por modal ferroviário no PAC. Em reunião no dia 25 de janeiro de 2008 com os governadores de Mato Grosso do Sul, Paraná e Santa Catarina, a ministra Dilma Rousseff anunciou a inclusão. (TV MORENA, 2008).

Ademais, outros instrumentos são citados no PAC, tais como a redução dos *spreads* do BNDES para projetos em infra-estrutura, entre eles, nas operações de logística, como portos e terminais, cujo objetivo consiste na redução de custos e facilitação de investimentos no setor; desoneração fiscal de obras de infra-estrutura; desoneração dos fundos de investimento em infra-estrutura. São estimulados os projetos privados, havendo uma previsão de investimentos em dragagem dos portos pelo setor privado de R\$ 1,1 bilhões.

Programa Nacional de Dragagem

Através da Lei Federal nº 11.6101 de 2007, foi instituído o Programa Nacional de Dragagem Portuária e Hidroviária, a ser implantado pela Secretaria Especial de Portos da Presidência da República e pelo Ministério dos Transportes, por intermédio do Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes DNIT, nas respectivas áreas de atuação.

Devido ao assoreamento progressivo dos portos, aumento do porte e dimensões dos navios, grande evolução da movimentação de cargas com o aumento da economia de escala e necessidade de incremento da segurança da navegação surge a demanda dos portos brasileiros por programas de planejamento e execução de obras de dragagens. A dragagem é necessária, pois garante a profundidade do canal, permitindo que os navios trafeguem sem riscos à segurança da navegação.

O programa abrange dragagens de aprofundamento e de manutenção. A dragagem de aprofundamento tem por finalidade aprofundar o canal existente visando receber navios com maiores calados. A dragagem de manutenção deve ser executada 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.

O Programa Nacional de Dragagem vai investir mais de R\$ 1 bilhão 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. Apenas a primeira etapa do PND vai beneficiar 11 dos principais terminais portuários do país. A dragagem no Porto de Paranaguá não está contemplada na primeira fase deste programa, mas poderá ser incluída nas fases seguintes.

Zoneamento Ecológico Econômico

O Zoneamento Ecológico-Econômico foi idealizado na esfera federal como um instrumento capaz de orientar o planejamento estratégico de uma forma coordenada institucionalmente. Constitui a base para o “planejamento social, econômico e ambiental do desenvolvimento e do uso do território nacional em bases sustentáveis” (MMA, 2001, p. 17).

No Paraná, o principal produto visando o ZEE consiste em estudo do IPARDES intitulado Referências Ambientais e Socioeconômicas para o Uso do Território do Estado do Paraná. Além do diagnóstico de variáveis sociais, econômicas e ambientais, introduz a avaliação de tendências em cada um dos macroespaços do território paranaense. Ao identificar a atuação do empreendimento objeto deste estudo com as características relevantes do macroespaço, pode-se delinear as estratégias que deverão nortear a busca da sustentabilidade por parte do empreendedor.

Na avaliação ambiental do território, tendo inserido Paranaguá na Mesorregião Metropolitana de Curitiba, a avaliação que se gerou foi no sentido de que apresenta a maior taxa de conservação de remanescentes do Paraná, estando 15% protegidos em UC de proteção integral. “Este quadro de conservação ambiental associado à extrema relevância da biodiversidade presente na Mata Atlântica contribui para a indicação de inúmeras áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, sendo que a maioria delas já está implantada, enquanto UCs, necessitando, contudo, de medidas de manejo adequadas e efetivas” (IPARDES, 2006, p. 29).

A avaliação da região litorânea enfatiza as suas especificidades em função das atividades portuárias, da presença de balneários e da existência de parte da população dedicada ao desenvolvimento de uma agricultura de subsistência e da pesca, como enfatizado neste relatório.

Sob o ponto de vista sócio-econômico, o estudo do IPARDES para o ZEE mostra as mesmas características delineadas neste relatório. Paranaguá apresenta-se como uma das poucas cidades do estado com mais de 100 mil habitantes, está entre os 50 maiores PIBs do estado. Ao mesmo tempo, apresenta indicadores sociais que apontam elevada vulnerabilidade. Baixa cobertura em esgotamento sanitário e IDH inferior a 0,787 são indicações deste quadro.

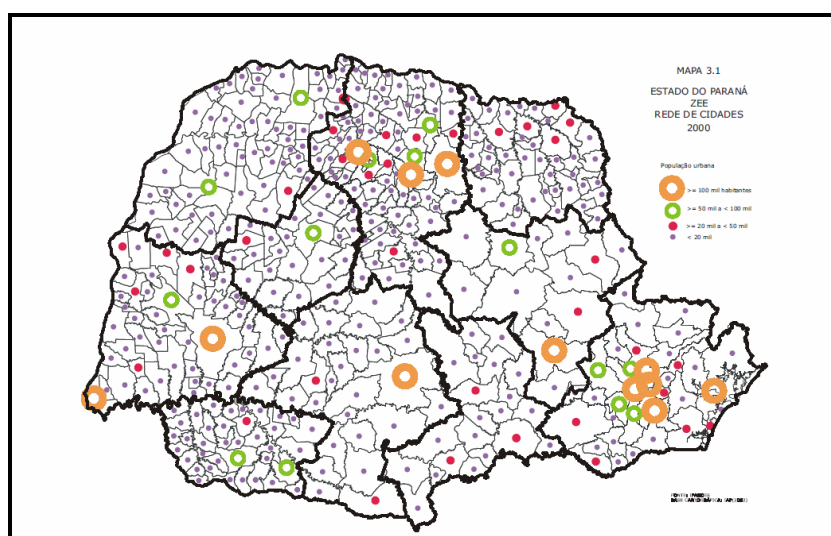


Figura 3 - Rede de Cidades - Paranaguá entre os destaques com mais de 100 mil habitantes

Fonte: IPARDES, 2005

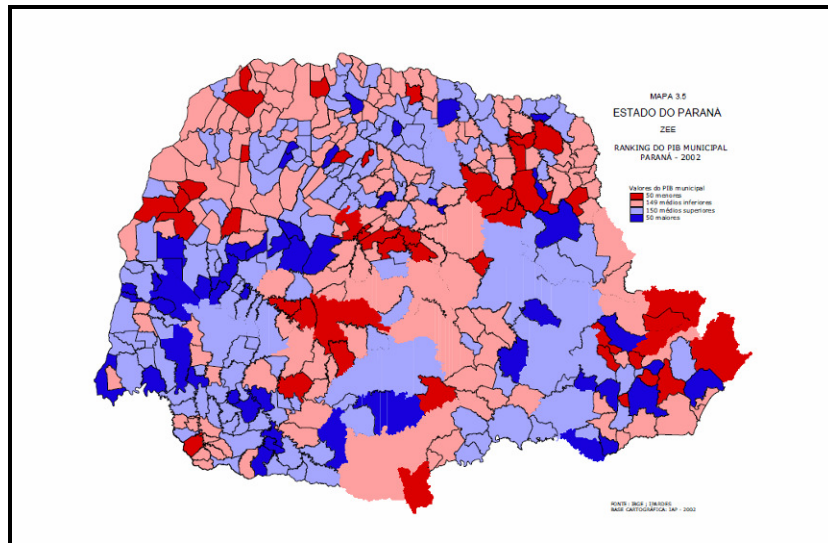


Figura 4 - Distribuição do PIB municipal

Fonte: IPARDES, 2005.

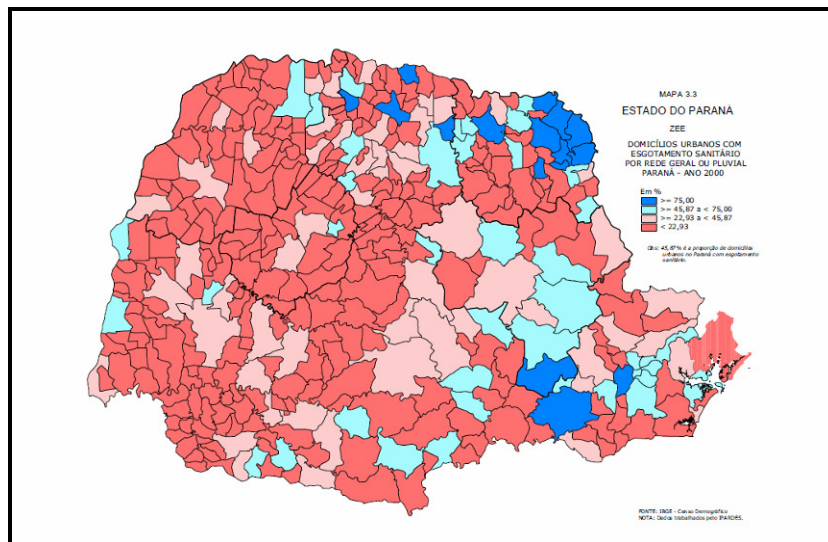


Figura 5 - Domicílios urbanos com esgotamento sanitário por rede geral ou pluvial

Fonte: IPARDES, 2005.

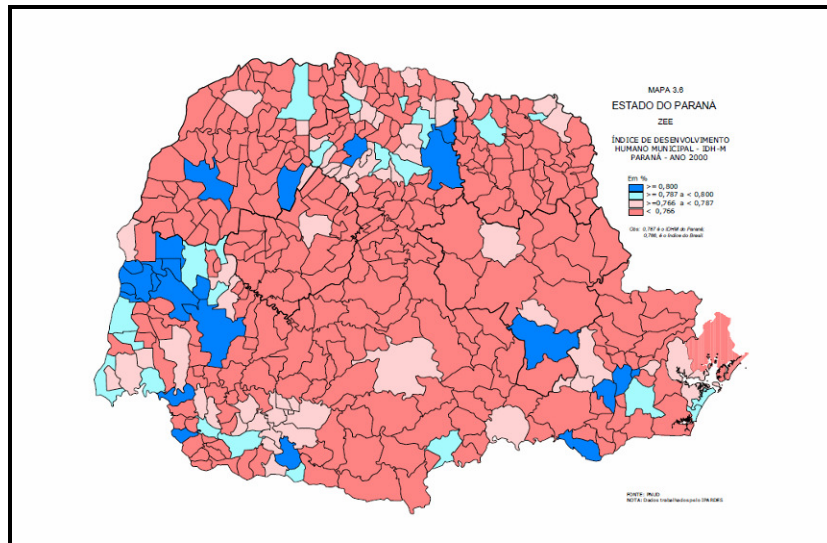


Figura 6 - Índice de Desenvolvimento Humano

Fonte: IPARDES, 2005.

A figura mostra que o elevado montante do PIB gerado em grande parte pelas atividades portuárias não está se traduzindo em melhoria muito significativa da qualidade de vida da sua população. Um dos principais argumentos neste sentido tem sido o fato de parte dos empregos na atividade portuária não serem gerados para moradores do próprio Município. Neste sentido, o TCP tem contribuído através de um elevado percentual de funcionários que são moradores de Paranaguá. Além disso, participa de diversos programas sociais.

As tendências que se apresentam, segundo o estudo, em função deste perfil sinalizam no sentido da ampliação da pressão na faixa litorânea devido à urbanização, assim como em função das atividades portuárias. O processo de urbanização tem se apresentado mais impactante enquanto tendência nas áreas utilizadas como balneário. Já as atividades portuárias têm se apresentado inclusive nos projetos estaduais e federais como uma das especializações a que se pretende enfatizar na região litorânea. Neste contexto, as diversas ações que o empreendimento vem adotando, tanto em termos sociais quanto ambientais, procuram minimizar os impactos sobre a região, além de potencializar as externalidades positivas que dele derivam.

2.3 NORMAS TÉCNICAS

Especificamente para a execução do projeto de ampliação do cais foram utilizadas as seguintes NBRs:

NBR 6118 - Projeto e construção de obras de concreto armado

NBR 6122 - Projeto e execução de fundações

3 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

3.1 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

O empreendimento objeto do presente licenciamento consiste na ampliação do cais de atracação de navios do TCP em 315 metros. Além disto, no extremo leste, onde terminará a ampliação, foi prevista a construção de quatro *dolphins* para atracação de navios de transporte de veículos – trata-se da nova posição dos dolphins de atracação já existentes, que terão de ser deslocados para leste em função da ampliação do cais.

Essa ampliação tornará disponível 1.000 metros de linha de atracação, permitindo a operação simultânea de quatro navios porta-contêineres de 1800 TEU's, transformando o TCP num dos maiores terminais da América do Sul. Além disso, permitirá o aumento da capacidade de recebimento de caminhões, havendo a perspectiva de atendimento de 486 mil caminhões por ano, atingindo assim uma média de 40.500 caminhões por mês, 1.840 caminhões por dia, 102 caminhões por hora.

Para esse movimento adicional possibilitado pela ampliação do cais será necessária a contratação de novos trabalhadores como segue:

Tabela 1 - Relação de novas contratações previstas para o TCP.

Funções	Número de contratações
Cargos administrativos típicos	7
Cargos administrativos de apoio à operação portuária (monitores, assistentes, <i>gate</i>)	16
Cargos de apoio a operação portuária (apontadores, serventes)	16
Cargos de manutenção	19
Operadores de máquinas diversas	31

Fonte: TCP

Complementarmente, para subsidiar a análise econômica e de necessidade de expansão do cais, considerando fatores técnicos e mercadológicos, em anexo consta relatório elaborado pela empresa de consultoria Rosenberg & Associados.

3.2 HISTÓRICO

3.2.1 O Porto de Paranaguá e sua trajetória

O Porto de Paranaguá, após a sua inauguração em 1935, teve um desenvolvimento rápido, adquirindo relevada importância para a economia do Paraná. Pode-se observar a evolução das exportações no período 1935 a 1952, na tabela a seguir.

Tabela 2 – Evolução da Exportação pelo Porto de Paranaguá - 1935-1951

(Unidade – 1000 toneladas)

ANO	CAFÉ	MADEIRA	MATE	DIVERSOS	TOTAL
1935	12	23	8	20	63
1936	14	36	6	31	87
1937	35	48	16	38	137
1938	41	78	18	11	148
1939	32	80	18	28	158
1940	33	69	13	47	162
1941	40	101	18	50	209
1942	14	125	20	28	187
1943	13	104	19	59	195
1944	10	110	16	43	179
1945	4	58	10	109	171
1946	24	30	18	127	199
1947	71	65	20	56	212
1948	73	77	17	35	202
1949	118	99	22	18	257
1950	116	58	28	42	244
1951	192	59	18	46	315

ANO	CAFÉ	MADEIRA	MATE	DIVERSOS	TOTAL
1952	182	28	18	25	253

Fonte: Superintendência da Administração do Porto de Paranaguá, in *A Pioneira*.

Londrina: maio-junho 1953, p. 91

Observa-se que os principais produtos exportados foram: café, madeira e erva-mate e o seu volume crescente no total de exportações, escalada somente interrompida nos anos da Segunda Guerra Mundial, 1944 e 1945. Vê-se a intensificação das exportações de café, tornando-se o principal produto da pauta do Porto a partir de 1947, enquanto a madeira tem seu esplendor máximo nos anos de 1945 e 1946, ao fim da Segunda Guerra Mundial, e a pouca quantidade de exportação da erva-mate.

Para atender a evolução do Paraná e as importações de combustíveis, em 1940 iniciou-se a construção do Cais de Inflamáveis, do lado esquerdo do Rocio.

A partir do desenvolvimento do Norte do Estado do Paraná com base nas lavouras de café, as exportações do produto tiveram um extraordinário impulso. Em 1953, para atender a essa elevação das exportações de café foi inaugurado o chamado Parque do Rocio, composto de seis armazéns para armazenamento do café em sacas.

No ano de 1952, foi criado o Instituto Brasileiro do Café – IBC, pela Lei n° 1779 de 22 de dezembro de 1952, para realizar a política econômica do café brasileiro. Em Paranaguá foi estabelecida uma agência do IBC para controlar o embarque de café para exportação e “a fim de evitar que o mesmo fosse embarcado por preço inferior ao seu justo valor” (*A PIONEIRA*, 1953, p.80). A agência tinha por função fiscalizar e classificar a qualidade do café. A fiscalização recolhia amostras do café, dos lotes de sacos a ser embarcados e procedia a testes, inclusive de degustação. Nas instalações do IBC destacavam-se as grandes prateleiras que continham enorme quantidade de latinhas de amostras de café.

Outro destaque nessa fase do ciclo cafeeiro foram as companhias de armazéns gerais. Em 1953, Paranaguá contava com 17 armazéns, totalizando quase 100 mil m² de área, (A PIONEIRA, 1953, p.87) podendo estocar cerca de dois milhões e meio de sacos de café. Esses armazéns tinham por finalidade regular o escoamento do estoque do produto.

O café era recebido pelos armazéns e passava por um processo que visava formar lotes de exportação pela “liga” de vários tipos de café. Para a obtenção da “liga”, o café do lote era despejado no chão, misturado, pesado e reensacado pelas máquinas de café, em sacaria com a estampa da marca de exportação “BRASIL – PARANAGUÁ”. A boca do saco era costurada manualmente, e as sacas eram então sobrepostas em grandes pilhas nos armazéns gerais. A maior parte do trabalho era manual e as sacas de 60 kg eram movimentadas sobre a cabeça dos estivadores.

Para o embarque nos navios, os sacos eram arrumados em espécie de fardo, em três pilhas de cinco sacos cada uma, amarradas com uma corda a fim de ser suspensos pelo guindaste que os levava diretamente para o porão do navio. Nessa época, podia-se observar no cais do porto uma intensa movimentação de caminhões com sacas de café.

Para atender a essa movimentação e manter os interessados no negócio do café atualizados nas políticas referentes ao produto foi criado, em Paranaguá, o Centro do Comércio de Café congregando exportadores, comissários, torradores, armazéns gerais, bancos, transportadoras e intermediários em negócios de café.

Resultantes do volume exportado por Paranaguá, foram feitos diversos melhoramentos no cais e nos canais de navegação dos navios, permitindo a entrada de embarcações de maior calado. A cidade também se beneficiou com as atividades comerciais do café, melhorando as condições de vida dos moradores (GODOY, 1998, p.111).

A partir de 1960, as atividades nos armazéns de café passaram a ser feitas no interior do Estado, nas áreas próximas das lavouras, tendo em vista que em Paranaguá o café, depois de um ano estocado, era afetado pela umidade e pela

salinização, apresentando uma perda de qualidade. Com isso, os empregos em Paranaguá começaram a reduzir, afetando toda a cadeia econômica da cidade. A mecanização do porto também influenciou na redução da mão-de-obra necessária, gerando desemprego.

Para atender às necessidades das empresas do comércio marítimo, a partir de 1967 a administração do Porto arrendou várias áreas, trazendo benfeitorias que o poder público tinha recursos para realizar. Para exemplificar pode-se citar a construção de silo mecânico pela SOCEPAR, câmaras frigoríficas pela INBRA, terminal de armazenamento e movimentação de bobinas de papel pela KLABIN, em 1985.

Em 1968, o Programa de Corredores de Exportação (para financiamento de rodovias) dava novo impulso à construção de rodovias que permitiriam o escoamento da produção e as exportações de grãos a granel (café, milho, soja e farelo) através do Porto de Paranaguá, pois a ferrovia já não conseguia atender ao movimento das cargas no ritmo célere do Porto. Foi, portanto, intensificado o uso de transporte rodoviário nos anos seguintes. (MORGENSTERN, 2006, p. 93). Para atender ao escoamento da produção cafeeira do norte do Paraná foi construída a Rodovia do Café, ligando Paranaguá ao norte do Estado. O café já chegava pronto para o embarque, utilizando pouca mão-de-obra de Paranaguá (GODOY, 1998, p. 113).

Para atender o aumento do número de caminhões no Porto foi criado um estacionamento para mais de 600 caminhões e estabelecido, na entrada da cidade, o Centro de Triagem Rodoviária.

Diversas cooperativas se instalaram na área portuária, como a COTRIGUAÇU, COCAP, COAMO e COINBRA (MORGENSTERN, 2006, p. 99) e inúmeras foram as agências marítimas que se estabeleceram em Paranaguá.

Em 1965, com a exportação de seis milhões de sacas, o Porto de Paranaguá recebeu o título de “maior exportador de café do mundo”.

Em 1970, foi inaugurada a duplicação entre Paranaguá e Curitiba, favorecendo o transporte das cargas de milho e soja oriundas do Sudoeste paranaense, dando início a uma nova fase do porto.

Tendo em vista o volume de exportação, importação e cabotagem, em 1971, o Porto ocupava uma área de um milhão de m². Em 1975, possuía cais comercial acostável de 2.106 m, cais de inflamáveis que totalizava 322 m, com capacidade para receber grandes graneleiros. Nesse período, chegaram duas empilhadeiras laterais para movimentar contêineres, chamados de cofres de carga, uma nova modalidade de transporte marítimo.

Em 1977, com a inauguração da Refinaria Presidente Getúlio Vargas – REPAR, em Araucária, o Terminal de Inflamáveis do Porto de Paranaguá foi interligado por oleoduto ao terminal de São Francisco do Sul.

Paranaguá passa a ser o principal escoadouro da produção agrícola paranaense, conforme se pode ver a seguir:

Tabela 3 – Movimento de Carga Geral pela APPA – 1960-1995

(toneladas)

Ano	Café	Madeira	Algo-dão	Café solúvel	Congelados	Celulose	Papel	Açúcar	Diversos	Total
1960	77929	42365	0	0	0	0	0	0	43775	164069
1961	258641	46088	0	0	0	0	0	0	45308	350037
1962	295052	44379	0	0	0	0	0	0	37868	377117
1963	396098	32474	0	0	0	0	0	0	26489	455061
1964	219904	47108	0	0	0	0	0	0	70572	337582
1965	239224	56263	0	0	0	0	0	0	94643	390130
1966	352694	56943	0	1597	0	0	0	0	57928	149162
1967	325694	63685	0	2755	0	0	0	0	49400	441534
1968	415256	83008	1336	2681	0	0	0	0	99180	601461
1969	449759	72852	15044	4722	0	0	0	0	146004	388381

Ano	Café	Madeira	Algo-dão	Café solúvel	Congelados	Celulose	Papel	Açúcar	Diversos	Total
1970	403305	76852	82715	5523	0	0	0	0	108501	676896
1971	411715	78263	33135	5981	0	0	0	0	118945	648039
1972	419338	122315	50163	7755	0	0	0	0	78723	678294
1973	368216	148559	64917	4363	0	0	0	0	142021	728076
1974	237822	108247	10489	4842	0	0	0	0	279263	640663
1975	312408	70296	37351	6704	0	0	0	0	194043	620802
1976	281828	83132	2339	6030	0	0	0	0	215994	589323
1977	166421	92578	9905	3832	0	0	0	0	179877	452613
1978	33355	93643	12466	2605	0	0	0	0	194036	336105
1979	114669	113156	299	150	0	0	0	0	275634	503908
1980	243769	98010	5114	2902	63582	0	0	0	216012	629389
1981	244478	97806	15927	1241	100869	0	0	0	236477	696798
1982	179781	72503	24638	434	105450	0	0	0	219017	601823
1983	187655	99702	73677	454	150041	0	0	0	381832	893361
1984	134317	155451	16165	135	159684	0	157789	0	384213	1007754
1985	122561	148491	35269	254	165720	0	115181	0	439476	1026952
1986	39804	156932	28455	0	129147	0	172988	0	472622	999948
1987	52176	176883	71883	0	136582	0	157848	0	366226	961598
1988	113642	213915	8003	415	174961	0	327974	0	407051	1245961
1989	154452	272192	87563	976	144876	0	342233	0	544331	1546623
1990	98993	328846	103644	2931	179216	0	332147	0	541023	1586800
1991	36321	299445	107973	0	204366	36541	380422	0	628709	1693777
1992	31750	396760	48407	0	222878	45508	380040	0	587458	1712801
1993	15673	626706	54164	0	227204	87091	365001	163133	710669	2249641
1994	14252	803903	14644	0	208119	87744	369863	260815	1079491	2838831
1995	3287	681077	68021	0	186879	118201	269240	338734	1247649	2912088

Fonte: APPA. Boletim Estatístico, apud GODOY (1998)

Pode-se verificar a diversificação dos produtos exportados, principalmente dos produtos industrializados como café solúvel, congelados, celulose e papel, e constatar o dinamismo do porto.

Em 1980, foi estabelecida a Vila da Madeira, composta por seis armazéns na Avenida Bento Munhoz da Rocha, construídos com recursos do Instituto Nacional do Pinho. (MORGENSTERN, 2006, p.79)

Em 2003, as exportações de milho e farelo superaram os demais portos brasileiros, ultrapassando cinco mil toneladas de farelo. Para o Porto evitar sofrer desequilíbrios dos mercados produtores e consumidores, foram firmados contratos diversificando ainda mais os tipos de cargas a embarcar e desembarcar. Foram também assinados contratos com montadoras de veículos e construído um terminal especializado, atingindo o embarque de 200 carros/hora, em 2005. Nessa pauta diversificada de produtos exportados se inclui a madeira. Em 2006, exportou aproximadamente 40% da madeira do país.

O Porto de Paranaguá tem apresentado movimento crescente nos últimos anos. Observa-se um crescimento da ordem de 14% na quantidade de navios recebidos pelo Porto, no período de 2002 a 2005, atestando a sua importância estratégica para o Estado.

Tabela 4 – Navios recebidos no Porto de Paranaguá – 2002 a 2005

ANO	N° DE NAVIOS
2002	2050
2003	2265
2004	2204
2005	2342

Fonte: APPA.

Em 1974, as exportações de produtos primários representaram 74% da receita cambial do Paraná, enquanto que em 2005, 65% do volume exportado pelo Paraná foi de produtos industrializados, destacando-se o setor automotivo e alimentos congelados de frangos, entre outros.

Para atender às necessidades impostas pelo processo de globalização da economia, desenvolveu-se um programa de parcerias com a iniciativa privada no terminal portuário, permitindo a modernização das diversas atividades ao longo dos 2.610 metros de cais e também em toda a área retroportuária. Hoje, 80% das atividades do porto estão privatizadas, incluindo os terminais de grãos, fertilizantes, veículos e contêineres.

O principal acesso dos navios ao porto se dá pelo Canal da Galheta, localizado ao sul da Ilha do Mel. Possui uma largura que varia de 150 a 200 metros e profundidade nominal de 13 metros (39 pés). O canal tem leito constituído de areia e passa por dragagem periodicamente. (GODOY, 1998)

Resultante do grande desenvolvimento do porto, algumas questões foram apresentadas nos estudos de GODOY (1998) em relação ao meio ambiente, como : problemas de trânsito com caminhões de grande porte, poluição do ar por material particulado, odor de putrefação, lançamento de esgoto sanitário sem tratamento adequado, poluição por derramamento de óleo e graxas, riscos de explosões de petróleo, focos de vetores (ratos, mosquitos, baratas, pombos, pulgas, cupins), entre outros.

Em 2004, ocorreram problemas no porto que ultrapassaram os seus limites com filas de caminhões exclusivamente do segmento dos graneis sólidos, destacadamente soja e farelo que se estenderam ao longo da BR-277, por cerca de 90 km. A partir de 2005 a autoridade portuária “APPA” estabeleceu medida exigindo que a carga fosse embarcada com destino ao porto de Paranaguá, apenas com o seu respectivo navio nomeado, desta forma, as filas de graneis acabaram. O segmento de contêineres em nenhum momento de sua história gerou a formação de filas significativas. Em 2007, o Porto de Paranaguá exportou 14,8 milhões de toneladas de grãos, sendo o maior terminal graneleiro da América Latina, gerando divisas para o Paraná e o Brasil.

Nos últimos anos, a administração do porto, bem como as empresas particulares que nele atuam, desenvolveu sistemas automatizados de controle e de embarque e desembarque de mercadorias, reduzindo drasticamente o número de empregos. Os postos de trabalho altamente especializados e de gerência muitas vezes são ocupados por profissionais de outros municípios. Sobre essa questão, o escritor parnanguara Osvaldo Nascimento Junior desabafa: “o Porto de Paranaguá parece não ser mais nosso, pois o que tem de gente estranha mandando, não é fácil” (NASCIMENTO JR, 2006).

O Paraguai, através de um acordo bilateral, obteve a permissão, em 1956, para fazer importação e exportação das empresas paraguais através dos Portos de Paranaguá e Santos. Em 2007, embarcou e desembarcou carnes, grãos e madeira em Paranaguá. As cargas paraguaias são controladas pela Receita Federal e acompanhadas até Foz do Iguaçu, onde são entregues ao governo do Paraguai.

3.2.2 Porto de Paranaguá e a Lei 8630/93

A lei de modernização dos portos se insere num contexto de abertura comercial brasileira, iniciada em 1990, tendo como condicionante a globalização das economias. A necessidade de elevação da receita cambial e a busca de maior competitividade dos portos brasileiros exigiam recursos na modernização do sistema

portuário que, sozinho, o governo não conseguiria assegurar. O Governo Federal, com o objetivo de agilizar as operações de carga e descarga nos portos e se aproximar de parâmetros internacionais, promoveu mudanças nos portos brasileiros através da promulgação, em 1993, da Lei n° 8630.

O Porto de Paranaguá antecipou-se a muitos outros, ao ser um dos primeiros a abrir processo licitatório para a privatização. Os impactos da nova legislação sobre o Porto de Paranaguá refletiram-se sobre as características da mão-de-obra portuária contratada e na sua infra-estrutura.

A Lei permitiu a ampliação do porto através de contratos de arrendamento, obtendo o contratado o direito de “construir, reformar, ampliar, melhorar as instalações portuárias” (Lei n° 8.630/93 Cap. II, Art. 4°) e desenvolver suas operações portuárias. Assim, propiciou a instalação do Terminal de Contêineres de Paranaguá (TCP). Outros terminais foram implantados para grãos, fertilizantes e veículos, resultando na privatização de 80% das atividades do porto até o ano de 2000. Como afirma o diretor da FERTIMPORT (2003), “os investimentos privados propiciados pela lei possibilitaram tanto a construção de terminais modernos e aquisição de novos equipamentos, quanto a reestruturação dos sistemas de trabalho, com organização mais eficiente das operações. “A produtividade mais que dobrou, os custos caíram e criaram-se certas ilhas de excelência, especialmente na movimentação de containers, área na qual nosso ritmo de operação e nossos custos se equiparam aos padrões internacionais”.

Outra modificação introduzida através da aplicação da Lei 8630 foi na contratação de operadores portuários, os quais devem ser pessoas jurídicas pré-qualificadas para desenvolver atividades de estiva, servindo-se de mão-de-obra requisitada ao Órgão Gestor de Mão-de-obra (OGMO).

O OGMO passou a ser, com exclusividade, o responsável pelo cadastro e registro dos trabalhadores portuários avulsos, substituindo os sindicatos de classe no controle do número de vagas e nos rodízios e assiduidade de tais trabalhadores avulsos. Ao OGMO compete, além de selecionar pessoal para inclusão no cadastro, dar treinamento e habilitar profissionalmente o trabalhador portuário e o trabalhador

portuário avulso, dando igualdade de condições ao acesso na escala operacional de trabalhos portuários, além de preocupar-se com as condições de segurança e saúde, efetuar o pagamento das remunerações e o recolhimento dos encargos sociais.

Segundo a nova legislação, o trabalhador avulso ainda tem um tratamento diferenciado em relação aos trabalhadores contratados. Segundo BAUMGARTEN (2006) o trabalhador portuário avulso (TPA) não possui vínculo empregatício com o OGMO ou com o solicitante dos serviços. É um trabalhador autônomo e dependente da movimentação das cargas para atingir uma remuneração. Ele executa atividades de embarque e desembarque de cargas, arrumação, transbordo e operações típicas de estiva e capatazia, e outros serviços. A remuneração depende do tipo de trabalho, horário, peso da carga, resultando em valores que variam de mês para mês. Também não tem direito ao recebimento do adicional de risco previsto na Lei n° 4.860/65. Em 2006 um grupo de avulsos ajuizou ação junto ao TRT reclamando a diferença de tratamento, para trabalho similar, recebendo resposta negativa ao seu pleito. Existe processo transitado em julgado no STF, reforçando o argumento quanto ao pleito formulado pelos trabalhadores.

Os avulsos também têm dificuldades para garantir jornadas de trabalho e intervalos entre elas, que permitam o necessário descanso. A jornada desses trabalhadores foi definida em 6 horas, por 11 de folga. Por vezes, o tempo de folga é ampliado, o que reduz os rendimentos do trabalhador. Tal fato, com o apoio do sindicato, chegou a gerar, em 2008, a paralisação dos trabalhos de embarque de soja, filas de caminhões e o atraso no embarque dos navios.

O processo de modernização portuária possibilitado pela aplicação da lei 8630/93 tem gerado mudanças nas relações e no mercado de trabalho do setor portuário. Conforme afirma Nascimento (2008), “a emergência de um novo paradigma tecnológico e organizacional tem impactado sobre os sindicatos portuários, modificando o padrão de distribuição do trabalho no segmento, e favorecendo o surgimento de um ‘novo trabalhador portuário’ dotado de maiores habilidades

cognitivas, multifuncional, polivalente e participativo, abrindo espaço para a consolidação de uma cultura de empresa do setor”.

A Lei 8630/93 significou retirar do sindicato a função de gestão da mão de obra, transferindo-o para o OGMO. Inicialmente sofrendo forte reação do movimento sindical, mesmo durante a fase de projeto, paulatinamente os sindicatos foram se adaptando à nova realidade laboral. Essa postura tem significado ocupar novos espaços antes negligenciados, como a qualificação dos trabalhadores às novas exigências introduzidas com o avanço da privatização.

Apesar de inicialmente o processo de transição não ter representado uma redução significativa da ocupação no Porto, o avanço da modernização representou a busca de maior competitividade através da mecanização e aumento de produtividade, reduzindo a necessidade de trabalhadores e alterando o perfil da mão de obra contratada. O resultado foi uma dissociação entre o porto e a Cidade, com redução cada vez maior da demanda por mão de obra, conforme já discutido anteriormente.

3.3 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

3.3.1 O TCP – Terminal de Contêineres de Paranaguá

O nascimento do Terminal de Contêineres de Paranaguá está inserido no projeto nacional de modernização dos portos brasileiros, visando aumentar a competitividade dos produtos nacionais e do próprio sistema portuário. O consórcio formado pelas empresas REDRAM-TRANSBRASA venceu a concorrência pública internacional para a exploração do terminal, possibilitada pela Lei Brasileira de Modernização dos Portos e, em novembro de 1998, passou a operar o terminal. Com a escolha do Terminal de Contêineres de Barcelona - TCB em 1999 como parceiro na operação portuária, nasceu o TCP.

Atualmente, a composição acionária do TCP é formada por três empresas brasileiras e duas empresas espanholas:

- PATTAC, holding do Grupo Marder que atua no Brasil nos segmentos de construção;
- TUCUMANN ENGENHARIA E EMPREENDIMENTOS, construtora de obras civis de médio e grande porte e de rodovias com sede no Brasil;
- SOIFER PARTICIPAÇÕES SOCIETÁRIAS, empresa brasileira com importante atuação no ramo de shopping centers;
- TCB – TERMINAL DE CONTENEDORES DE BARCELONA, empresa espanhola que opera um dos mais importantes terminais de contêineres da Europa (Barcelona), os terminais de contêineres de Havana (Cuba), Tenerife, Porto Rico, Algeciras, além de outros projetos na América do Sul, Extremo Oriente e África;
- GALIGRAIN, empresa espanhola de operações portuárias, incluindo terminais de granéis e madeira.

3.3.1.1 Missão do TCP

Otimizar a cadeia logística, assegurando agilidade, confiabilidade e qualidade na prestação de serviços de movimentação de contêineres.

3.3.1.2 Visão de futuro

Ser reconhecida pela excelência na agilidade e confiabilidade da movimentação de contêineres e a melhor alternativa para os clientes na área de influência, gerando resultados duradouros.

3.3.1.3 Objetivos permanentes

Agregar valor para o armador, importador e exportador, transformando o TCP num elo importante da cadeia logística.

Transformar o TCP no principal formador de opinião dentro da comunidade portuária, sendo a empresa que liderará as modificações necessárias à adequação das operações portuárias.

3.3.1.4 Infraestrutura geral existente

As plantas em escala adequada da infra-estrutura atual existente no TCP encontram-se no anexo 08 deste documento, sendo:

- Planta 001: Disposição geral
- Planta 002: Acessos, localização do cais existente

a) Administração

Em 3 andares e um prédio anexo, totalizando cerca de 2 mil m², são orientadas todas as operações do terminal. Para maior agilidade dos processos, nessa localidade estão instalados órgãos oficiais e integrantes da comunidade portuária: Alfândega, Ministério da Agricultura e Polícia Federal.

b) Portões de Acesso

Possui 4 portões de acesso dotados de balanças, totalmente informatizados e ligados ao sistema de controle e um quinto especial para cargas com excesso de medidas, e outro dedicado ao acesso ferroviário.

c) Pátio

O TCP possui um pátio para armazenagem de contêineres de 320 mil metros quadrados, totalmente impermeabilizado. Seu layout permite otimização de tempo e ótimo fluxo de operações.

d) Reefer – contêineres refrigerados

O TCP possui grande capacidade de recebimento para contêineres deste tipo. São 2.500 tomadas que são utilizadas durante o armazenamento de contêineres desta classe (reefer) no Terminal, dispostas em passarelas que facilitam o trabalho, melhoram a qualidade e aumentam a gama de serviços oferecidos.

e) Subestação de Energia

Possui 4 subestações, com 13,8 kva para suportar as tomadas reefer, iluminação e equipamentos portuários.

f) Oficina

Com 1.130m², possui tecnologia de ponta e funcionamento 24 horas por dia para atuação preventiva e corretiva. Também dispõem de áreas para lavagem de equipamentos.

g) Cargas Perigosas

O TCP dispõe de duas áreas de contenção para cargas químicas ou perigosas, em conformidades com as regras ambientais da certificação ISO 14.001.

h) Cais existente

Atualmente, possui um total de 655 metros de cais exclusivamente para operações de contêineres, mais rampa de 30 metros para carga e descarga de 4 dolphins para operações de navios PCC – pure car carrier.

i) Armazém Alfandegado

São 12.000m² de espaço para operações de importação e exportação, com sistemas de docas e utilização otimizada através de um moderno conceito de armazenagem.

3.3.1.5 Funcionários

O quadro de trabalhadores inseridos no TCP é composto de 326 funcionários contratados diretamente pelo empreendedor, além daqueles terceirizados. O perfil atual dos funcionários do quadro próprio do empreendimento aponta para a importância do ensino médio (52,8%) na sua composição. As funções técnicas predominam entre as ocupações. A seguir, mostra-se a composição dos funcionários por escolaridade.

Tabela 5 – Grau de escolaridade dos funcionários do TCP - 2010

Escolaridade	Número de funcionários
Ensino fundamental	50
Ensino médio incompleto	32
Ensino médio completo	166
Ensino superior incompleto	37
Ensino superior completo	41

Fonte: TCP

Segundo a faixa etária, predominam os trabalhadores com maior experiência, acima de trinta anos, representando 76,4%. A remuneração média calculada a partir da ponderação dos grupos de rendimento com o número de trabalhadores em cada grupo fornece um valor de R\$ 1.630,00, acima da remuneração média dos postos de trabalho do município que era de 3,39 em dezembro de 2006 (dado da RAIS), ou seja, R\$ 1.406,85 (considerando o salário mínimo de 2008).

Uma discussão importante sempre travada com relação aos problemas do mercado de trabalho do município refere-se à separação entre Porto e cidade. Os postos de trabalho criados no Porto não estariam sendo absorvidos pela população do próprio município. Principalmente os municípios da Grande Curitiba seriam beneficiados pelos postos de trabalho mais qualificados e de maior remuneração. No que se refere ao TCP, a tabela 6, a seguir, mostra que 94,2% dos funcionários têm como local de residência ou de origem o próprio município de Paranaguá. Ou seja, no caso do TCP, os moradores do próprio Município estão sendo proporcionalmente mais beneficiados. Essa discussão é importante porque quando os funcionários são do próprio Município, a renda recebida é gasta, em sua maior parte, no Município, permitindo que toda a comunidade usufrua mais intensamente dos benefícios da atividade portuária.

Tabela 6 – Local de residência dos funcionários do TCP - 2010

Local de residência/local de origem	Número de funcionários
Paranaguá	282
Outras localidades do litoral paranaense	9
Curitiba	9
Outras localidades	26

Fonte: TCP

O empreendedor também concede alguns benefícios a seus funcionários, podendo-se destacar:

- assistência médica;
- auxílio refeição;

- convênio com farmácia;
- empréstimos financeiros emergenciais;
- patrocínio para o aprendizado de língua estrangeira para cargos que o requeiram;
- bolsas de estudos em curso superior (graduação e pós-graduação);
- apoio financeiro para participação em atividades de treinamento;
- grêmio recreativo;
- seguro de vida em grupo.

Na área do TCP, outras formas de contratação também são encontradas em função de ser palco de atuação de outros operadores portuários e serviços correlatos. Assim, deve-se mencionar a presença da REPARCONT, empresa especializada em reparos e lavagem de contêineres., que conta com dois encarregados operacionais, seis soldadores/pintores, sete lavadores e três assistentes administrativos/vistoria. A Cabral REEFER, por sua vez, empresa especializada em monitoramento de contêineres *reefers*, conta com um encarregado operacional, cinco técnicos de refrigeração, cinco auxiliares de refrigeração, 45 auxiliares de monitoramento, um eletricista e onze auxiliares de escritório. A BRASMAR, empresa especializada em monitoramento de contêineres *reefers*, conta com um encarregado operacional, sete auxiliares de refrigeração e dois mecânicos de manutenção. A MARDER & MULLER, empresa especializada em construção civil, conta com dois engenheiros civis, três encarregados, um mestre de obras e dezesseis outros trabalhadores em funções da construção civil (pedreiro, carpinteiro, serventes, auxiliares diversos). A VEPER, empresa especializada em vigilância patrimonial, higienização e limpeza, conta com dez auxiliares de limpeza e conservação, trinta vigilantes patrimoniais e dois líderes de equipe. O total de terceirizados perfaz, assim, 160 trabalhadores. Além destes, há funcionários do Ministério da Agricultura, Receita Federal e Alfândega, os quais não foram contabilizados no rol anterior.

Além deste mosaico de relações de trabalho que conformam o conjunto de pessoas alocadas no espaço do TCP, há que se lembrar a importante participação dos caminhoneiros. Grande parte do transporte de contêineres é realizada por via rodoviária, principalmente devido ao alto valor agregado das mercadorias

transportadas, tornando o caminhoneiro um importante partícipe desta história. O movimento de caminhões tem crescido de forma sustentada nos últimos anos. Enquanto em 2006 foram 236.551 caminhões atendidos, em 2007 foram 294.795; 2008 foram 319.998, 2009 foram 334.198 e projeta-se para 2010 o número de 361.692. Isso representa uma média de 30.141 caminhões por mês, 991 por dia e 41 por hora.

Para estes caminhoneiros, a empresa disponibiliza infra-estrutura para alimentação e descanso, consiste em uma lanchonete com TV, mesas, cadeiras, além de um ambulatório colocado a disposição desse público.



Figura 7 – Vista parcial da cantina do TCP disponibilizada para os caminhoneiros

3.3.1.6 Saúde e segurança do trabalhador e terceiros

O TCP conta com SESMET (Serviço de Segurança e Medicina do Trabalho) para atender às demandas do terminal, que funciona com a seguinte composição da equipe: 01 médico do trabalho, 01 Auxiliar de enfermagem do trabalho, 02 técnicos de segurança e 01 engenheiro de segurança (estes três atuantes de forma indireta nas atividades do ambulatório). Também conta com PPRA e PCMSO que encontram-se anexados à este documento (anexo 11).

Os técnicos de segurança do trabalho e meio ambiente do terminal são responsáveis por:

- Aplicação de treinamentos operacionais simulados para combate a emergências ambientais;
- Participação na administração do Gerenciamento de riscos da empresa, compreendendo o PEI, PCE, PPRA;
- Contribuir na verificação da eficácia das ações propostas nas diversas Não-Conformidades emitidas pelas áreas da empresa;
- Participar em auditorias internas ambientais.

O TCP também possui em seu prédio administrativo um ambulatório equipado com equipamentos típicos para atendimentos emergenciais. A população alvo são funcionários, colaboradores e terceiros (despachantes, fiscais, motoristas de caminhão). Esta atividade contempla, além da prevenção de acidentes, atendimentos de primeiros socorros (curativos, aplicações de injeções, solicitações de exames, atendimentos básicos no geral).

Para situações de emergências que requeiram o deslocamento a unidades específicas de atendimentos, o Terminal conta com o serviço da Autoridade Portuária de ambulância, que é mantido em parceria com o TCP.

O histórico de atendimento, conforme tabela a seguir, demonstra os atendimentos mencionados:

Tabela 7 - atendimentos médicos efetuados no ambulatório TCP entre 2008/2009

Mês	Consultas ambulatório	Consultas com médico	Encaminhamentos à especialistas	Vacinação
Nov/08	99	63	5	0
Dez/08	100	70	10	6
Jan/09	98	140	20	39
Fev/09	90	114	36	25
Mar/09	100	140	28	39
Abr/09	0	209	65	158
Mai/09	0	117	8	50
Jun/09	78	128	5	8
Jul/09	74	114	3	1
Ago/09	87	128	23	4
Set/09	63	141	30	6
Out/09	103	143	15	40
Nov/09	58	58	8	15
TOTAL	950	1.565	256	391

3.3.1.7 Equipamentos

O TCP conta com os seguintes equipamentos atualmente:

Portêineres

03 unidades - guindastes sob trilho utilizados para carga/descarga de contêineres em navios.

MHC - Gotwald

02 unidades – guindastes sob rodas, utilizados para carga/descarga de contêineres em navios.

Transteineres

14 unidades – equipamentos utilizados na carga/descarga de caminhões no pátio.

Cavalo mecânico

24 unidades – equipamentos utilizados para deslocamento no pátio, para embarque/desembarque de contêineres em navios.

Empilhadeira de grande porte

05 unidades (03 REACH-STACKER (contêineres cheios) e 03 EMPTY-LOAD (contêineres vazios)) - equipamentos utilizados para posicionamentos de contêineres no pátio/docas de armazenagens; movimentação interna no pátio de contêineres.

Empilhadeira de pequeno porte

04 unidades - equipamentos utilizados para movimentação de mercadorias dentro do armazém.

3.3.2 Ampliação do cais

A ampliação do cais existente se dará do lado leste do TCP, num total de 315 metros.

Como já referido anteriormente, esse prolongamento possibilitará ao terminal operar com 1.000 metros de linha de atracação podendo atender simultaneamente até 03 navios do tipo Pós-Panamax full-contêineres de até 5.000 TEUs.

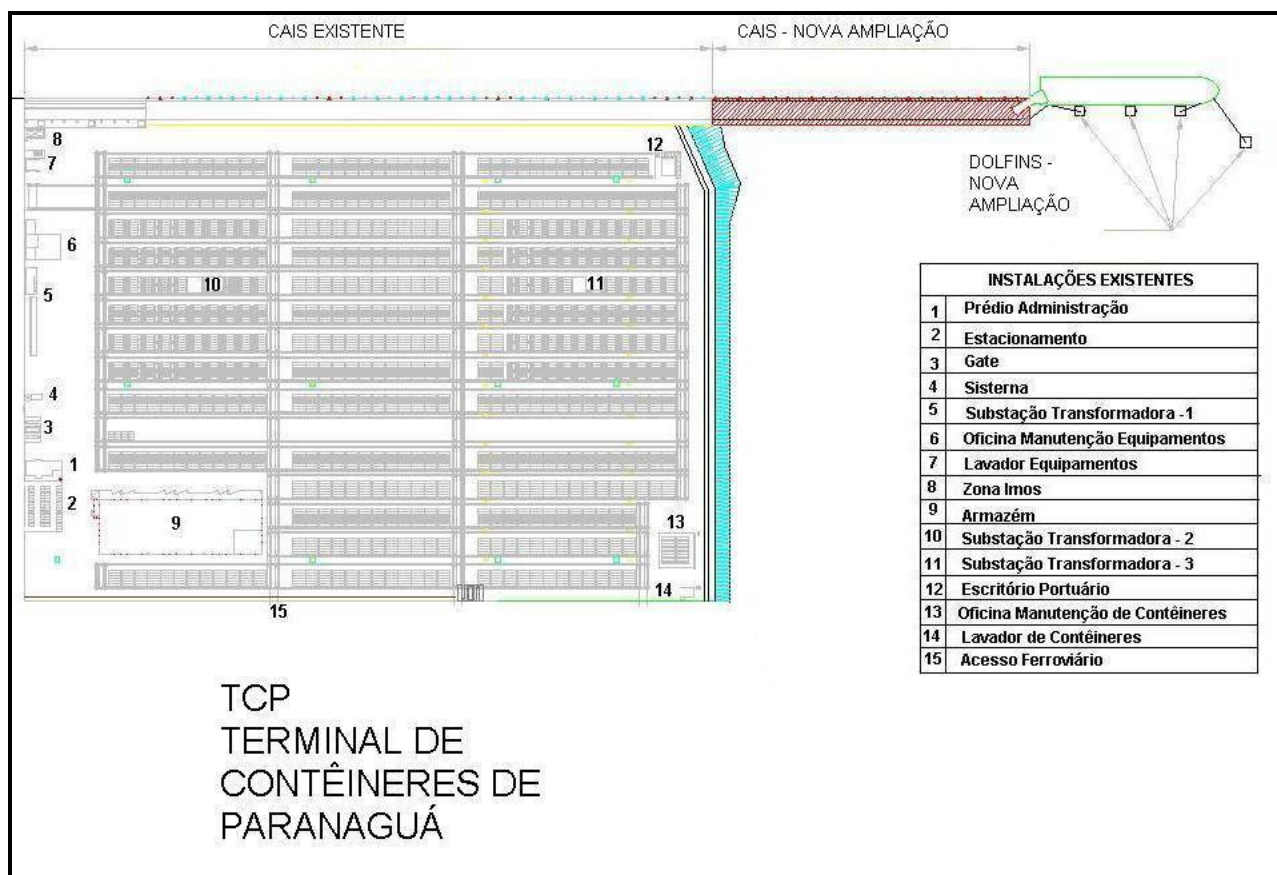


Figura 8 – Detalhe da localização da ampliação com relação aos cais existente

3.3.2.1 Descrição do projeto

As plantas em escala adequada relativas ao projeto de ampliação do cais encontram-se no Anexo 09 deste documento, sendo:

- Planta 001: Disposição geral;
- Planta 002: Planta e seções;
- Planta 003: Implantação;
- Planta 004: Localização, acessos, ampliação dos cais e canteiro de apoio;
- Planta 005: Dragagem, contenção e área de despejo;
- Planta 006: Retroárea.

Para a execução do projeto, será construída uma plataforma de concreto sustentado por estacas com camisa da chapa metálica e concreto armado.

Abaixo dessa plataforma, se estenderá uma muralha (dique de fechamento e arrimo), que servirá de escudo inferior para a explanada do Terminal.

A construção da plataforma superior será modular, com duas vigas contínuas, uma ao lado da atracação e outra na parte posterior, que servirá de base para o trilho do guindaste (portainer). Entre as vigas, se estenderá uma retícula de vigas pré-fabricadas, onde se apoiarão lajes modulares pré-fabricadas.

O pavimento do cais ampliado será de concreto armado, previsto para suportar as grandes cargas que se desenvolvem em uma instalação e operação deste tipo.

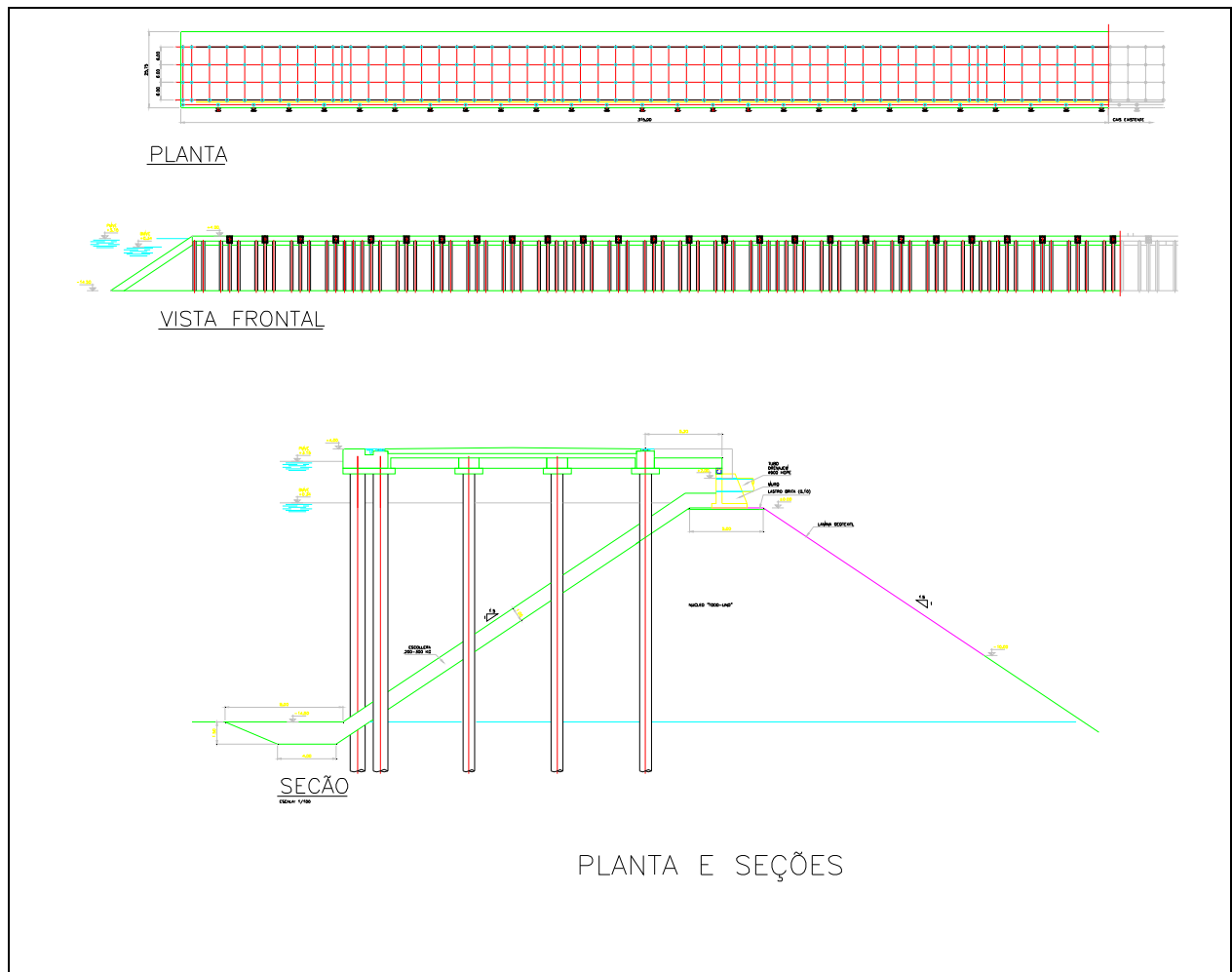


Figura 9 - Seção do esquema construtivo do cais

Etapas da obra

Serão 04 as etapas, as quais poderão ser executadas isoladas ou paralelamente.

Primeira etapa: dragagem da área necessária ao novo cais e dique; Segunda etapa: fundação-estaqueamento da plataforma (novo cais e dolphins); Terceira etapa: superestrutura - plataforma e complementos (novo cais e dolphins); Quarta etapa : dique de fechamento, arrimo e conclusão plataforma/cais.

- Primeira etapa: Dragagem da área necessária ao novo cais

A área à ser dragada, apenas o necessário para o novo cais, é de aproximadamente 15.000 m² e está localizada onde serão construídos o novo cais e o dique de fechamento. A dragagem de regeneração deverá atingir a profundidade compatível com o cais existente (-14.50 m), com volume previsto de 60.000 m³.

A etapa será realizada por dragas de sucção e recalque (capacidade de 40 m³/h) e transportadoras (capacidade sisterna 180m³). O material será recalcado a uma distância aproximada de 470m em área confinada localizada próxima à esquina SE do Terminal, dentro dos limites liberados para despejo . A área de despejo é de aproximadamente 10.000 m² e já está devidamente licenciada para recebimento desse material. Um dique de areia revestido por lâmina de PVC na parte interna fará a contensão do material despejado na respectiva área. A parte líquida será eliminada através de um elemento de desagüe instalado no interior da área. A planta em escala adequada encontra-se no Anexo 09.

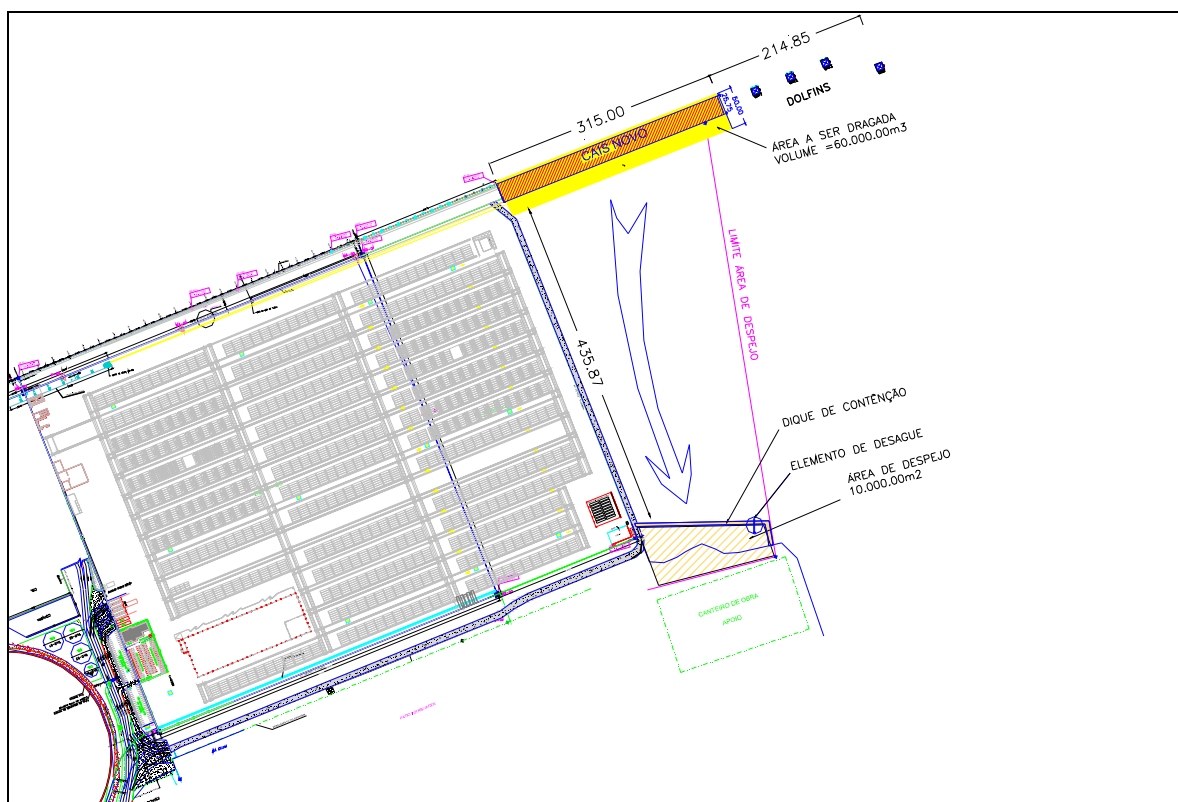


Figura 10 - Localização das áreas de dragagem e despejo

Materiais e equipamentos: 01 draga sucção e recalque com capacidade de 40 m³/h ; 02 dragas transportadoras com capacidade da sisterna de 180 m³.

- Segunda etapa: Estaqueamento da plataforma (fundação)

Quando a dragagem liberar aproximadamente 100m na extensão do novo cais, terá início a fundação, que consiste na cravação de estacas metálicas circulares com martelo hidráulico e vibradores, com posterior preenchimento com concreto armado.

Na execução desta etapa, as camisas metálicas e armaduras são preparadas antes no canteiro e levadas ao local da cravação através de flutuantes. Na posição, a camisa metálica é cravada e, após a limpeza do seu interior, é feita a colocação da armadura e finalizado com a concretagem.

A etapa dos *dolphins* virá na sequência da conclusão das etapa do novo cais propriamente dito.

Materiais e equipamentos: 02 barcos apoio; 02 bombas (PUTZMEISTER); 02 caminhões betoneiras(cap. 7m³);01 compressor de ar (INGERSOL-RAND); 02 escavadeiras(BUCYRU- EIRE 71B); 02 flutuantes cap. 200ton(ISHIBRAS/GD); 02 flutuantes cap. 10 ton; 01 guindaste cap. 100 ton(NCK/RAPIER); 01 martelo hidráulico (IHL 150S); 01 pá carregadeira(924 CAT); 01 perfuratriz (RTC); 01 perfuratriz (CR-10); 01 usina de concreto; 01 vibrador (SOLIMEC). Os equipamentos consistem em: estacas de diâmetros 1000mm e 800mm, comprimento médio de 36m, compostas de camisas metálicas (d= 1000x10mm e d=800x10mm, material A-36, revestimento epóxi), armadura corrugada CA-50 (diâmetros 25, 10 e 12mm) e concreto submerso 25 MPa.

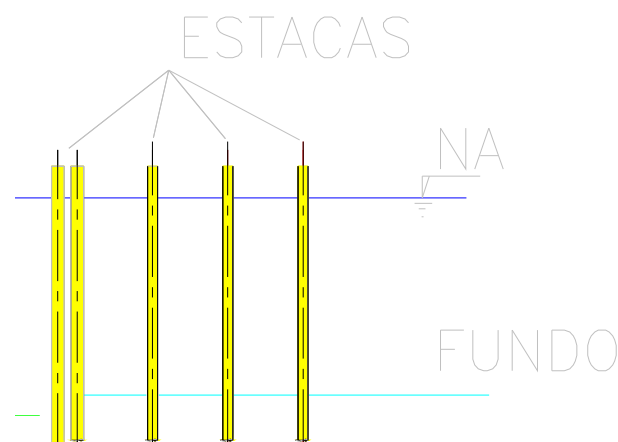


Figura 11 – Localização das estacas

- Terceira etapa: Execução da plataforma (superestrutura) e complementos

A superestrutura será composta de capitéis e vigas longitudinais moldadas no local e demais elementos pré-fabricados, com capa final de concreto moldado no local.

Nos complementos da plataforma, estão inclusos as tubulações de água e elétricas, fossos, trilhos e travas portaineres, cabeços, defensas .

Após a liberação de módulos pela fundação (aproximadamente 50m), terá início a superestrutura, com o arrasamento das estacas, concretagem dos capitéis (pré-lages) e vigas longitudinais. Na seqüência, ocorrerá a colocação das vigas e lages pré-fabricadas anteriormente no canteiro de obras, e, por fim, a concretagem da capa. Os complementos são instalados no decorrer da execução da plataforma.

A etapa dos *dolphins* virá na seqüência da conclusão das etapa do novo cais propriamente dito.

Materiais e equipamentos: 02 barcos de apoio; 02 bombas (PUTZMEISTER); 01 bomba de concreto(d=4”- 200m); 02 caminhões betoneira (cap. 7m³); 01 caminhão munck cap. 17ton; 01 caminhão prancha cap. 28ton; 01 compressor de ar + rompedor (INGERSOL-RAND); 01 guindaste cap. 100 ton (NCK/RAPIER); 01 guindaste cap. 40ton; 01 flutuante cap. 200ton (ISHIBRAS/GD); 01 régua vibratória (12m); 01 usina de concreto; 02 pás carregadeiras (924 CAT). Os materiais consistem em:

- Para a plataforma : com pré-lajes capitéis e vigas longitudinais moldadas “in loco”, vigas e lages pré-fabricadas, capeamento moldado no local. Todos compostos de armadura corrugada CA-50 (diâmetros 8, 16, 20 e 25mm) e concreto 25 MPa;

- Para os complementos da plataforma : trilhos portainer tipo A-100/DIN 536, com utilização de chapas base em aço clips (GANTREX); cabeços de amarração em aço soldado capacidade 100ton; defensas tipo V (Copabo/Svedala) com painéis em polietileno e estrutura metálica; tubulação de água em PEAD (d= 125mm), registros, tampas e caixas especiais para classe F900; canalizações elétricas envelopadas em concreto em toda extensão do cais e a alimentação do portainer através de sistema de proteção de cabos em borracha sintéticas com reforço metálico do tipo Panzerbelt em todo comprimento; elementos de proteção dos equipamentos portainer (travas, tie-down anti-tormenta, finais de linha em concreto (2 conjuntos).

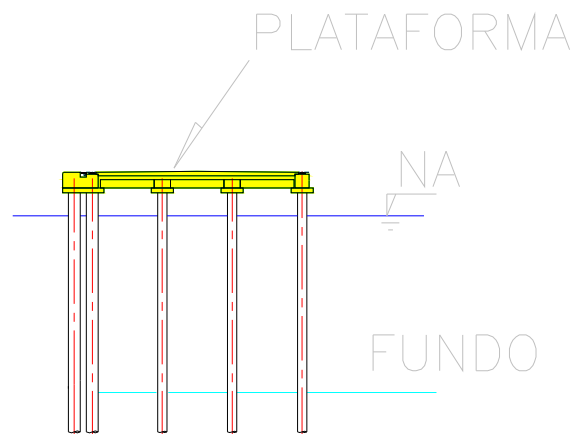


Figura 12 – Localização da plataforma

- Quarta etapa: Dique de fechamento, arrimo e conclusão da plataforma

Após execução da superestrutura, ocorrerão a construção do dique, o assentamento do muro e a conclusão da plataforma. A execução dessa etapa passa primeiro por uma revisão da profundidade pelas dragas. Posteriormente, o núcleo do dique é preenchido com material granular (rachão) e o muro (pré-fabricado), assentado na parte superior do dique. O lado externo é protegido com bolsões de geotêxtil preenchidos com concreto submerso, sendo o lado interno revestido com brita graduada e geotêxtil. As vigas do muro e de ligação são moldadas no local, as lajes (pré-fabricadas) são colocadas e o capeamento com concreto conclui a etapa.

Materiais e equipamentos: 01 barco de apoio com cap. 4ton; 01 bomba de concreto (d=4"- 200m); 10 caminhões basculantes com cap. 18ton; 02 caminhões betoneira (cap. 7m³); 01 caminhão prancha cap. 28ton; 01 draga transportadora cap. 180 m³; 01 escavadeira (320CAT); 02 flutuantes cap. 10 ton; 01 guindaste cap. 40ton; 01 guindastes cap. 100 ton (NCK/RAPIER); 02 pás carregadeira cap. 4 ton (924 CAT); trator de esteiras (D6 CAT); 01 usina de concreto cap 80/60 m³/h (ARCEM). Os materiais consistem em:

- Para o dique de fechamento e arrimo : núcleo de material granular (rachão) , proteção externa com bolsões de geotêxtil (densidade 400gr/m²) e revestimento interno com brita graduada e manta geotêxtil (densidade 400gr/m²), lastro de brita p/ assentamento de muro, pré-moldado com armadura CA-50 diâmetros 20, 16 e 12mm e concreto 25 MPa;
- Para a conclusão plataforma: vigas longitudinais e transversais moldadas “in loco”, lajes pré-fabricadas, capeamento moldado no local. Todos compostos de armadura corrugada CA-50 (diâmetros 8, 16, 20 e 25mm) e concreto 25 MPa.

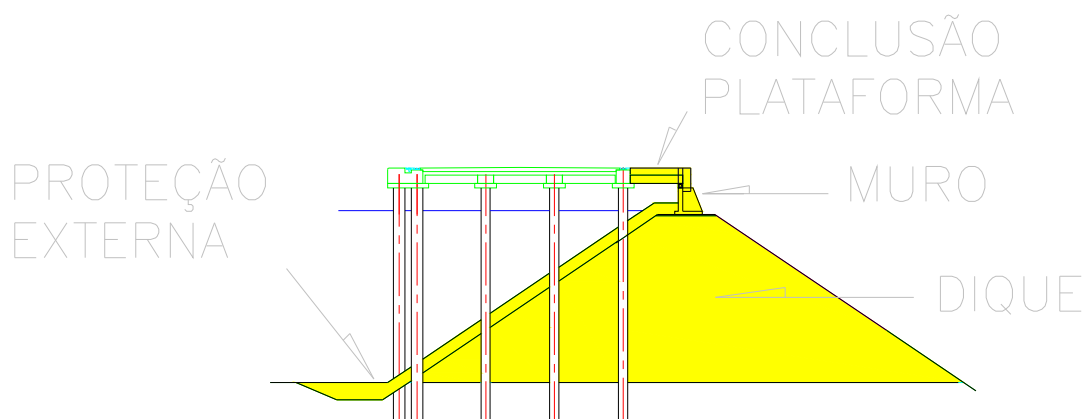


Figura 13 - Ilustração do cais concluído

Guindastes sobre trilhos

Os trilhos serão apoiados sobre uma chapa contínua de aço previamente nivelada e suportada por alguns parafusos com porcas pela parte inferior e superior, que são colocadas sobre aberturas realizadas sobre as vigas do canto do cais, mais próxima da água, e posterior.

Uma vez nivelada a chapa base, se preencherá com argamassa, sem retração do espaço, entre sua parte superior e a viga, para, na continuação, se colocar o trilho sobre a chapa.

O trilho se suportará com braçadeiras especiais, com suportes de borracha que se soldam na chapa base e o fixam tanto no sentido vertical como no horizontal.

Canalizações elétricas

Ao longo do cais, se extenderão três canalizações elétricas correspondentes respectivamente à baixa tensão, comunicação e média tensão.

Da canalização de media tensão, se alimentarão os fossos das guias do portainer próximos da linha de atraque.

Alimentação do guindaste portainer

O acesso a média tensão para alimentação das guias portainer terá lugar nos fossos próximos a linha de atraque.

Estes fossos disporão de uma caixa dupla de aço inoxidável, onde se posicionarão os cabos elétricos de alimentação dos guindastes.

Destas caixas, o cabo passará dentro de um canal de concreto fechado com uma borracha flexível, que será levantada pelo próprio guindaste por meio de um mecanismo especial, conduzindo à polia e, a partir dali, ao quadro de conexão elétrica do guindaste.

O fosso será coberto com tampas metálicas galvanizadas que se apoiarão sobre perfis metálicos e a viga voltada para o mar.

Os fossos contarão com equipamentos de iluminação, bomba para esgoto, tubulações, outros.

Abastecimento de água

Na plataforma, um dos complementos será a rede de água, que será a continuidade da rede existente vinda do porto, já usada atualmente para abastecer os navios.

A área de apoio para o abastecimento de água, esgoto e coleta de resíduos sólidos ficará localizada no prédio de apoio da estiva, localizado na esquina NE do terminal conforme pode ser observado na figura a seguir.

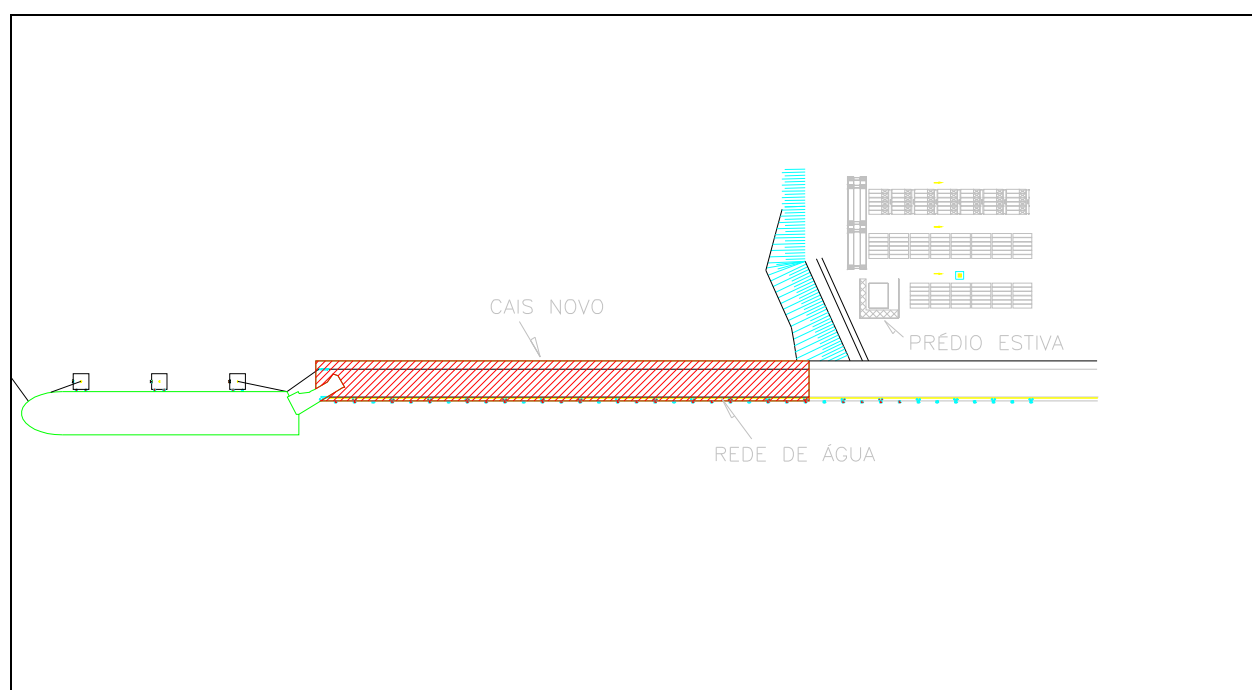


Figura 14 - Localização da rede de água

Outros equipamentos de cais

O equipamento do cais se completa com os seguintes elementos:

- 26 defensas elásticas;
- 26 pares de cabeços de 100 ton.;

- 1 bóia luminosa de 2 milhas de alcance, autocarregável com energia solar e montada sobre uma estrutura metálica galvanizada;
- 4 pinos de ancoragem dos guindastes portainer;
- 2 pára-choques de celulose para os guindastes portainer montados sobre uma base de cimento.

Canteiro de obras

Será uma área com aproximadamente 15.000 m² pertencente ao porto, situada adjacente à esquina SE do Terminal, conforme pode ser verificado na planta 004 no Anexo 09 deste documento, que será composta de:

- Contêineres para administração (recepção, planejamento, técnica, engenharia, compras, dep. Pessoal, BWC), ambulatório, laboratórios, almoxarifado, vestuário e BWC;
- Estruturas provisórias para refeitório, carpintaria, ferragens;
- Áreas para depósitos e manuseio de estruturas de concreto e estacas;
- Área para usina de concreto e materiais.

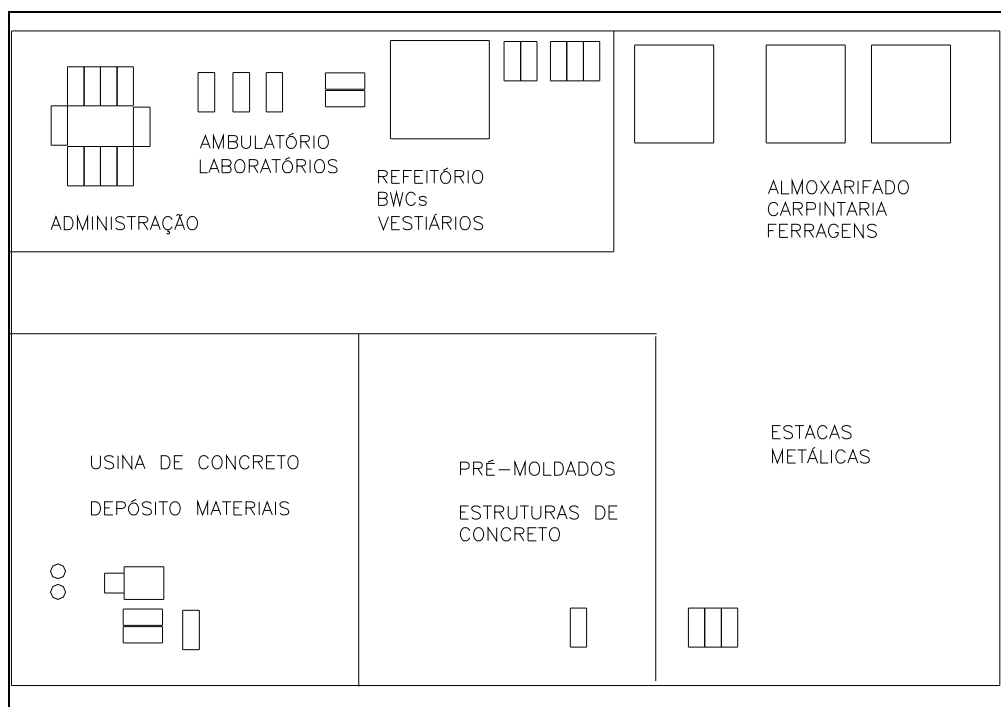


Figura 15 - Detalhe da disposição do canteiro de obras

Relação total de equipamentos e máquinas a serem utilizados na obra

- 02 barcos de apoio cap. 4 ton;
- 01 bomba de concreto(d=4"- 200m);
- 02 bombas (PUTZMEISTER);
- 01 caixa água cap. 15.000 lts;
- 10 caminhões basculantes (CAP. 18TON);
- 02 caminhões betoneira(cap. 7m³);
- 01 caminhão comboio cap. 5.000 lts;
- 01 caminhão munck cap. 17 ton;
- 02 caminhões pipas cap. 10.000 lts;
- 01 caminhão prancha cap.28ton;
- 01 compressor de ar (INGERSOL-RAND);
- 01 compressor de ar + rompedor (INGERSOL-RAND);
- 01 draga sucção e recalque cap. 40 m³/h;
- 02 dragas transportadoras cap. 180 m³;
- 02 escavadeiras(BUCYRU- EIRE 71B);
- 01 escavadeira (320CAT);
- 02 flutuantes cap. 200ton(ISHIBRAS/GD);
- 02 flutuantes cap. 10 ton;
- 02 guindastes cap. 100 ton(NCK/RAPIER);
- 02 guindastes cap. 40ton;
- 01 martelo hidráulico (IHL 150S);
- 02 pá carregadeira cap. 4 ton(924 CAT);
- 01 perfuratriz(RTC);
- 01 perfuratriz (CR-10);
- 01 régua vibratória (12 m);
- 02 silos cimento cap. 80 ton;
- 01 trator de esteiras (D6 CAT);
- 01 usina de concreto cap 80/60 m³/h (ARCEM);
- 06 veículos leves 80hp;
- 01 vibrador (SOLIMEC).

Atracação de navios de veículos (CAR-CARRIER)

No extremo leste da ampliação, foi prevista a construção de quatro *dolphins* para atracação de navios de transporte de veículos (car-carrier) – trata-se da nova posição dos *dolphins* atualmente já existentes, que terão de ser deslocados para leste em virtude da nova ampliação.

Serão três *dolphins* de atracação e o quarto sendo para a linha de amarração de proa do navio, tal como se verifica no projeto (ver Anexo 09).

Profundidade na área de acostagem e de manobras

Atualmente, o calado do canal de acesso ao TCP é de 12,50 metros, o berço 215 possui 12,00 metros de calado, o 216 possui 11,00 metros de calado e o berço 217 (*dolphins*) possui 9,50 metros (TCP, 2010). Está prevista a dragagem de aprofundamento da área do novo berço de atracação e canal de acesso para 14 metros.

Todavia, é importante destacar e deixar claro, que a obra objeto do presente estudo não se refere à dragagem de aprofundamento do canal de acesso do TCP, a qual é de responsabilidade exclusiva da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina – APPA e que será objeto de licenciamento específico para tal finalidade.

Dragagens

O aprofundamento dos berços de acesso ao terminal para 14 metros em uma região que sofre a influência do assoreamento constante, oriundo da rede de drenagem na Serra do Mar que deságua no Estuário de Paranaguá, exigirá, além da dragagem de aprofundamento, dragagens de manutenção constante, cujos sedimentos podem não ser apropriado para o uso de obras de engenharia, razão pela qual exigirá área alternativa de despejo no interior do Estuário e em local onde os sedimentos não possam ser ressuspensionado pela ação das marés e correntes locais.

Todavia, novamente é importante destacar e deixar claro, que a obra objeto do presente estudo não se refere à dragagem de aprofundamento nem de manutenção do canal de acesso do TCP, a qual é de responsabilidade exclusiva da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina – APPA e que será objeto de licenciamento específico para tal finalidade.

Taxas de assoreamento nos canais de acesso aos portos

Este item é tratado especificamente na seção 7.1 deste documento.

Mão de obra

Devido à necessidade de contratação de mão-de-obra, o empreendimento gerará postos de trabalho diretos e indiretos tanto nas fases de implantação quanto de operação.

A construção do empreendimento será realizada por empreiteira nacional que vencer a tomada de preço por meio de carta-convite. Entretanto, o empreendedor afirma que será “preferencialmente uma empresa paranaense”.

A obra terá uma duração prevista de doze a quatorze meses, prevendo-se a contratação de 200 trabalhadores diretos, dos quais 90% com origem em Paranaguá. Na composição do pessoal contratado, 10% serão engenheiros, 20% especialistas do setor de construção e o restante de trabalhadores do setor da construção com qualificação média-baixa.

Como se espera que a maior parte dos trabalhadores tenha origem no próprio Município, não haverá necessidade de construção de moradia no canteiro de obras, reduzindo-se, assim, a necessidade de espaço para abrigá-los. Os demais trabalhadores serão alocados em hotéis do município.

Durante a operação do empreendimento, são previstas 89 novas contratações, vinculadas basicamente à operação portuária, sendo elas:

- 7 para cargos administrativos típicos;
- 16 para cargos administrativos de apoio à operação portuária (monitores, assistentes, gate);
- 16 cargos de apoio a operação portuária (apontadores, serventes);
- 19 cargos de manutenção, e
- 31 cargos para operadores de máquinas diversas.

Além da geração de empregos diretos, devido à ampliação do cais, também serão gerados empregos indiretos relacionados às atividades de construção civil, durante a implantação, e de apoio e subsidiárias às operações.

A cada emprego gerado diretamente, estima-se a criação de 2,64 empregos indiretos e induzidos pela cadeia da construção civil. Isso significa que, considerando-se a geração de 200 empregos diretos, na fase de implantação do novo cais, serão gerados 528 empregos indiretos e induzidos em função da construção do empreendimento. Apesar do elevado potencial irradiador da construção civil, não se podem estabelecer condicionantes para a localização dos novos empregos gerados, pois muitas vezes não está sob controle do empreendedor ou mesmo da empreiteira.

Em função da operação do novo cais, espera-se a geração de um total de 132 novos postos de trabalho indiretos. Este valor global inclui o número de empregos indiretos gerados para cada emprego direto e o efeito-renda, que considera a transformação da renda devido aos novos empregos em consumo e este em novos empregos indiretos. Considerando a matriz proposta pelo BNDES para geração de empregos no setor de transportes, a cada emprego direto gerado são gerados 0,44 empregos indiretos na cadeia produtiva. Quanto ao efeito-renda, para cada emprego direto são gerados 1,04 empregos indiretos pelo consumo proporcionado. Em se tratando da

ampliação do cais do TCP, que gerará 89 empregos diretos, espera-se que surjam 39 empregos indiretos na cadeia produtiva e 93 empregos induzidos pelo consumo dos novos trabalhadores.

A prestação de serviços indiretos de apoio às operações inclui: agenciamento marítimo, incluindo armador, afretador e consignatário; agentes rodoviários de carga; despachantes aduaneiros; prestadores de serviço de comércio exterior; empresas de segurança patrimonial; empresas de limpeza administrativa e industrial; empresas de lavanderia industrial; empresas de remoção de resíduos; empresas de cozinha industrial; empresas de manutenção mecânica, civil, elétrica, automação, motores, etc; fornecedores de navios e materiais de insumos; classificadoras de produtos e draft survey; empresas de transporte de pessoal, dentre outras.

Além disso, a partir da ampliação do cais do TCP também serão beneficiados, ampliados e criados serviços periférico de atendimento aos usuários, como restaurantes, hotéis, agências de viagens, serviços médicos, farmacêuticos e odontológicos, redes de abastecimento de combustível, oficinas de manutenção de veículos, locação de máquinas, veículos e equipamentos, além de vários outros serviços.

A ampliação do cais proporcionará, assim, um incremento em todas estas atividades por meio de um maior fluxo de navios, caminhões e pessoas no local.

Futuras expansões

Segundo a Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina - APPA, existe projeto para a construção de Plataforma Aduaneira na retroárea do porto em área que está localizada nos “fundos” do TCP, num terreno de 140.000 m², com área pavimentada de 75.000 m² e a previsão da disponibilização de 12 lotes industriais para empresas da região.



Figura 16 - Localização do projeto de expansão "Plataforma Aduaneira" (em vermelho)

Avaliação do aumento do fluxo viário de cargas e pessoas

A atividade de construção civil, que será a predominante na fase de implantação do empreendimento será acompanhada por uma maior movimentação de veículos e pessoas na área diretamente afetada e no seu entorno. Normalmente, veículos de grande porte são necessários para o transporte de material de construção como pedra, areia, cimento usinado, entre outros. A área do empreendimento já é atualmente comprometida em termos de fluxo de veículos pesados, pois grande parte dos contêineres são transportados por caminhões. Além deles, os caminhões tipo cegonha compartilham área próxima, tornando o fluxo pesado. Em contrapartida, haverá um aumento também do número de operários transitando no local.

A operação do empreendimento representará um incremento na movimentação de caminhões no Município e principalmente no seu entorno. A perspectiva da própria empresa é de um aumento de 675 caminhões por dia, movimentando entre 350 e

400 mil TEU's anualmente. A maior demanda reprimida por parte de congelados leva a empresa a estimar em 50% o aumento na movimentação deste item, enquanto os demais itens (citar itens) terão um crescimento de 25% da seguinte forma:

- Exportação: madeira processada, papel e celulose, alimentos e algodão.
- Importação: metal-mecânico e auto peças, petroquímico, químicos para o agronegócio, pneus, eletrônicos, alimentos e vidros.

3.3.2.1.1 Cronograma físico de obra

Tabela 8 - Cronograma físico da ampliação do cais em 315m + dolfins

Etapas	Mês											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cais												
Dragagem	■	■	■	■					■			
Fundação		■	■	■	■	■	■	■				
Superestrutura e complementos			■	■	■	■	■	■	■	■		
Conclusão dique/muro										■	■	■
Dolphins												
Fundação									■	■		
Superestrutura e complementos										■	■	■

3.4 LOCALIZAÇÃO DA ATIVIDADE

3.4.1 Elaboração dos mapas temáticos

Associando dados secundários ao banco de dados primários dos levantamentos de campo, foram elaborados mapas temáticos para subsidiar e contribuir com o diagnóstico ambiental das áreas de influência e a análise ambiental integrada.

A obtenção dos dados secundários se deu a partir de instituições oficiais (IBGE, ANA, INPE, DSG e outros), e os levantamentos de dados primários de campo obtidos com auxílio de receptores GPS e informações de levantamentos realizados pelo empreendedor e equipe de campo.

Os mapas temáticos propriamente, surgiram da classificação e interpretação desses dados e foram devidamente delimitados, de acordo com as áreas de influência definidas.

Lista de mapas

- Mapas de localização das áreas de influência direta (ADA), (AID) e indireta (AI) para os meios físico, biótico e antrópico
- Mapas de uso e ocupação do solo (ADA e AID)
- Mapa de localização geográfica
- Mapa de vias de acesso à cidade de Paranaguá
- Mapa de vias de acesso ao TCP
- Mapa geológico
- Mapa de declividades
- Mapa hipsométrico
- Mapa geomorfológico

- Mapa de solos
- Mapa de bacias hidrográficas
- Mapa da rede de drenagem
- Mapa de localização dos principais biomas e fitofisionomias
- Mapa de localidades e núcleos urbanos
- Mapa de áreas prioritárias para conservação (MMA)
- Mapa de unidades de conservação (UC's) e áreas circundantes
- Mapa de unidades de conservação (UC's) e terras indígenas (TI's)
- Mapa de áreas pesqueiras
- Mapa de potenciais fontes poluidoras

Algumas figuras apresentadas no corpo deste estudo são ilustrativas, estando os mapas temáticos representados no anexo 12 deste documento conforme lista apresentada anteriormente, bem como as plantas relacionadas ao empreendimento são apresentadas no anexo 09.

3.4.2 Descrição detalhada da localização

Pretende-se implantar o empreendimento em um terreno urbano que foi desmembrado de área maior constante do Título de Posse nº 68 expedido pela Prefeitura Municipal de Paranaguá em 07/11/1944, com área de 15.771, 60 m², medindo 173,00 m de frente para a Avenida Coronel Santa Rita, por 114,30 m de extensão da frente aos fundos, do lado esquerdo de quem do terreno olha para a rua, onde confronta com a área remanescente da Companhia de Armazéns Gerais Missões “AGEM” S/A, atual INSOL – Intertrading do Brasil Indústria e Comércio S/A, 62,00 m e mais 34 m de extensão da frente aos fundos, em linha quebrada do lado direito de quem do terreno olha para a rua, onde confronta com a Rua José Cadilhe,

e, finalmente, 136,20 m mais 60,00 m de largura no travessão, onde confronta com a Avenida Marginal aos trilhos da Rede de Viação Paraná Santa Catarina, atual Rede Ferroviária Federal S/A, de acesso aos terrenos descritos, passando obliquamente pela área remanescente dos terrenos dos Títulos de Posse nº 68.

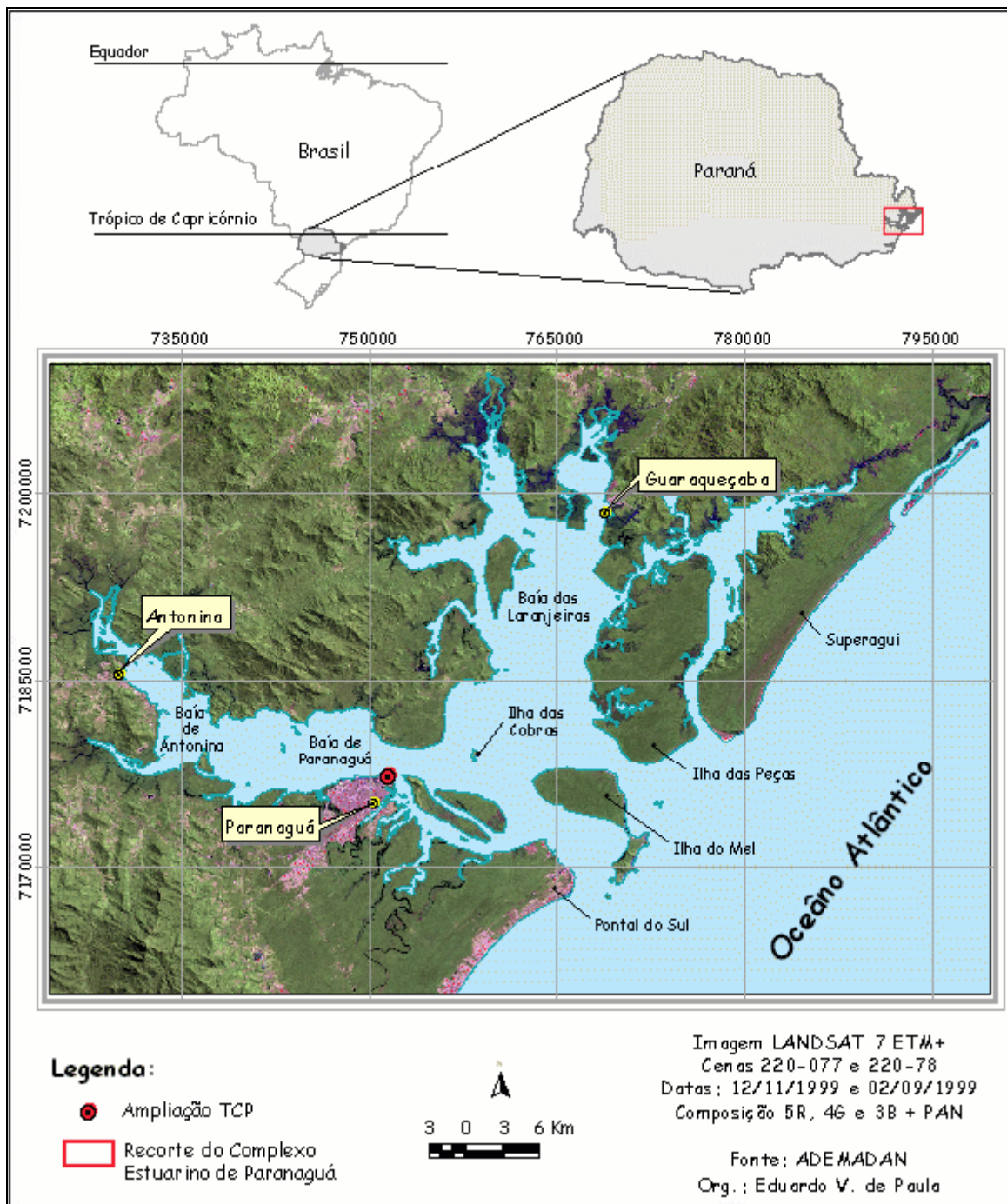


Figura 17 – Localização geográfica do empreendimento

Sobre a área em questão, será construído 01 (um) cais de 315 (trezentos e quinze) metros, em concreto com fibras de aço, para atracação de navios porta-contêineres.

O terreno situa-se na extremidade leste do cais do Porto D. Pedro II, s/n, no Município de Paranaguá, Paraná, encontrando-se registrado em nome do APPA/TCP, com inscrição imobiliária 09.5.22.004.0567.000-58.

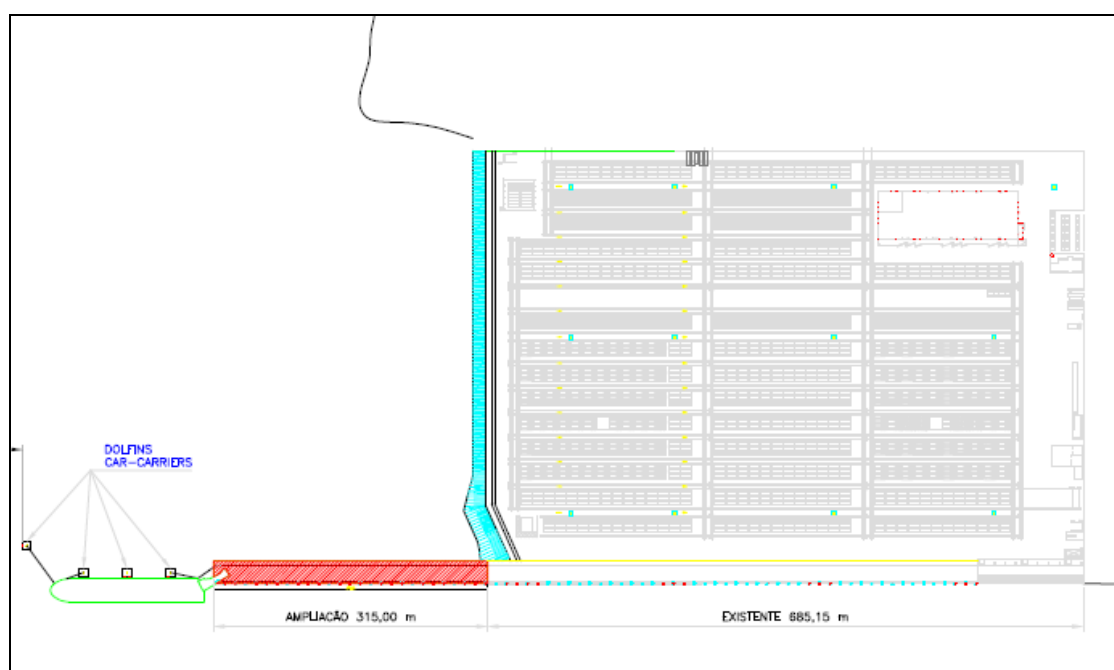


Figura 18 - Detalhe da estrutura existente e ampliação a ser implantada,.

Malha viária

Os acessos terrestres ao Porto de Paranaguá se dão pelas mesmas rodovias e ferrovias de ligação com sua hinterlândia (área de abrangência da atividade portuária), a partir de Curitiba conforme figura a seguir.

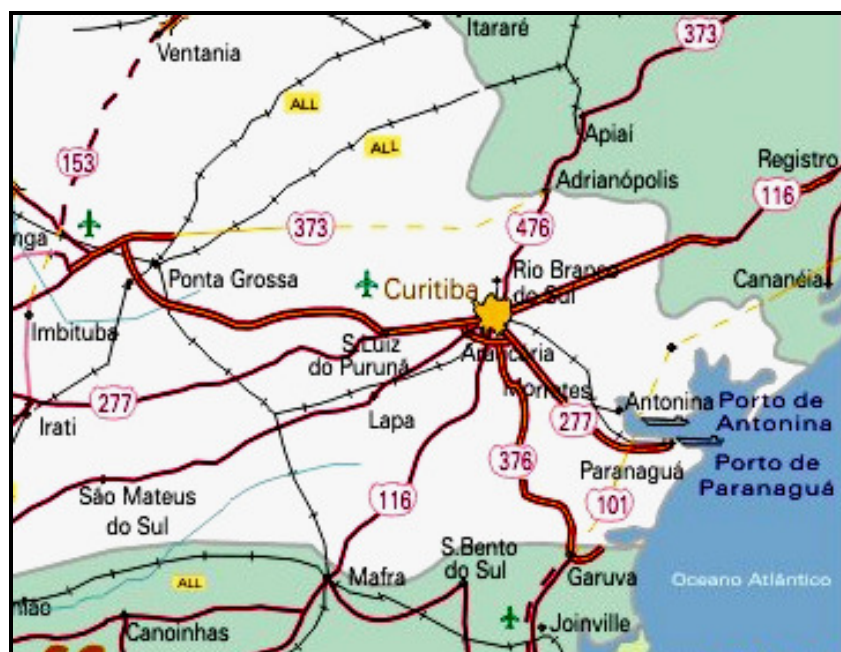


Figura 19 - Acessos terrestres a Paranaguá (Ministério dos Transportes – 2007).

A BR-277, com pista dupla, é a principal artéria rodoviária que, de Curitiba, dá acesso ao litoral (a alternativa da estrada da Graciosa em conexão com a BR-116 não é apta a veículos de carga). A partir da Conexão, em Curitiba, podem ser acessadas as seguintes rodovias:

- BR-376, que permite ligação para o norte e noroeste do Paraná e sul e sudoeste dos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul;
- BR 101, principal via de acesso do Estado de Santa Catarina ao Paraná através da interligação com a BR-376, que liga Curitiba a Joinville e Florianópolis e ao Vale do Itajaí;
- BR-116, que permite acessar São Paulo e Porto Alegre e, conseqüentemente, o norte e sul do país.

O mapa a seguir ilustra a malha viária da cidade de Paranaguá com acesso ao TCP:

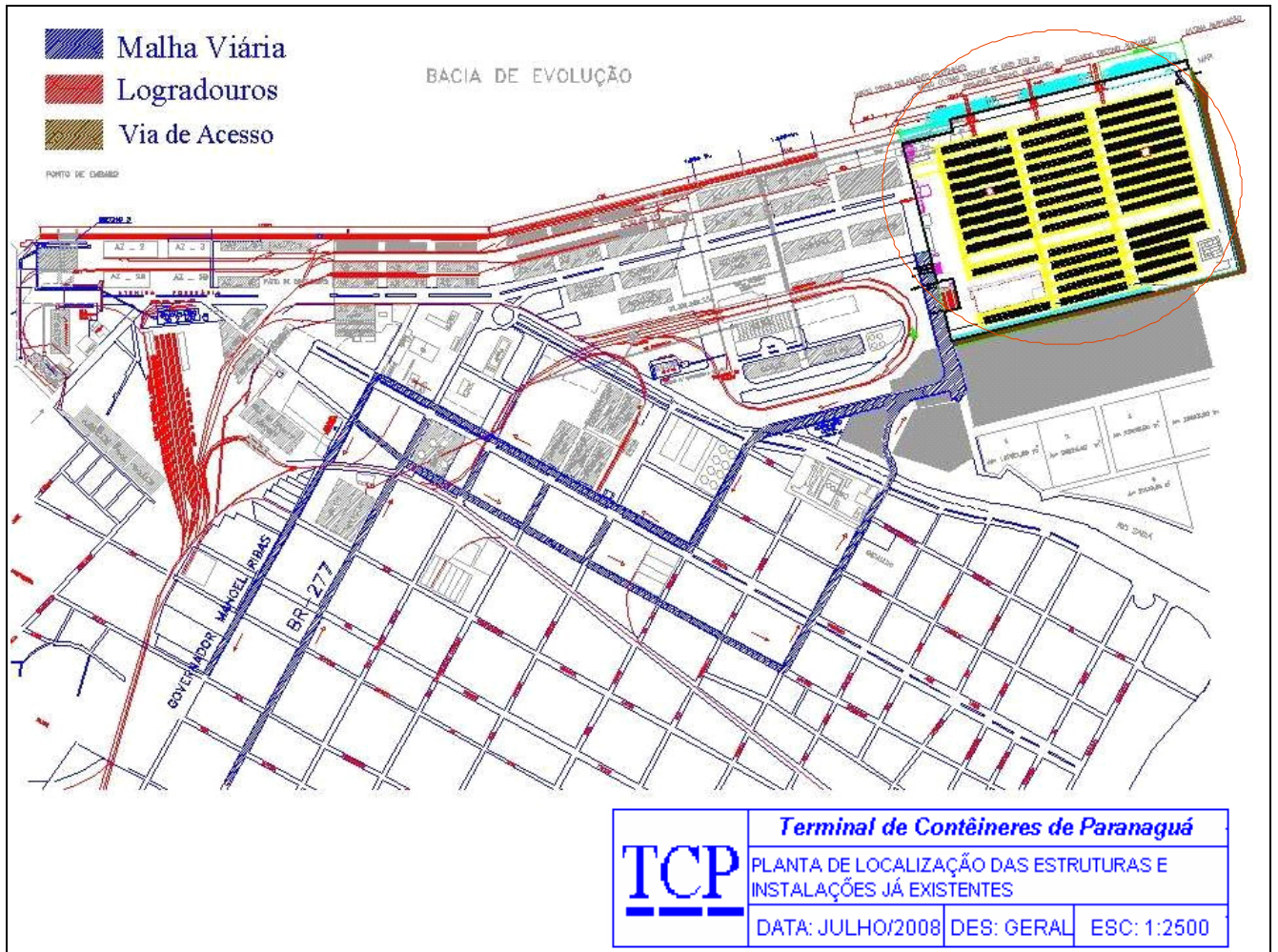


Figura 20 - Planta da localização do TCP e acessos.

Principais núcleos urbanos

Os principais núcleos urbanos da área de Influência direta podem ser observados na figura a seguir:

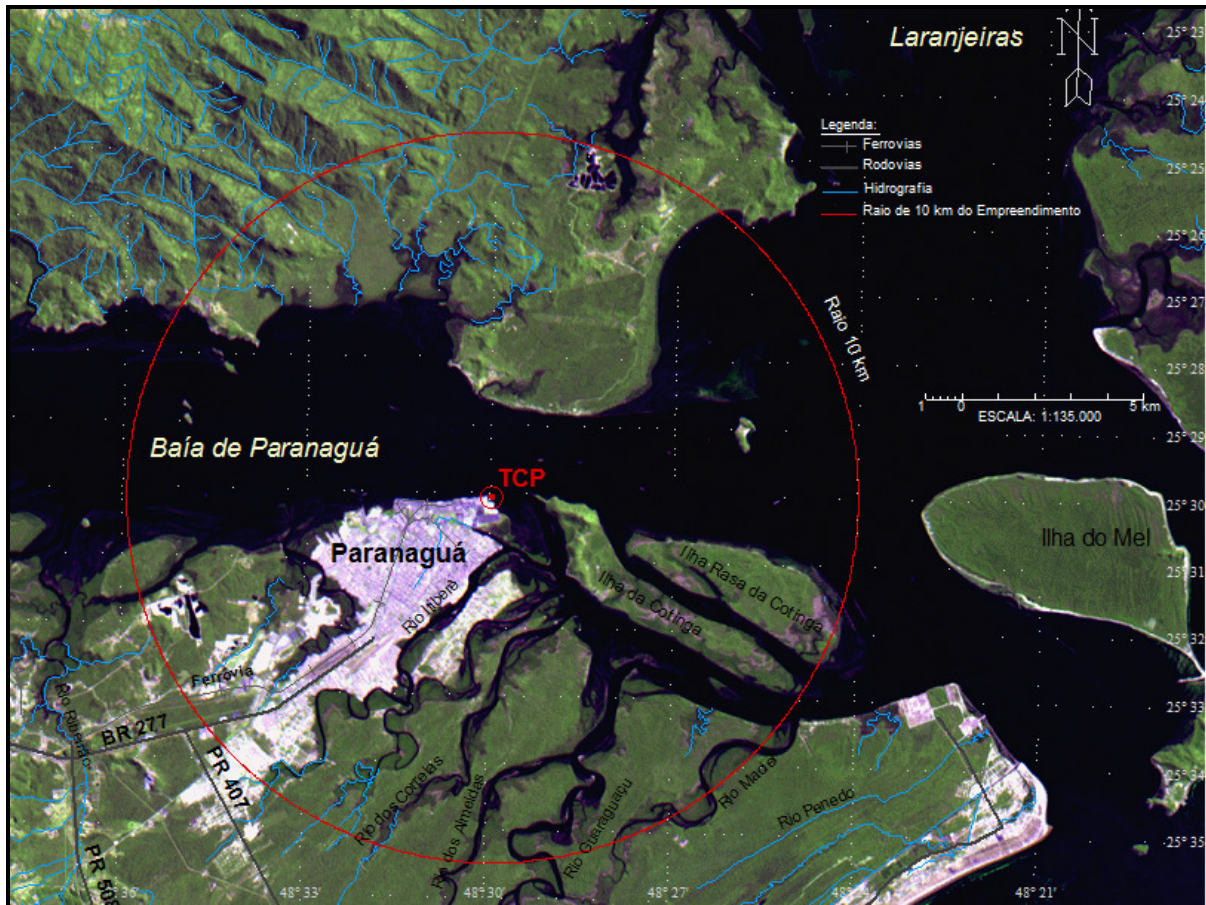


Figura 21 – Ilustração dos principais núcleos urbanos na área de influência direta do empreendimento

Áreas pesqueiras

Segundo levantamento realizado no litoral paranaense por Andriguetto Filho (1999), existem 18 principais comunidades ou vilas pesqueiras sediadas na baía de Paranaguá (Municípios de Paranaguá e Pontal do Paraná) (figura 22): Amparo, Costeirinha, Encantadas, Eufrazina, Ilha do Teixeira, Maciel, Medeiros de Cima, Europinha (Nácar), Piassagüera, Ponta do Poço, Ponta do Uvá (Ponta do Pasto ou Prainha do Pasto), Rio dos Almeida, Rio dos Correias, Rio Jabaquara, Vila São Miguel (Imbogaçu ou Embogaçu), Valadares, Vila Guarani (Beira Rio ou Jardim Iguçu) e Pontal do Sul. Segundo o mesmo autor, outras comunidades da baía de Paranaguá, como Brasília, Ilha das Cobras, Ilha do Gererê e Ilha da Cotinga, estavam extintas ou possuíam menos de cinco residências de pescadores.

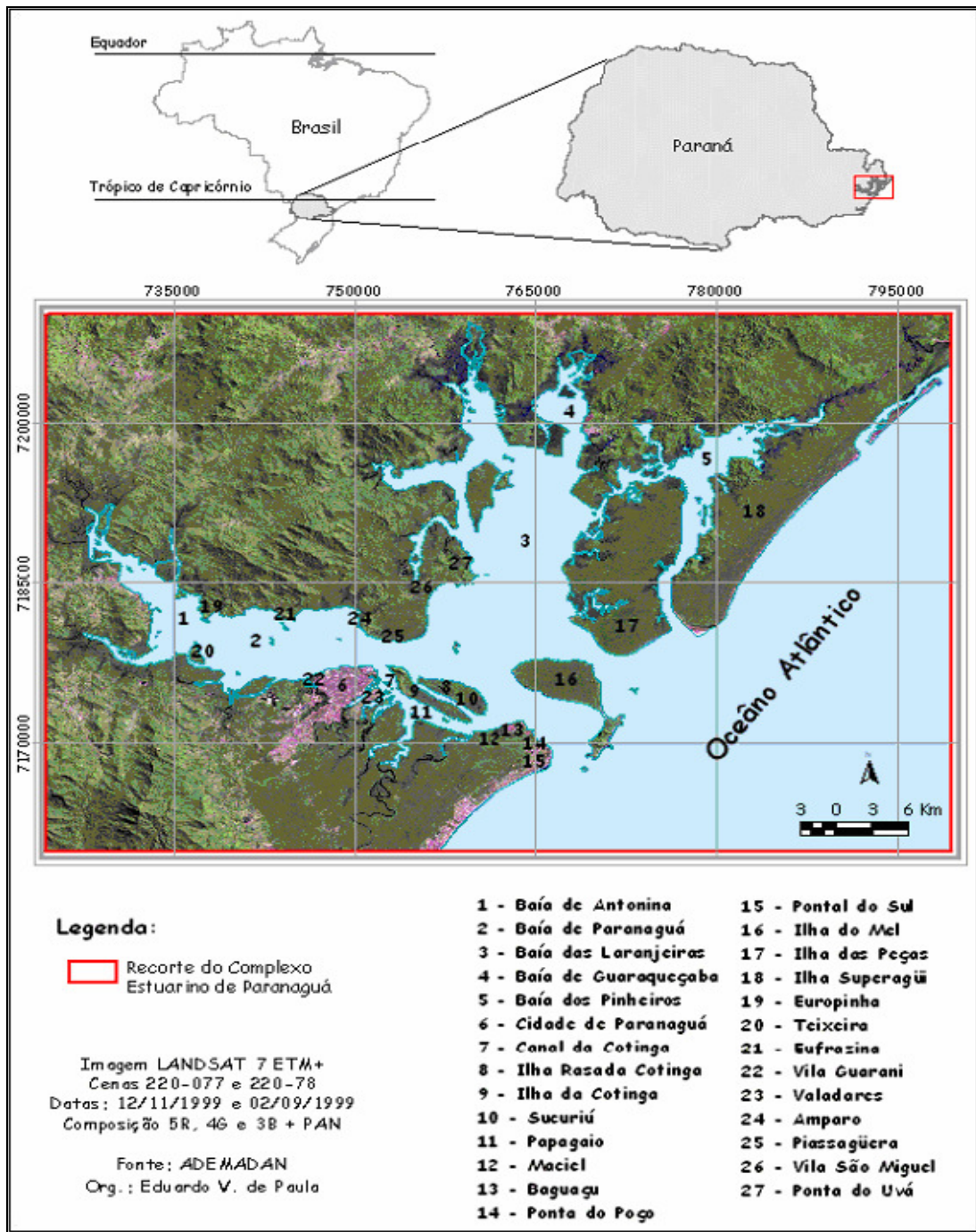


Figura 22 – Ilustração da localização do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) com a relação as principais toponímias.

O recenseamento identificou a existência de cem embarcações a remo/canoa e 309 motorizadas/bote/barco.

De um modo geral, as pescarias no litoral paranaense ocorrem no interior da baía (65,6%).

Entre as comunidades pesqueiras do litoral paranaense, predominam as atividades de pesca artesanal, a aqüicultura, o turismo ambiental, o artesanato e a agricultura de subsistência.

Principais corpos e cursos hídricos

Dentre os diversos ambientes costeiros, os estuários têm significativa importância para o desenvolvimento de atividades portuárias. Considerando-se as diversas reentrâncias costeiras do litoral brasileiro, o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) desponta como uma importante área para este fim. O Complexo Estuarino de Paranaguá corresponde a cerca de 70% da área da bacia hidrográfica litorânea do Estado do Paraná, sendo composto por diversas baías com denominações locais que dependem de sua orientação geográfica. No eixo N-S, são identificadas as baías de Guaraqueçaba, Pinheiros e das Laranjeiras, bem como as enseadas do Itaqui e do Benito. As baías de Antonina e Paranaguá descrevem uma orientação no eixo E-W, as quais abrigam atividades portuárias.

As bacias hidrográficas que drenam para as Baías de Antonina e Paranaguá são os locais do Complexo Estuarino de Paranaguá cuja dinâmica das águas e do material sólido em suspensão pode ter alguma relação com o local do empreendimento.

De forma geral, pode-se considerar as Baías de Paranaguá e Antonina como compostas de quatro bacias hidrográficas: Laranjeiras, Antonina, Nhundiaquara e Paranaguá. Estas bacias foram sub-divididas por rios principais que deságuam diretamente no corpo do estuário e por áreas incrementais continentais adjacentes ao contorno do corpo hídrico do estuário e que são constituídas por pequenos cursos d'água.

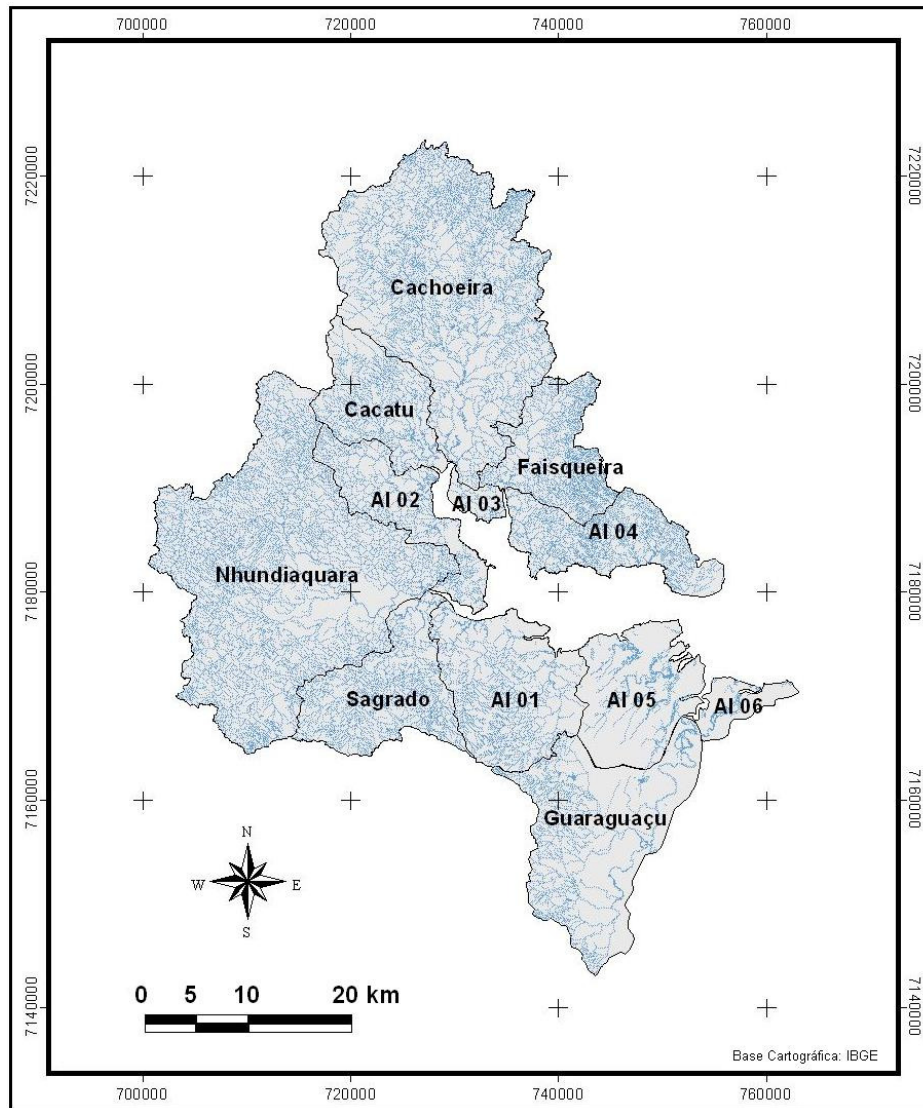


Figura 23 – Bacias hidrográficas analisadas.

As bacias hidrográficas analisadas somam uma área de drenagem de 2080 km², que corresponde a cerca de 37% da área da bacia litorânea do Paraná, e 54% do Complexo Estuarino de Paranaguá. As sub-bacias dos rios principais são: Guaraguacu, Sagrado, Nhundiaquara, Cacatu, Cachoeira e Faisqueira.

Unidades de conservação e áreas protegidas

Dentre as inúmeras Unidades de Conservação já instaladas no litoral paranaense verificou-se que 15 evidenciam relação com o empreendimento, por estarem situadas na área de AII. Dessas unidades, apenas a APA Federal de Guaraqueçaba e a Floresta Estadual do Palmito têm parcela de suas delimitações internas à AID. Deve-se mencionar também que embora a Estação Ecológica do Guaraguaçu esteja externa à AID, parte de sua Zona de Amortecimento está inclusa na mesma. A localização e descrição das UC's encontra-se no item 6.2.6.

Principais fitofisionomias presentes

De acordo com o Mapa de Vegetação do Brasil (IBGE, 1992), a região do município de Paranaguá, objeto deste estudo, está inserida no domínio da Floresta Ombrófila Densa, conhecida como Floresta Atlântica.

A vegetação da área de influência direta do empreendimento apresenta grande parte da sua vegetação original descaracterizada, abrindo espaço para o processo de urbanização das ilhas existentes bem como ao longo do rio Itiberê. Dentre os principais tipos de vegetação encontradas estão: Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em estágio inicial de sucessão secundária, Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em estágio médio de sucessão secundária, Formação Pioneira com Influência Fluvio-marinho (manguezal) e áreas antrópicas.

Uso e Ocupação do Solo

O terreno onde será realizada a expansão do TCP está localizado, conforme se depreende do Mapa de Zoneamento Urbano de Paranaguá, na “**ZIP (Zona de Interesse Portuário)**”, que integra a Macrozona Urbana do Município de Paranaguá, nos termos do art. 22, IV, da Lei Complementar Municipal nº 62, de 27 de agosto de

2007, que institui o zoneamento de uso e ocupação do solo do Município de Paranaguá, e dá outras providências.

Nos termos do art. 39 da sobredita Lei Complementar nº 62/2007, a ZIP (Zona de Interesse Portuário) caracteriza-se pelo uso prioritário e preponderante de atividades portuárias e correlatas, com potencial de impacto ambiental e urbano significativos.

O art. 40 do mesmo diploma legal, por sua vez, estabelece que são objetivos da ZIP (Zona de Interesse Portuário) dar condições de desenvolvimento e incrementar as atividades portuárias, concentrar atividades incômodas ao uso residencial e concentrar atividades de risco ambiental de forma controlada. O uso e a ocupação da ZIP deverá respeitar a legislação ambiental federal e estadual pertinente. Além disto, na ZIP poderá ser aplicado o instrumento da utilização compulsória, IPTU progressivo no tempo e desapropriação com pagamento em títulos da dívida pública, nos termos da lei específica.

Conforme consta do Anexo I da Lei Complementar nº 62/2007, que institui as Tabelas de Parâmetros de Uso e Ocupação do Solo, especificamente no que se refere à ZIP (Zona de Interesse Portuário), na qual está inserido o imóvel onde se pretende instalar o empreendimento, os usos e ocupações permitidos são os apresentados na tabela a seguir.

Tabela 9 – Parâmetro de Zoneamento

ZIP (Zona de Interesse Portuário)									
Usos	Porte	Ocupação							
		Coefficiente Aproveitamento	Taxa Ocupação Máxima (%)	Altura Máxima (pav.)	Recuo Mínimo Alinham. Predial (m)	Taxa Permeabilidade e Mínima (%)	Afastamento Divisas (m)	Lote Mínimo (testada/ área)	
Permitidos	Indústrias 1, 2 e 3, Comércio e Serviço Geral, Comércio e Serviço Específico, Comércio e Serviço Setorial	(3)	1	50	–	10 (2)	20%	5	20/600 (4)
Permissíveis	Industria Caseira (1), Comércio e Serviço Vicinal, Comércio e Serviço de Bairro	médio, médio-grande e grande							

Observações:

(1) Somente em edificações residenciais já existentes.

(2) Em terrenos com testada para vias estruturais, recuo mínimo de alinhamento predial de 15m (quinze metros).

(3) Definido através de avaliação do Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano.

(4) Lote Mínimo referente a novos parcelamentos, desmembramentos e remembramentos. Para lotes ou terrenos já existentes, até a data da publicação desta lei, com área inferior à mínima definida, aplicar os demais parâmetros da tabela acima, desde que aprovado pelo Conselho Municipal de desenvolvimento Urbano.

Assim, procedendo-se ao enquadramento das características do empreendimento às normas municipais acima referidas sobre uso e ocupação do solo, conclui-se que não há óbice à sua implantação na localização pretendida (ZIP) conforme as especificações técnicas de projeto.

3.5 ÓRGÃO FINANCIADOR E VALOR DA ATIVIDADE

O órgão financiador do projeto será o BNDES e o custo para construção do empreendimento está estimado em R\$60.000.000,00 (sessenta milhões de reais).

É importante ressaltar que o empreendimento em questão possui aprovação para a devida realização de investimentos na área do porto da ANTAQ – Agência Nacional dos Transportes Aquaviários, através da resolução nº 1342 de 02/06/2009, e da APPA – Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina, através da Ordem de Serviço nº 89/09 (ambos os documentos encontram-se no Anexo 15).

3.6 EFLUENTES LÍQUIDOS

Durante a fase de implantação, será realizado programa específico com o objetivo de prevenção, controle e monitoramento dos possíveis efluentes líquidos a serem gerados na fase das obras de ampliação do cais leste, de forma a evitar que estes sejam depositados indevidamente.

As principais fontes de geração de efluentes na fase de implantação serão:

- Efluentes contendo óleo e graxas, derivado das atividades de manutenção dos caminhões e equipamentos estacionários ou móveis, que serão utilizados na obra; vazamentos proveniente da lavagem de caminhões e equipamentos levando em consideração que esta lavagem ocorrerá em área reservada para este fim, contendo bacia separadora de água/óleo compatível com o volume gerado e monitorada quanto ao lançamento;

- Esgotos sanitários: serão implantados sistemas de tratamento tipo fossa séptica para atendimento aos sanitários do canteiro de obras. Para as frentes de obra, serão instalados banheiros químicos adequados e dimensionados adequadamente, administrado por empresa terceirizada especializada e licenciada para este fim e monitorado pela empreiteira da obra.

Durante a fase de operação as principais fontes de geração serão:

- Lavagem dos equipamentos utilizados nas operações;
- Lavagem de contêineres;
- Esgotos sanitários;
- Possíveis vazamentos de produtos líquidos armazenados em contêineres.

Os procedimentos para o correto gerenciamento dos efluentes nessa fase, conforme procedimentos já existentes e praticados pela empresa serão:

- O setor de manutenção do TCP executará a lavagem dos equipamentos. Essa lavagem obedecerá a critérios de utilização de produtos químicos ambientalmente corretos e solúveis em água;
- Após a definição da lavagem de determinado equipamento, este deverá ser posicionado de forma correta, de modo que todo o material líquido resultante possa escoar para a bacia de decantação da área de lavagem. Estão abrangidos nesta categoria os seguintes equipamentos: Cavalos Mecânicos e empilhadeiras.

Atualmente, já são realizados monitoramentos semestrais, através da coleta de amostras para as análises físico-químicas dos respectivos efluentes, e mantidos todos os registros destes monitoramentos, prática a que se pretende dar continuidade também no que se refere à ampliação objeto deste estudo.

A área de lavagem de equipamentos poderá ser utilizada pela empresa que efetua reparos em contêineres para a assepsia desses equipamentos. Essa atividade é controlada pelo Departamento de Operações da empresa e realizada pela empresa terceirizada obedecendo aos critérios para a realização da atividade, o que também continuará a ser realizado no que se refere à ampliação.

Identificação da área de armazenamento intermediário, estações de transbordo, unidade de processamento e descrição das condições de operacionalidade dos resíduos líquidos

a) Área para contenção de cargas químicas perigosas no pátio – Zona IMO: o local denominado de área IMO é constituído por um piso impermeabilizado de 98 m² delimitado por canaletas para coleta de produto derramado e caixa de contenção de 68.000 litros. As técnicas construtivas e materiais utilizados nesta área garantem a estanqueidade e impermeabilidade necessárias;

b) Área para contenção de cargas químicas perigosas no armazém: este local no armazém é destinado para o escoamento de possíveis vazamentos de produtos químicos. Ele é separado em duas áreas específicas para produtos ácidos e básicos. Atua por gravidade e o produto é contido em recipiente de 1,5 mil litros;

c) Área para armazenagem de óleos usados (exautos): o óleo gerado na manutenção das máquinas e equipamentos é acondicionado em tambores e armazenado em local impermeabilizado, coberto e com contenção para vazamento. O transporte e tratamento deste resíduo é atualmente realizado por empresa terceirizada com a devida licença e registros da operação.

Quantitativo da geração de efluentes líquidos

2007 – 66 toneladas

2008 – 75 toneladas

2009 – 118 toneladas

3.7 RESÍDUOS SÓLIDOS

Durante a fase de implantação, serão adotados os procedimentos adequados nas questões relativas ao gerenciamento de resíduos sólidos gerados na ampliação objeto do presente estudo.

Os procedimentos a serem seguidos são compatíveis com os estabelecidos pelo Terminal no seu plano de gerenciamento de resíduos sólidos e deverão ser seguidos desde o início da obra até sua conclusão e desmobilização. As ações específicas visam reduzir a geração de resíduos e determinar o seu manejo e disposição correta, de forma a minimizar os seus impactos ambientais. Sucintamente, as fases do gerenciamento dos resíduos sólidos gerados serão as seguintes:

- 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.

Para cada uma das fases referidas acima, o Sistema de Gestão Ambiental - SGA da empresa, através dos procedimentos inseridos em seu Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS, efetuará o monitoramento da empreiteira responsável pela obra, através da aplicação das rotinas estabelecidas, treinamento, utilização de serviços de terceiros, tais como o transporte e destinação final de resíduos, bem como mediante acondicionamento e armazenamento temporário de resíduos específicos.

Durante a fase de operação, o PGRS seguirá o Termo de Referência indicado na Resolução ANVISA RDC nº 342, de 13 de dezembro de 2002, que instituiu e aprovou a sua elaboração, que é aplicável a instalações portuárias, Aeronáuticas e Terminais Alfandegados de Uso Público.

Identificação da área de armazenamento intermediário, estações de transbordo, unidade de processamento e descrição das condições de operacionalidade dos resíduos sólidos

a) Central de resíduos para papel, papelão e plásticos: a área de armazenamento situa-se em um contêiner de 40”. A prática da coleta seletiva é aplicada com a distribuição de coletores coloridos distribuídos pela empresa e os funcionários recebem 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 “bacias” 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;

b) Central de resíduos para material contaminado: a área de armazenamento situa-se em um contêiner de 40”. Foi concebida para 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 é responsável pela coleta e destinação final ambientalmente adequada;

c) Área para armazenagem de pallets de madeira inservíveis: espaço destinado para armazenamento provisório de pallets de madeira inservíveis no processo logístico do TCP. Depois de completado o seu espaço de armazenamento, empresas terceiras retiram estes resíduos de madeira para reuso em processos produtivos de suas organizações, tais como combustível, material de construção, artesanato etc.

d) Pneus inservíveis:

- São substituídos da maneira habitual determinada pelas rotinas pertinentes do setor de manutenção da empresa;
- Os pneus substituídos são entregues no setor de almoxarifado da empresa para serem armazenados provisoriamente até o seu despacho definitivo para o local de destinação final por empresa devidamente licenciada. Serão armazenados em local seco e coberto, livre das ações

de chuvas de forma a evitar o depósito de água e a proliferação de doenças.

e) Descarte de lâmpadas

- As lâmpadas inservíveis serão substituídas pela equipe de manutenção conforme rotinas pré-estabelecidas de detecção de substituição e preparação/execução da atividade operacional. Após serem substituídas serão entregues ao almoxarifado e armazenadas em local apropriado até o momento do transporte para descontaminação por empresa terceirizada devidamente licenciada.

f) Descarte de filtros de óleo

- Os filtros de óleo após a sua vida útil, quer seja pela deterioração ou por outro motivo, deverão ser substituídos da maneira habitual determinada pelas rotinas pertinentes do setor de manutenção da empresa;
- Os filtros de óleo substituídos serão entregues ao setor de almoxarifado da empresa para serem armazenados provisoriamente até o seu despacho definitivo para o local de destinação final e reciclagem por empresa devidamente licenciada.

g) Descarte de Toalhas / Panos / Serragem Contaminada

- As toalhas/panos usados na operação/manutenção após a sua utilização devem ser depositados em um dos recipientes apropriados que estão distribuídos pelo Terminal ou ainda no final de sua jornada de trabalho no setor de manutenção quando for entregar as chaves do equipamento.
- Os panos contaminados são acondicionados em tambores fechados e armazenados dentro da oficina, até o seu despacho definitivo para o local de destinação final e reciclagem por empresa terceirizada devidamente licenciada.

h) Resíduos de varredura / lavagem do armazém

- Os resíduos sólidos resultantes do processo de varredura são depositados em caçamba estacionária para que possam ser transportados e descartados em local apropriado.

i) Descarte de cartuchos de impressão

- Todos os cartuchos de impressão vazios são entregues no setor de secretaria da empresa que os manterá guardados no recipiente de coleta seletiva específico até a data de compra e entrega de novos cartuchos e/ou recarregados, desta forma disponibilizando-os à empresa que os recicla e comercializa.

j) Descarte de pilhas e baterias

- Todas as pilhas e baterias classificadas como “Resíduo” deverão ser remetidas ao almoxarifado que providenciará o seu estoque e guarda em tambores identificados para tal. Sempre que exequível, o Almoxarifado, promoverá a troca de pilhas / baterias novas pelas velhas, possibilitando desta forma o total controle sobre as mesmas, garantindo assim que todo o resíduo seja estocado para posterior envio a empresa que promoverá a sua reciclagem.

4 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS

4.1 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

Na discussão de alternativas locacionais, foi analisada a hipótese de execução da ampliação objeto do presente estudo em locais distintos daquele que foi efetivamente escolhido.

Na análise do lado oeste do porto, observou-se a existência de 02 (duas) propostas construtivas (figura 24) já em análise para licenciamento ambiental junto ao Instituto Ambiental do Paraná – IAP. As propostas configuram um pescante da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina – APPA e um píer ao lado do terminal da Petrobrás. Sendo assim, esta hipótese do lado oeste foi descartada, especialmente em função dos conflitos programáticos entre planos e programas governamentais, bem como da projeção de outras estruturas já em análise para essa localidade.

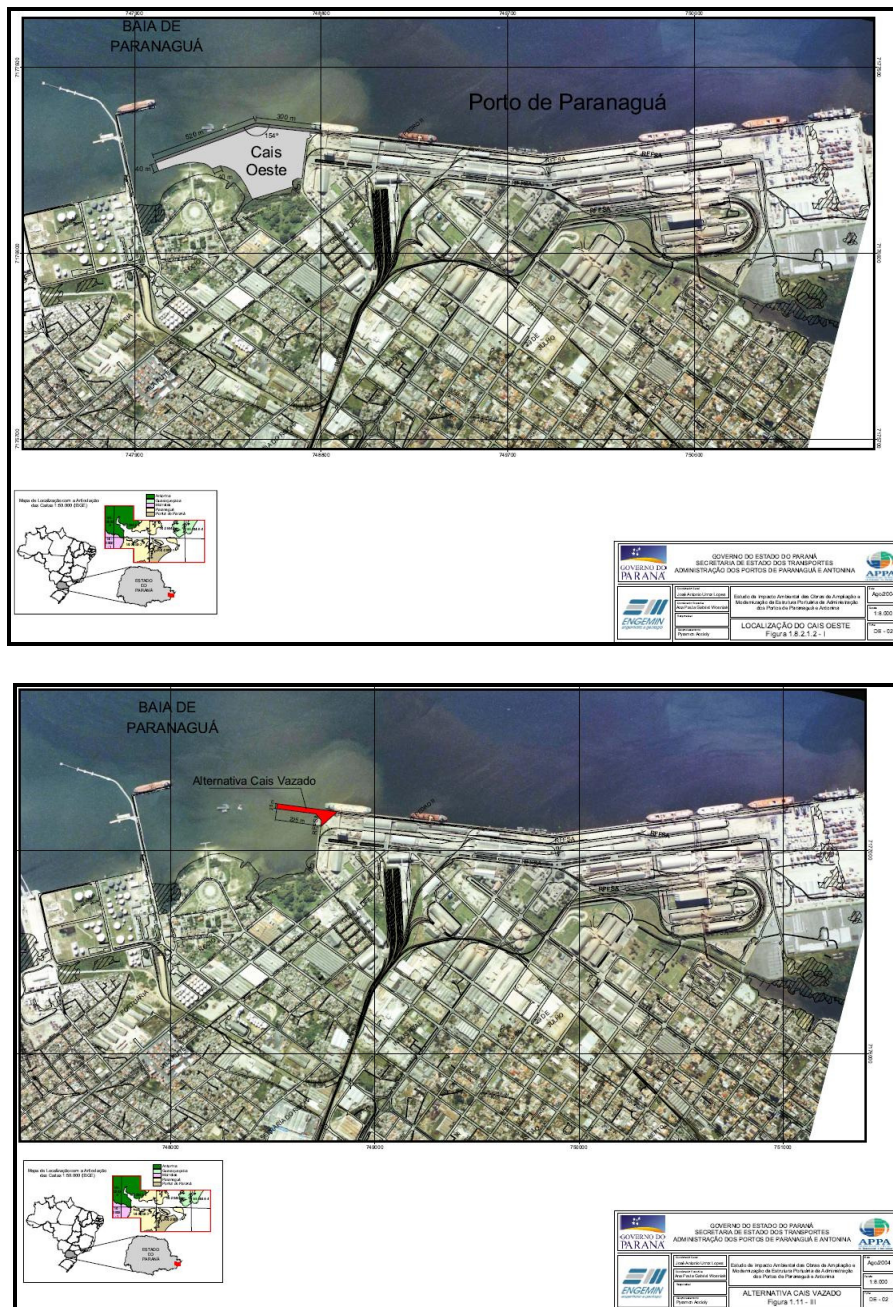


Figura 24 – Propostas construtivas lado oeste.

Sendo assim, restou tão somente a alternativa locacional do lado leste do Porto, ao lado do próprio terminal do TCP, dentro da lógica já anteriormente analisada no início do ano 2000 junto ao IAP, quando do licenciamento ambiental do terminal atual, para onde estava prevista, já à época, a expansão leste do referido terminal, na forma de cais aterrado, embora não mais seja essa a modalidade construtiva pretendida.

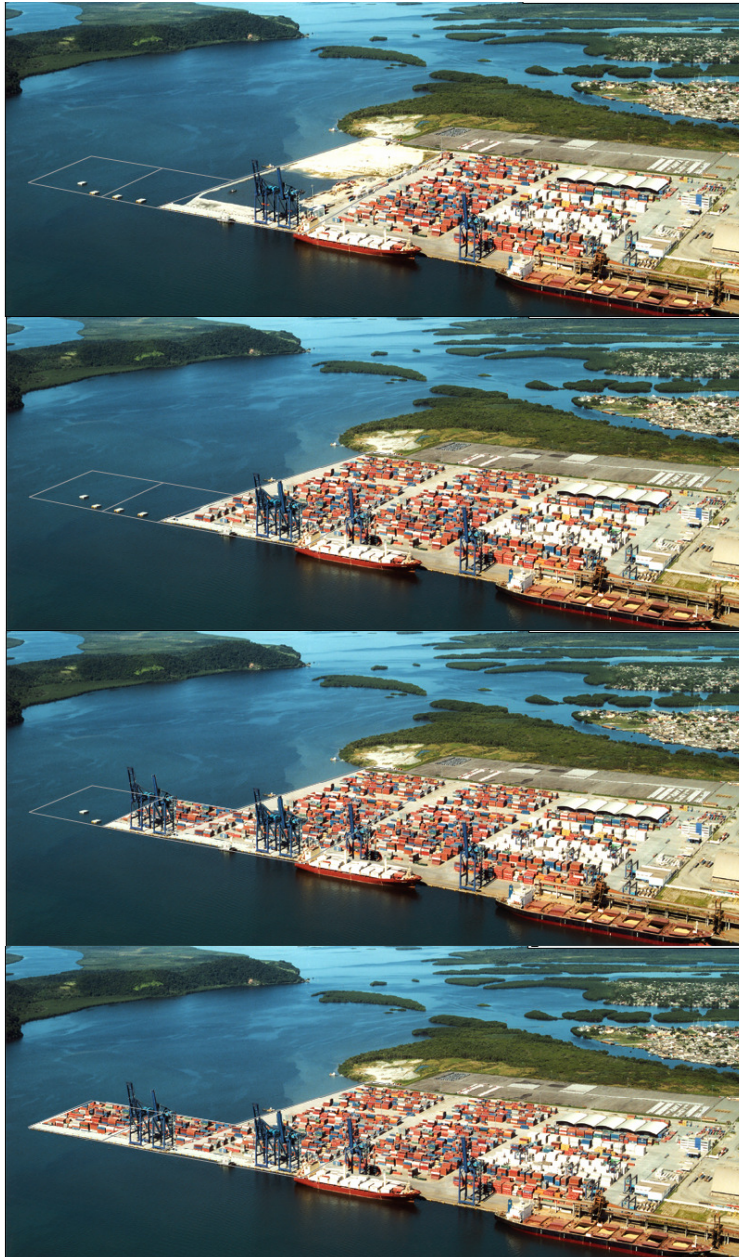


Figura 25 – Fases de expansão do cais do TCP, previstas quando do início do licenciamento ambiental junto ao IAP em 2000.

Portanto, além destas alternativas, que foram descartadas, foi analisada uma terceira alternativa, a de execução de *dolphins* similares aos já existentes e construção de um novo cais na área atualmente ocupada pelos *dolphins*.

Assim, devido à óbvia configuração de menor impacto ambiental, bem como ao atendimento das necessidades do terminal, a presente alternativa locacional (a leste

do cais já existente) foi a alternativa escolhida e intensamente estudada neste Estudo Prévio de Impacto Ambiental, a qual é apresentada na proposta de configuração de acordo com o demonstrado na figura a seguir.

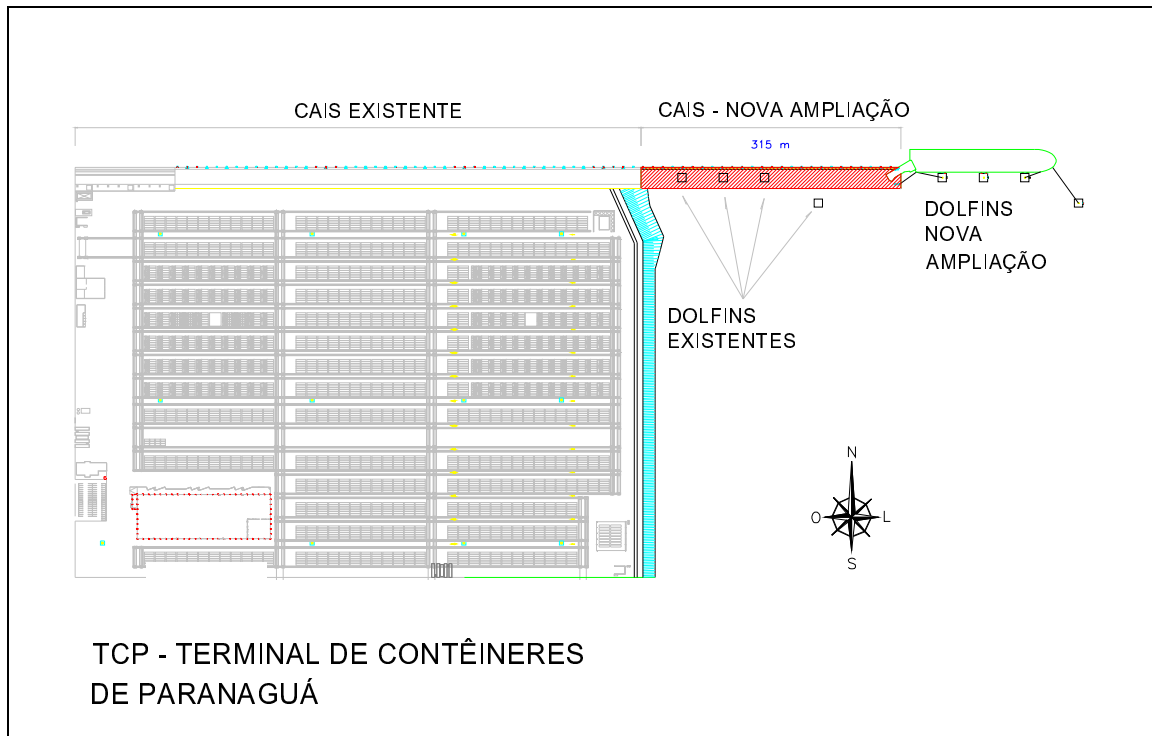


Figura 26 – Localização da alternativa atual de expansão do cais
(mapa em escala adequada encontra-se no anexo deste documento)

4.2 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

De acordo com os levantamentos geotécnicos efetuados, o fundo marinho do Porto de Paranaguá é constituído de extratos de sedimentos. Assim, para a ampliação em questão foram descartadas as estruturas de gravidade, utilizando-se, então, estacas cravadas como alternativa viável e condizente com a mesma tecnologia utilizada para o prolongamento anterior.

Esta solução utiliza equipamentos de menor porte e materiais disponíveis no mercado nacional, tornando sua execução mais rápida, mais econômica e ambientalmente menos impactante. O dique de fechamento e arrimo, além de contribuir com a estrutura em relação aos esforços horizontais, elimina as estacas pranchas frontais e, conseqüentemente, as manutenções constantes por choques e aberturas provocados pelas operações, funcionando ainda como um quebra ondas e com potencial de se tornar um recife artificial, contribuindo, assim, para o alojamento de muitas espécies em seu âmbito.

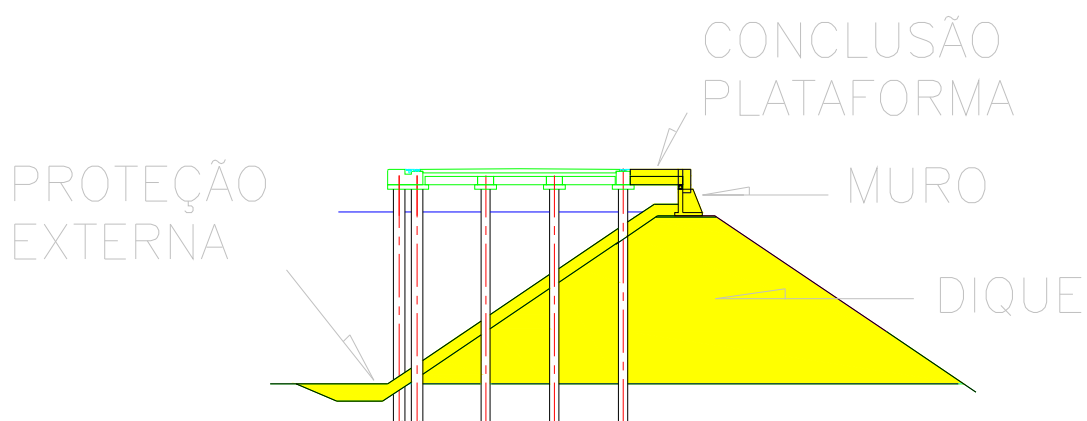


Figura 27 – Demosntração do tipo de estrutura utilizada para a construção do novo cais

5 ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

5.1 ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA)

Definição básica: área que sofre diretamente as intervenções de implantação e operação da atividade, considerando alterações físicas, biológicas, socioeconômicas e das particularidades da atividade.

Para a delimitação da Área Diretamente Afetada, foram considerados os locais diretos onde serão realizadas as obras, a saber: berço, dolphins e área de disposição dos sedimentos a serem dragados para a construção do berço, conforme descrito no item 3.3.2.1. Além disso, a efetivação da obra em si também gerará impacto sobre o local onde estarão situadas as edificações provisórias da empreiteira contratada e outras áreas necessárias para a sua realização. Há que considerar, no entanto, que o local do empreendimento já apresenta grau razoável de interferência.

5.1.1 Meio físico, biótico e sócio-econômico

A seguir apresenta-se a figura com a localização da Área Diretamente Afetada para os meios físico, biótico e antrópico.

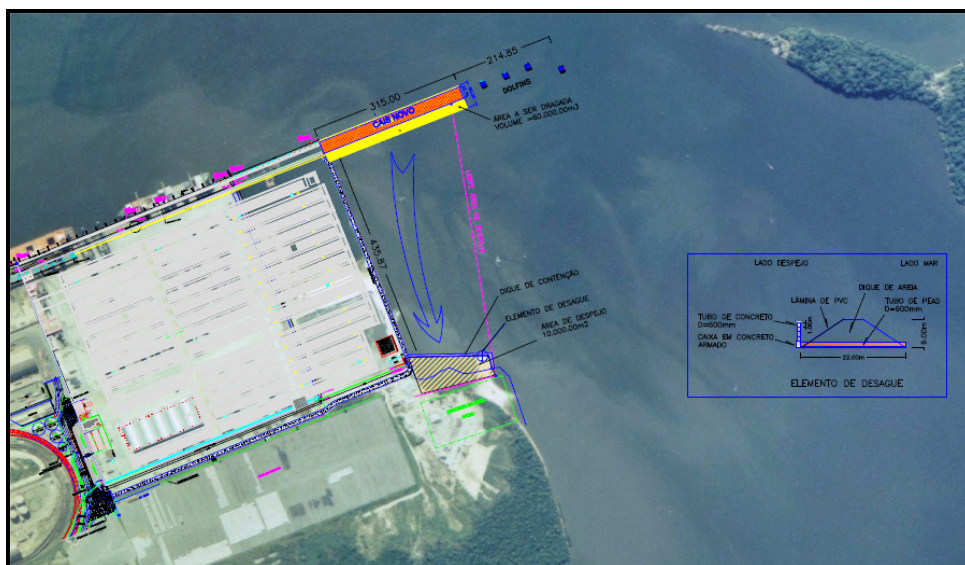


Figura 28 - Localização da Área Diretamente Afetada.

5.2 ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID)

Definição básica: área sujeita aos impactos diretos da implantação e operação do empreendimento, com delimitação em função das características sociais, econômicas, físicas e biológicas dos sistemas a serem estudados e das particularidades do empreendimento.

5.2.1 Meio físico e biótico

Para a delimitação da Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, foi considerada a Resolução CONAMA n° 13/90, que, em seu art. 2º, dispõe que, nas áreas circundantes às Unidades de Conservação, num raio de dez quilômetros, qualquer atividade que possa afetar a biota deverá ser obrigatoriamente licenciada pelo órgão ambiental competente.

Constatou-se que essa delimitação, raio de dez quilômetros, abrange as porções de manguezais que denotam significativa importância à cadeia trófica aquática instalada na região. Ao se observar a figura a seguir, percebe-se, ainda, que praticamente toda a área urbana do município de Paranaguá, cuja economia é dependente da atividade portuária, também está incluída na AID do empreendimento.

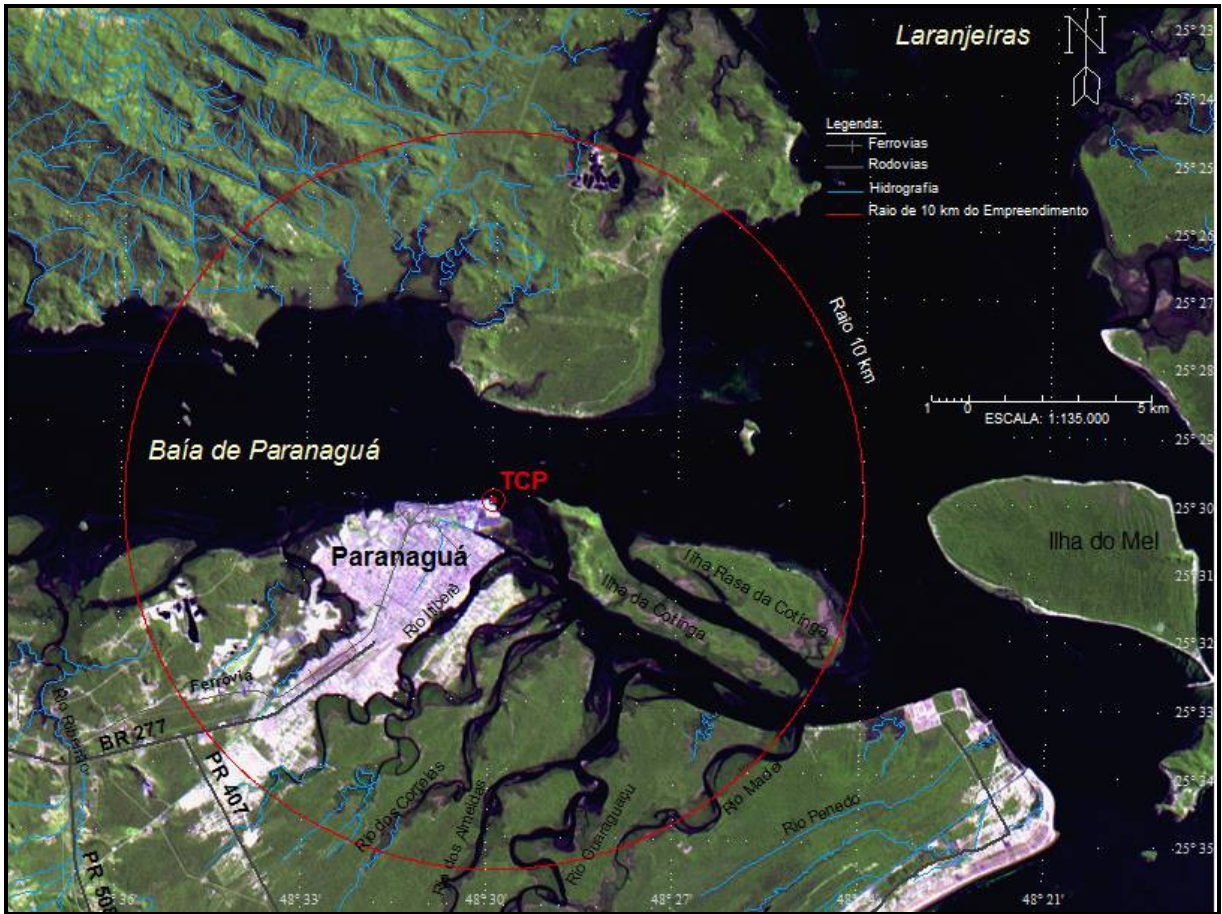


Figura 29 – Localização da área de influência direta do empreendimento para os meios físico e biótico (raio de 10km).

Para a biota aquática, a maior AID dentre todos os componentes foi definida para os cetáceos e quelônios e delimitada por um raio de 10 km ao redor do empreendimento (ponto central), que corresponde à área aquática entre a Ilha das Cobras e a Ilha dos Gerêres. A AID para todos os outros componentes da biota estão incluídas nesta área, porém, são menores devido às suas distintas características e estão definidas e indicadas na descrição da metodologia de cada um destes componentes. Para grande parte dos organismos, a AID foi considerada como a área a ser atingida diretamente pelas plumas de dispersão das dragagens a serem realizadas especificamente para a ampliação do cais, conforme modelagem apresentada no item 7.1., qual seja, a região norte do Canal da Cotinga e região sudeste do setor polihalino do CEP.

5.2.2 Meio socioeconômico

A área de influência direta corresponde àquela sujeita a receber impactos diretos da implantação e operação do empreendimento proposto. Compreende os impactos diretos em termos de geração de emprego e renda, fluxo de pessoas e veículos, movimentos populacionais, alteração dos padrões de vida, alteração na arrecadação municipal e por consequência no padrão de investimento público, estendendo-se, pois, a toda a área do município de Paranaguá. Compreende as interferências sobre o cotidiano das pessoas e o desenvolvimento das atividades econômicas.

Neste contexto, duas áreas no espaço geográfico do município podem ser definidas como de influência direta em função das variáveis sócio-econômicas consideradas. A primeira se refere ao entorno mais imediato do empreendimento, compreendido pelos bairros D. Pedro II (zona portuária), o bairro Costeira, onde está inserida a região conhecida como Ilha Perdida/Vila Gabriel de Lara, o bairro Oceania, na área urbana e no caso da pesca, a Ilha de Valadares e a Ilha da Cotinga, principalmente no que se refere aos pescadores artesanais.

Nessa área, referenciada neste estudo como “restringida”, ocorrerão impactos mais diretos e mais concentrados em termos de movimentação de veículos e pessoas e as suas consequências mais imediatas. No caso específico dos pescadores artesanais da Ilha de Valadares e Ilha da Cotinga, sua atividade econômica principal pode sofrer diretamente os impactos das modificações no Canal da Cotinga, por ser seu meio principal de deslocamento.

A delimitação em questão se deu, assim, em função dos impactos que poderão ocorrer devido à implantação e operação do empreendimento, gerando maior movimentação de cargas, maior movimentação de veículos e pessoas no entorno, alteração nas condições de navegabilidade e acessibilidade da população do entorno, principalmente no bairro da Costeira. Serão, conseqüentemente, consideradas áreas diretamente afetadas os bairros no entorno imediato do empreendimento em função da maior movimentação de veículos e pessoas; a área mais próxima onde poderá haver impacto sobre a pesca e o turismo; o bairro da

Costeira, onde poderão se fazer sentir os maiores impactos de alteração no comportamento do rio e seus ribeirinhos (Vila Gabriel de Lara).

O mapa abaixo ilustra a composição desta primeira AID mais restrita no que se refere aos bairros da sede municipal. A análise por bairro está relacionada à disponibilidade de algumas informações, cuja abertura mínima é o bairro.

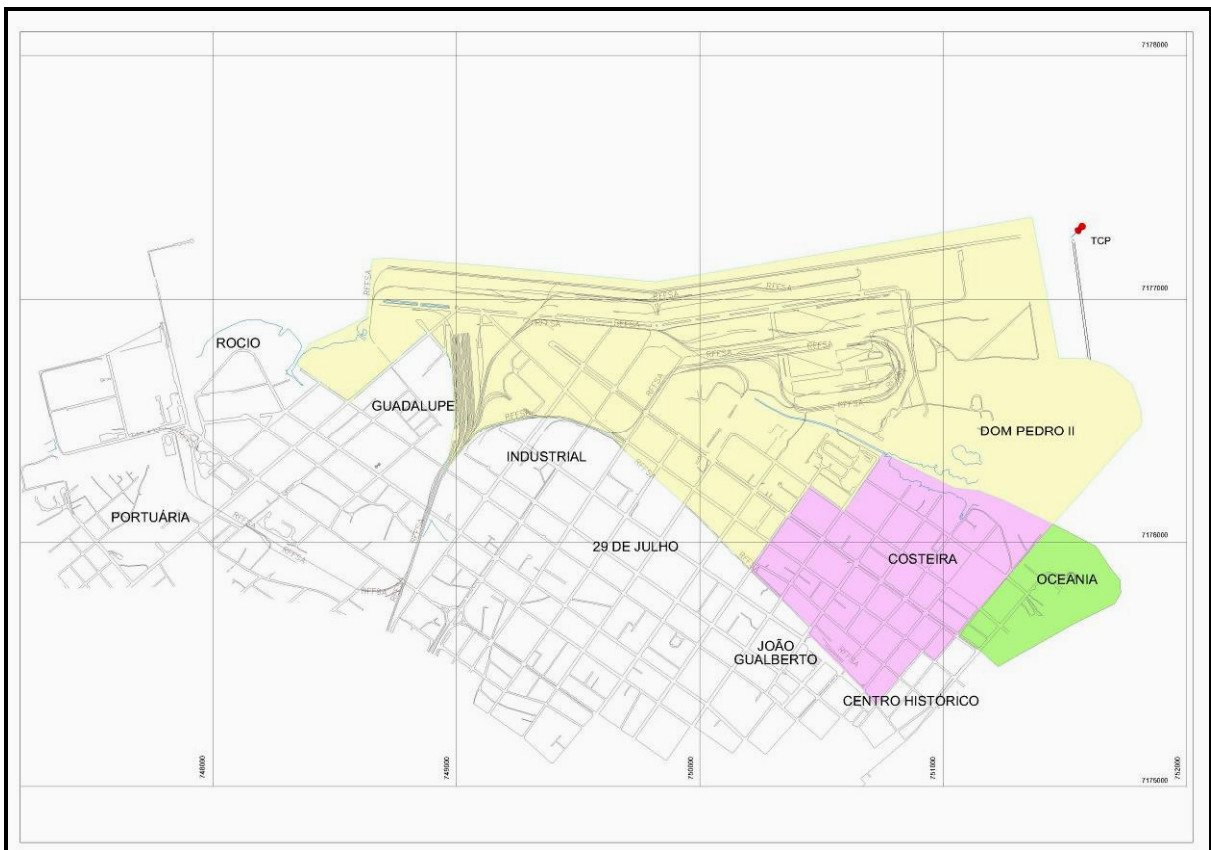


Figura 30 – Ilustração da Área de Influência Direta Restringida para o meio sócio-econômico

Fonte do mapa original: Prefeitura Municipal de Paranaguá

A área de influência direta que compreende os pescadores artesanais refere-se à Ilha da Cotinga, Ilha de Valadares e Ilha Perdida. O foco da análise será, nestes casos, a pesca artesanal.



Figura 31 – Ilustração da AID relativa a pesca artesanal

Fonte do mapa original: GOOGLE EARTH, 2009.

Uma segunda AID, referenciada neste estudo como “expandida”, será composta pelo município, principalmente em seu perímetro urbano. A implantação do empreendimento gerará impactos positivos e negativos sobre a dinâmica do município em seu conjunto, alterando variáveis importantes na relação sócio-econômica, tais como arrecadação, geração de emprego, fluxo de veículos e pessoas, movimentação de navios, entre outros, cujo espaço de interferência não pode ser definido precisamente *à priori* (figura 30).

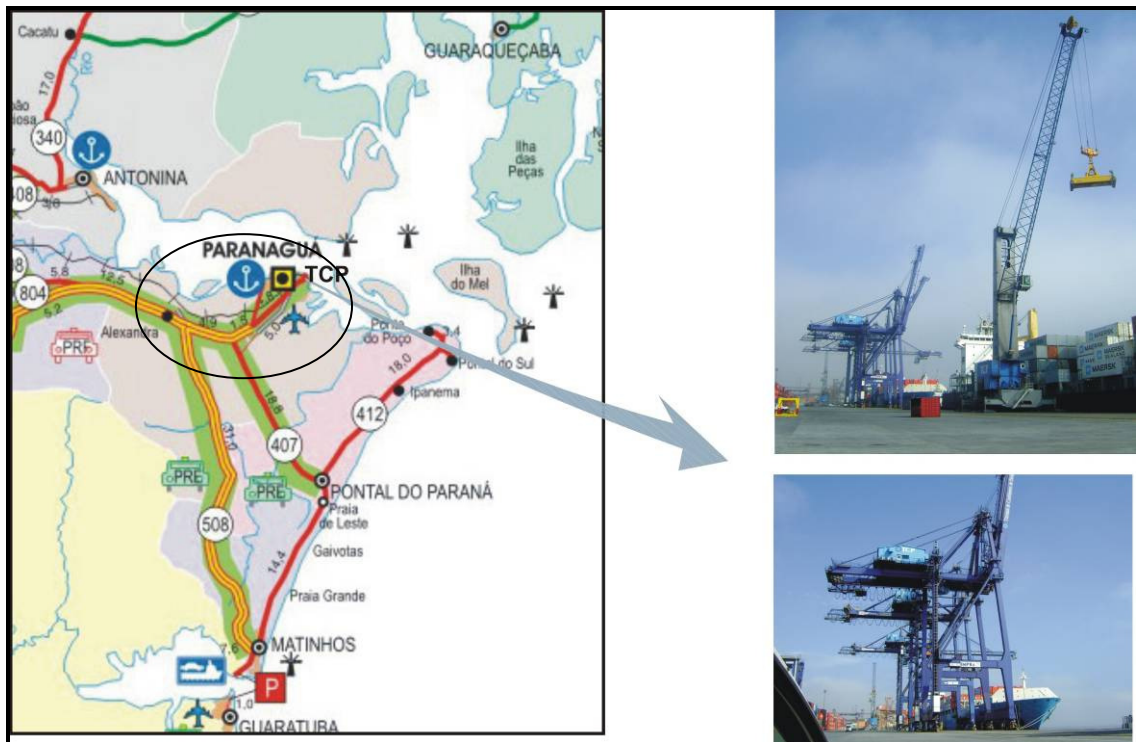


Figura 32 – Ilustração da Área de Influência Direta Expandida para o meio sócio-econômico

Fonte do mapa original: DER, 2006.

5.3 ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII)

Definição básica: é aquela real ou potencialmente sujeita aos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento, abrangendo ecossistemas e/ou sistemas socioeconômicos que podem ser impactados por alterações ocorridas na AID.

5.3.1 Meio físico

No que se refere à delimitação da Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento, a qual contempla 2.342 km² e denota perímetro de 310 km, optou-se por considerarem-se as bacias hidrográficas que drenam para a baía de Paranaguá.

Compreendendo bacia hidrográfica como sendo “uma área que drena água, sedimentos, e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial” (NETTO, 1998), foram delimitadas as seis maiores bacias internas à área de estudo. As bacias hidrográficas de menor dimensão foram agrupadas nas chamadas áreas incrementais, resultando num total de seis áreas. Deve-se ressaltar ainda que a Área Incremental 04 teve sua área expandida de forma a contemplar o trecho da AID externo à AII.

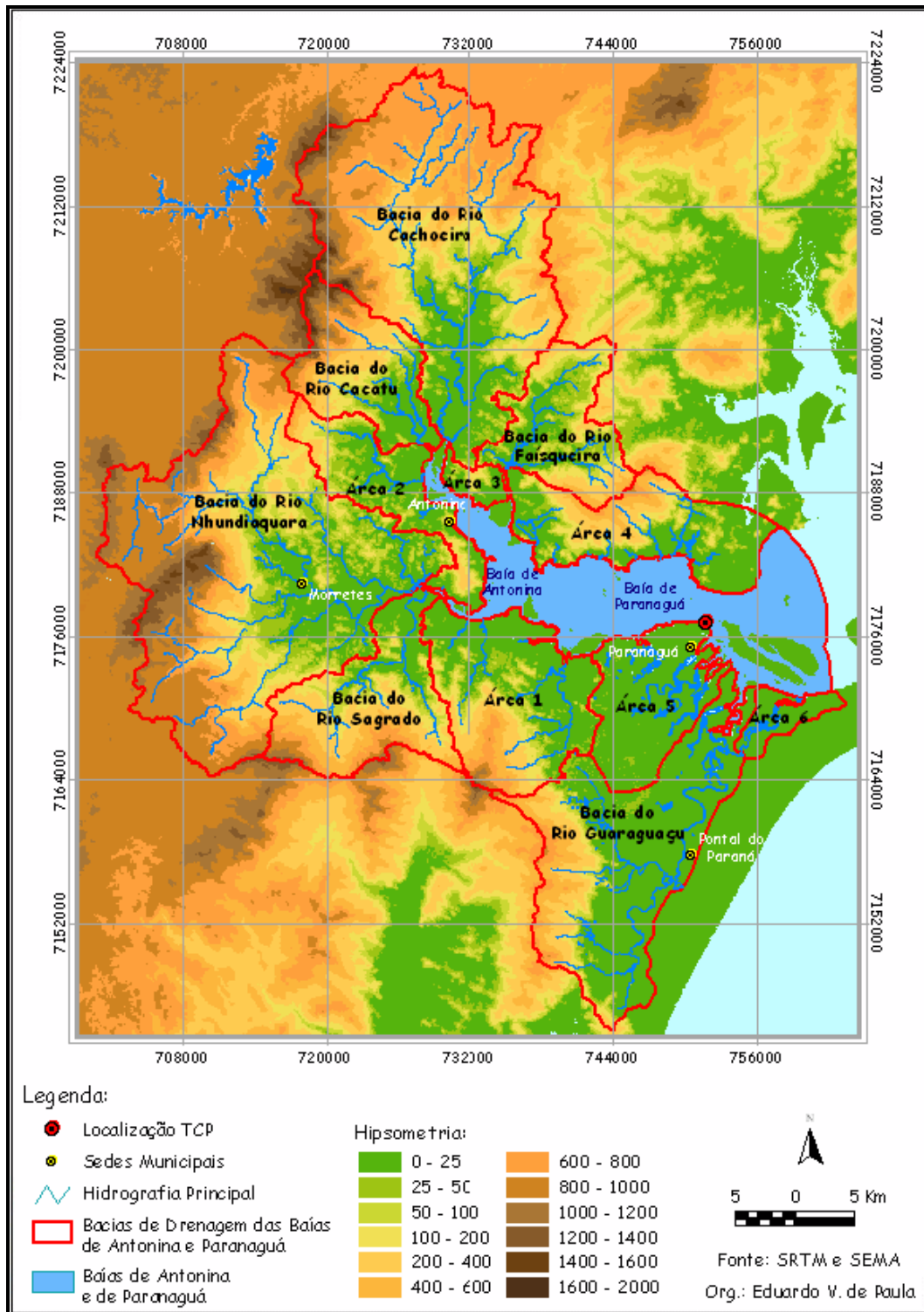


Figura 33 - Localização das bacias de drenagem da baía de Paranaguá (All).

Tabela 10 - Bacias de drenagem e áreas incrementais da baía de Paranaguá

Nome	Área em Km ²	Perímetro em Km
Bacia Hidrográfica do Rio Nhundiaquara	519,30	140,22
Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira	428,18	126,63
Bacia Hidrográfica do Rio Guaraguaçu	259,92	116,86
Bacia Hidrográfica do Rio Sagrado	137,70	71,80
Bacia Hidrográfica do Rio Cacatu	107,08	55,68
Bacia Hidrográfica do Rio Faisqueira	103,59	61,54
Área Incremental 01	165,32	69,77
Área Incremental 02	95,81	76,60
Área Incremental 03	15,57	21,36
Área Incremental 04	116,00	70,52
Área Incremental 05	106,25	62,43
Área Incremental 06	24,14	31,69
Ilhas	30,94	155,20
Baía (total)	194,24	344,87
Área de Drenagem (total)	2.305,06	474,68

O número de municípios abrangidos pela AII é de nove, sendo eles, segundo a dimensão espacial: Antonina, Paranaguá, Morretes, Pontal do Paraná, Matinhos, Piraquara, Guaraqueçaba e Campina Grande do Sul.

Tabela 11 - Municípios abrangidos pela Área de Influência Indireta

Município	Área Oficial	Área do Município inserida na AII	% do Município inserida na AII
Antonina	877,0	872,6	99,5
Morretes	687,8	600,0	87,2

Município	Área Oficial	Área do Município inserida na All	% do Município inserida na All
Paranaguá	806,8	609,5	75,5
Pontal do Paraná	202,3	105,7	52,3
Matinhos	116,6	59,1	50,7
Quatro Barras	181,3	22,4	12,3
Piraquara	225,3	17,7	7,8
Guaraqueçaba	2.318,0	12,9	0,6

Assim, para os itens oceanografia e hidrodinâmica, a All compreende a bacia hidrográfica da Baía de Paranaguá, Complexo Estuarino de Paranaguá mais o Canal da Galheta em toda sua extensão, incluída a área estuarina externa. Para os itens *recursos hídricos e qualidade da água* foram considerados todos os afluentes e corpo hídrico do eixo L – O do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP).

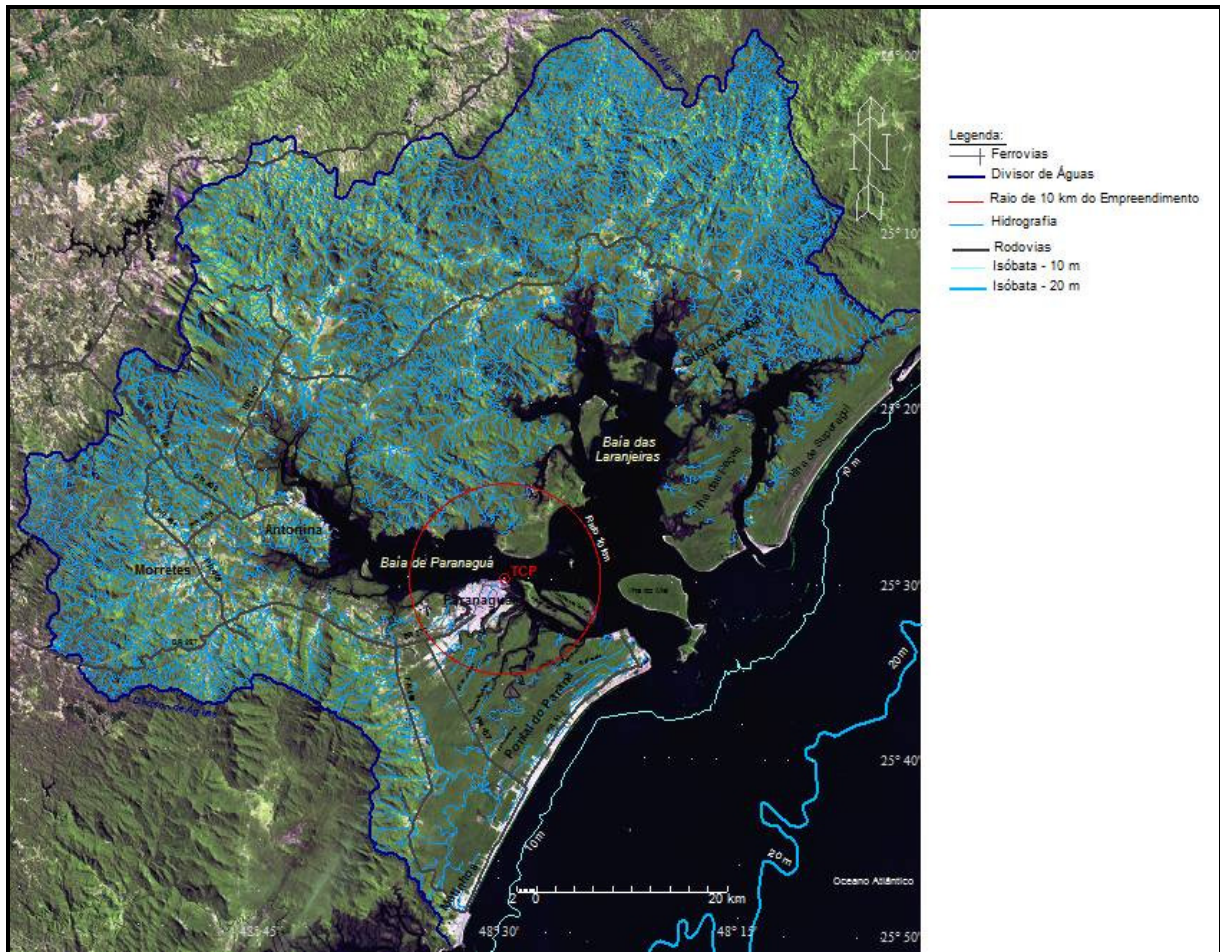


Figura 34 - Localização das bacias de drenagem da baía de Paranaguá (AII) para a oceanografia e hidrodinâmica estuarina.

5.3.2 Meio biótico

Para definição da AII, foi considerado todo o CEP, devido à grande mobilidade do nécton, dispersão do plâncton condicionada pelas correntes locais, assim como da alta probabilidade de eventos de bioinvasão e de acidentes devido ao aumento do fluxo naval regional (figura 35).

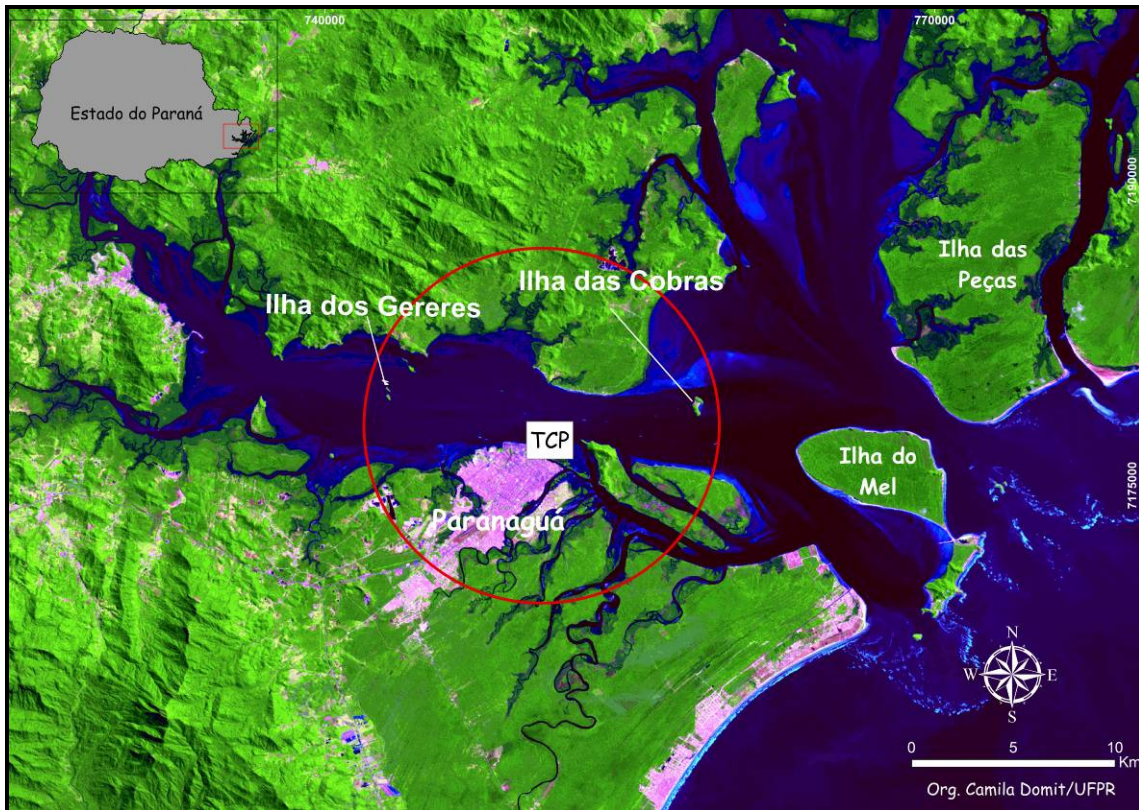


Figura 35 – Delimitação da All para o meio biótico que compreende toda a superfície líquida do CEP até às suas desembocaduras).

5.3.3 Meio socioeconômico

A área de influência indireta se refere àquela área que sofre interferência em função das modificações na área de influência direta. A área de influência da atividade portuária é bastante ampla, em função do destino e origem dos produtos transportados. A abrangência de relação do TCP engloba prioritariamente os Estados do Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e do Paraguai.

Além disso, o transporte em maiores proporções por via rodoviária, torna compulsório o uso da BR-277 até região próxima a Curitiba, consistindo essa via numa das áreas de influência indireta.

O aumento do volume comercializado também representará elevação da arrecadação que terá ressonância nas receitas estaduais, não tão significativas quanto em nível municipal.

Parcela dos empregos será gerada para trabalhadores residentes em outros municípios, como é possível observar pela composição dos trabalhadores do próprio empreendimento. Ou seja, aqueles postos de trabalho que não forem ocupados por moradores de Paranaguá serão destinados a moradores de outros municípios do litoral do Paraná e Região Metropolitana de Curitiba, principalmente. O mesmo destino será dado à renda gerada por esses novos postos de trabalho.

No que se refere à pesca artesanal, pode-se dizer que possíveis alterações na navegabilidade no Canal da Cotinga poderão resultar em alterações no volume de pescado e na busca dos pontos de pesca nas demais comunidades pesqueiras no Complexo Estuarino de Paranaguá.

Em termos de origem e destino internacional dos produtos comercializados através do TCP, podem variar em função das correntes de comércio predominantes em cada conjuntura econômica. Sendo assim, torna-se mera especulação traçar perspectivas de áreas de influência indireta em função do comércio internacional.

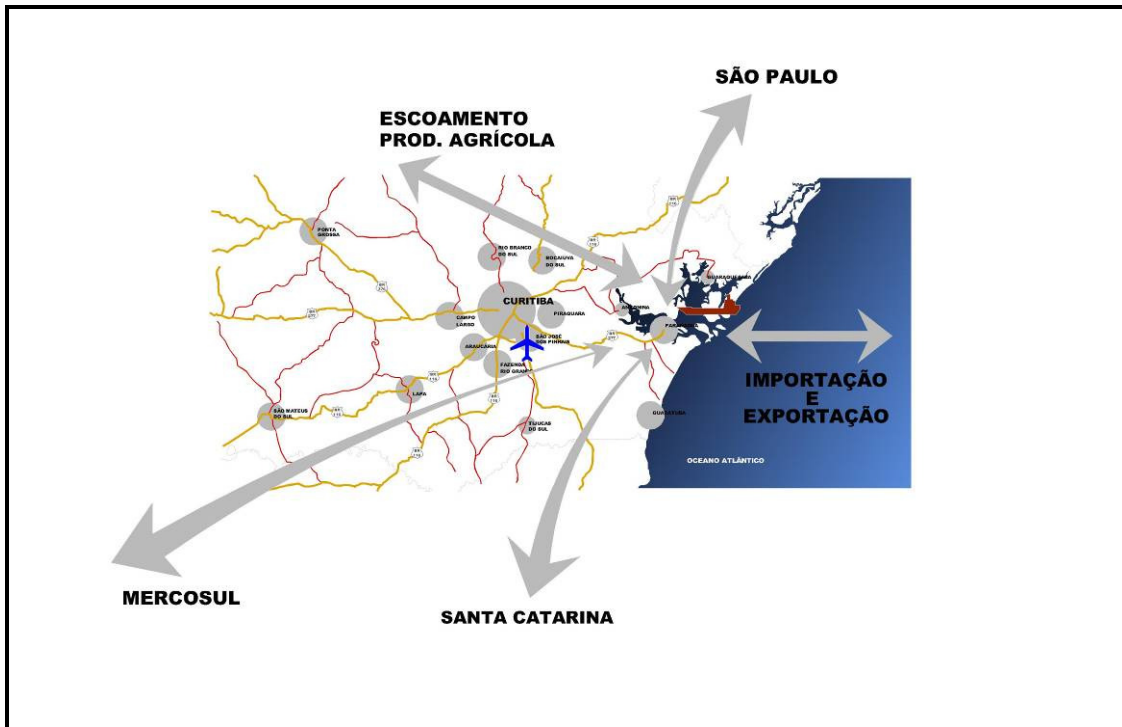


Figura 36 – Área de Influência Indireta para o meio sócio-econômico.

Fonte de referência: Google, 2008.

6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

6.1 MEIO FÍSICO

6.1.1 Metodologia aplicada

6.1.1.1 Climatologia

Para análise climatológica do local de estudo, foram utilizados dados de temperatura do ar, pressão atmosférica, intensidade e direção dos ventos das estações meteorológicas de Paranaguá, Antonina e Morretes. Para a análise da pluviosidade, além destas, também foram utilizados os dados de outras 17 estações pluviométricas. No âmbito da discussão climática, não se verificou a necessidade de delimitação de uma área de influência direta do empreendimento. Assim, esta discussão se desenvolveu a partir do recorte relativo à área de influência indireta (área de drenagem da Baía de Paranaguá).

Assim, como subsídio para o detalhamento de cada item referente à caracterização do clima regional foi realizado o levantamento de dados e informações, tanto primários quanto secundários. Os dados secundários foram obtidos através de informações contidas em estudos científicos realizados na região do empreendimento, enquanto que dados primários foram adquiridos através de estações meteorológicas, descritas no item climatologia (Capítulo 6.2.1).

6.1.1.2 Geologia e geomorfologia

6.1.1.2.1 Metodologia utilizada para a confecção da carta pedológica da área de drenagem da baía de Paranaguá

As cartas pedológicas ou levantamentos pedológicos podem ser definidos 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 das escalas de publicação (LEPSCH, 2002).

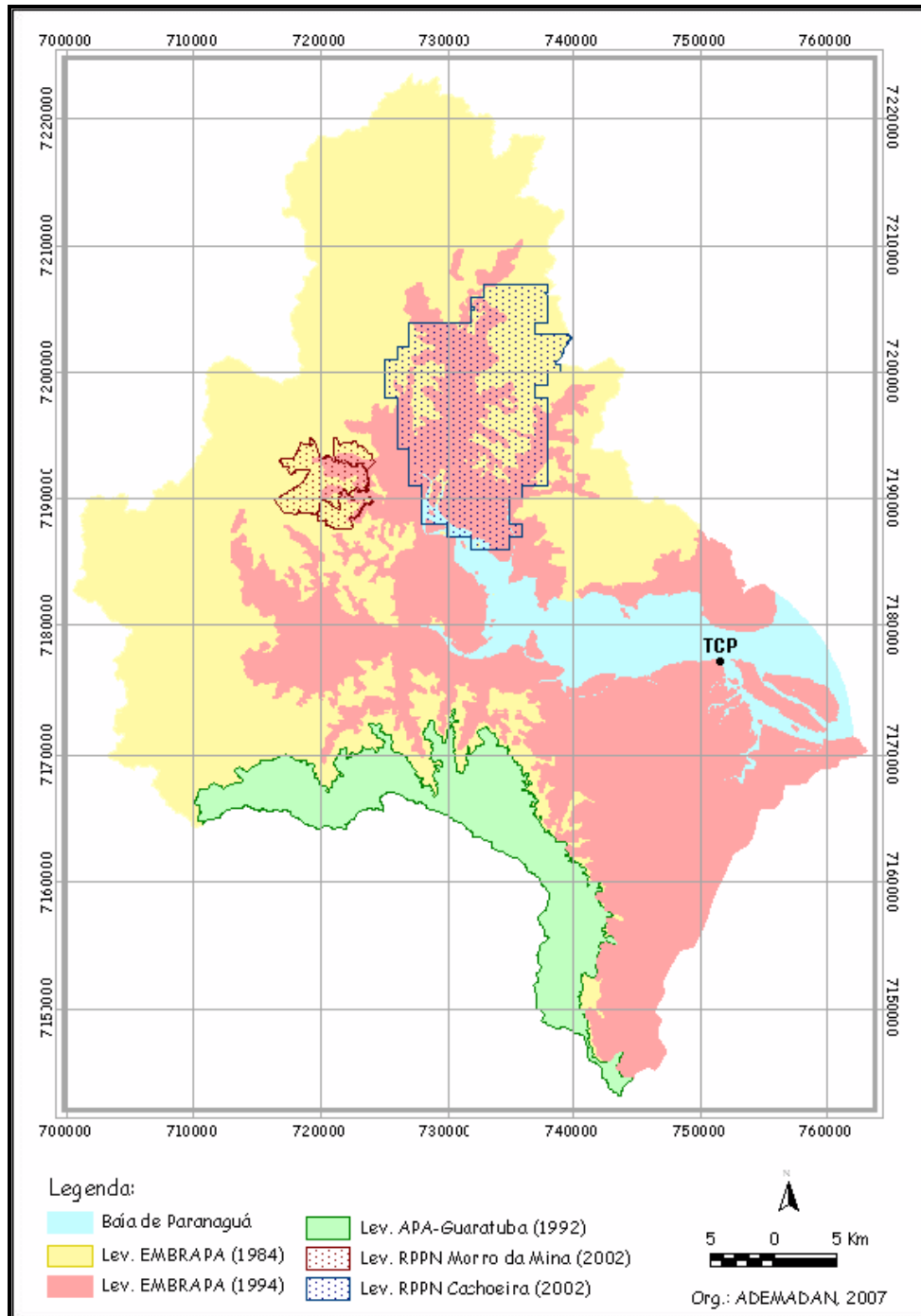


Figura 37 - Abrangência espacial dos levantamentos pedológicos existentes para a área de drenagem da baía de Paranaguá

Conforme apontado anteriormente, para área de drenagem da baía de Paranaguá, dispõe-se de mapeamento de reconhecimento de baixa intensidade, cuja finalidade é identificar os solos existentes na região para o planejamento territorial de extensas áreas (no caso, Estado do Paraná). Assim, não se faz possível sua utilização em aplicações práticas, tais como: a estimativa de áreas prioritárias a preservação e recuperação ambiental; ou então na implementação de modelos hidrológicos para a estimativa do aporte de sedimentos nesta baía, os quais constituem medidas compensatórias ao empreendimento em questão.

Diante disto, com o auxílio de recursos de geoprocessamento, pretendeu-se elaborar um mapa de solos considerando-se os dados pedológicos disponíveis para a área em análise, como também os produtos cartográficos relativos aos fatores de formação dos solos, conforme maior importância para a região focada, quais sejam: geomorfologia (macrozoneamento geomorfológico e declividade) e, secundariamente, geologia e cobertura vegetal e uso da terra (figura 37).

Para tanto, tomou-se por referência 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. Na tabela a seguir tem-se um resumo de todas as relações estabelecidas entre pedologia e geomorfologia para a região estudada por eles.

Para aquelas unidades geomorfológicas que apresentaram alta relação com uma única unidade pedológica, a delimitação foi imediata. 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, bem como os planos de informações descritos a seguir.

Tabela 12 - Compartimentos geomorfológicos e relações pedológicas identificadas

Compartimento Geomorfológico		Subordem de Solos	Método Espacialização de
Planalto Ondulado		CX	Delimitação imediata
Planalto Dissecado		CX + LVA	Delimitação imediata
Serras	Declividade > 47%	RL	Análise de contexto
	Declividade > 30%	CX + RL	
	Declividade > 12%	CX	
	Declividade > 12%	CX + PVA	
Declividade entre 12 e 30%		CX + LVA	
Mangues		GJ	Delimitação imediata
Morros		CX + PVA	Delimitação imediata
Planícies Aluviais (Não Significativas)		GX + CY	Delimitação imediata
Colinas		CX + PVA	Delimitação imediata
Áreas Colúviais		CX + PVA GX + RY GX	Análise de contexto
Áreas Colúviais Montanhosa *		GX CY CX + PVA	Análise de contexto
Planícies Aluviais		GX GX + RY CY GX + CY	Análise de contexto
Planícies de Restingas		GX + RY EK + GX	Análise de contexto

* Embora a correlação espacial não tenha evidenciado os Cambissolos Háplicos também foram considerados para este compartimento

Tabela 13 - Planos de informações considerados na delimitação das unidades pedológicas

Plano de Informação	Escala	Fonte	Ano
Pedologia (15% da área)	1: 30:000	SPVS (Rocha et al.)	2002
Pedologia	1: 650:000	EMBRAPA	1984
Geologia	1: 50.000	Pró-Atlântica / MINEROPAR	2002
Cobertura Vegetal e Uso da Terra	1: 50:000	Pró-Atlântica (ITCG)	1999
Imagens SPOT 5	1: 25.000	ADEMADAN (Paula et al.)*	2006
Modelo Digital do Terreno (Geomorfologia)	1: 25.000	ADEMADAN (Paula et al.)	2006
Hipsometria (Geomorfologia)	1: 25.000	ADEMADAN (Paula et al.)	2006

* A imagem original, relativa ao ano de 2005, foi cedida pelo laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Paris (Sorbonne).

6.1.1.2.2 Metodologia utilizada para caracterização sedimentológica e geoquímica

A coleta dos sedimentos foi realizada entre os dias 22 e 26 de setembro de 2009 em 4 estações selecionadas, de acordo com o projeto em execução (tabela 14). As características granulométricas e geoquímicas dos sedimentos que compõem a ADA do empreendimento foram descritos com base em 4 testemunhos denominados de T1 a T4, dispostos na área onde será estabelecido o futuro berço de atracação do TCP (

figura 38). As amostras compreendem a região de ampliação/expansão da estrutura do cais em que, conforme o projeto, será realizada a atividade de dragagem. Nessas estações, com o objetivo de avaliar as condições do perfil do material a ser dragado, foram coletados sedimentos através de testemunhos. Estes testemunhos atingiram uma profundidade máxima de 450 cm a partir da superfície de fundo (figura 40). As amostras foram coletadas no topo, meio e base (20 cm, 200 e 400 cm respectivamente).

Com o objetivo de comparação dos resultados obtidos nas amostras coletadas na área do empreendimento com material proveniente de local em condições prístinas, optou-se por definir como material de referência o ponto amostral próximo a Ilha das Peças (Guapicum) (

figura 39). Esta região já foi utilizada como controle em outros trabalhos realizados por estar, “teoricamente”, longe da influência antrópica.

Tabela 14 - Estações de coleta de sedimentos na área de estudo - coordenadas.

Identificação	Estação	Amostra	Lat	Long
Testemunho	TCP-T1	1	751668	7177297
Testemunho	TCP-T2	2	751757	7177348
Testemunho	TCP-T3	3	751857	7177317
Testemunho	TCP-T4	4	751961	7177363
Referência			759480	7184756

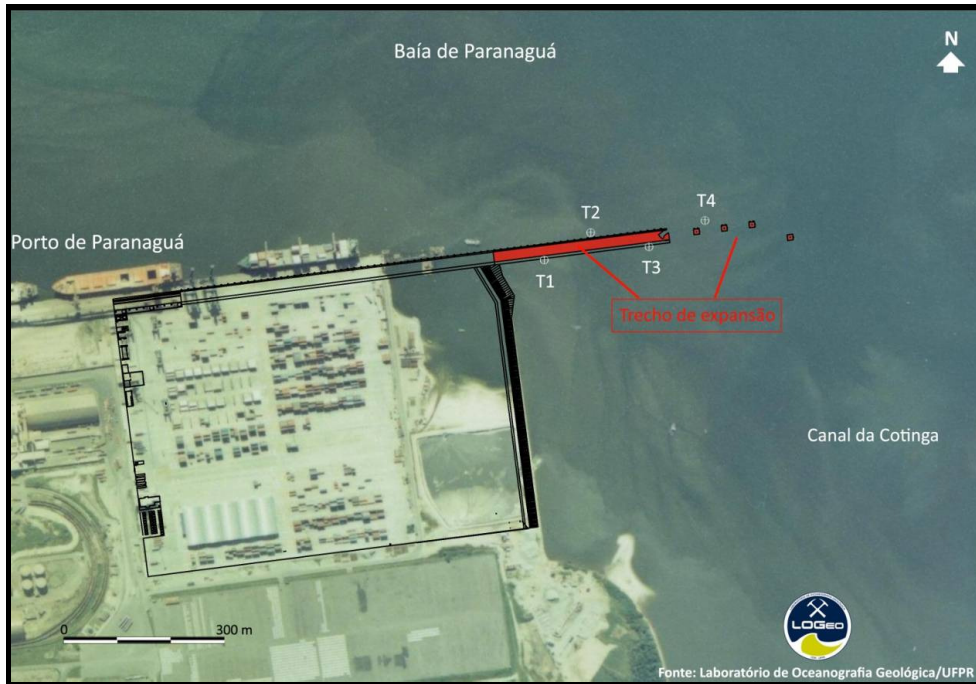


Figura 38 - Localização dos testemunhos realizados na área de expansão do píer do TCP para a coleta de amostras sedimentares.

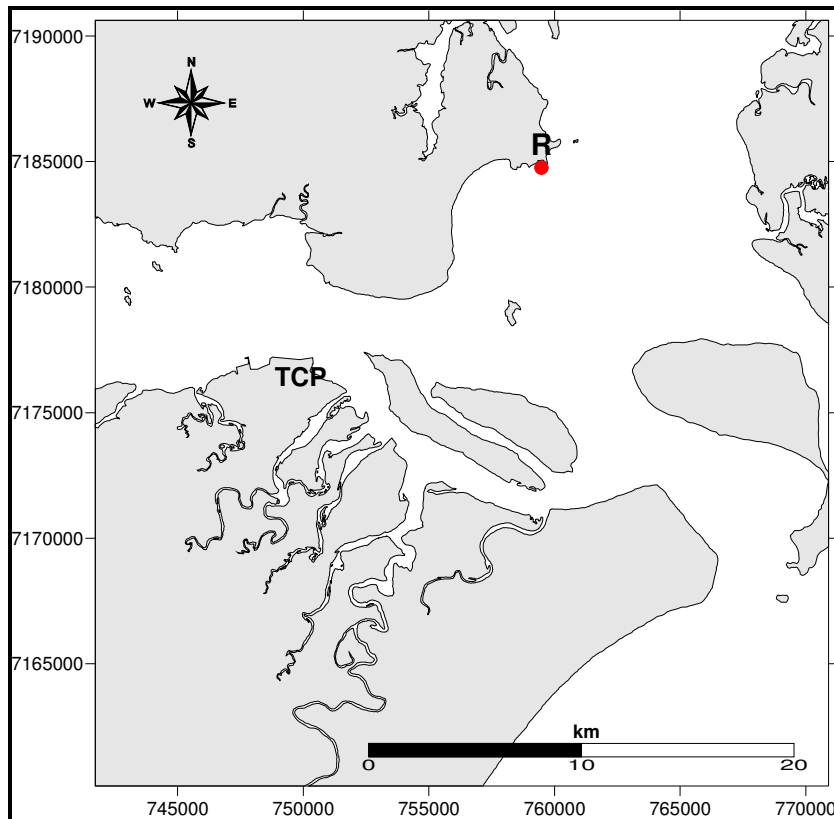


Figura 39 - Localização do ponto referência (R)

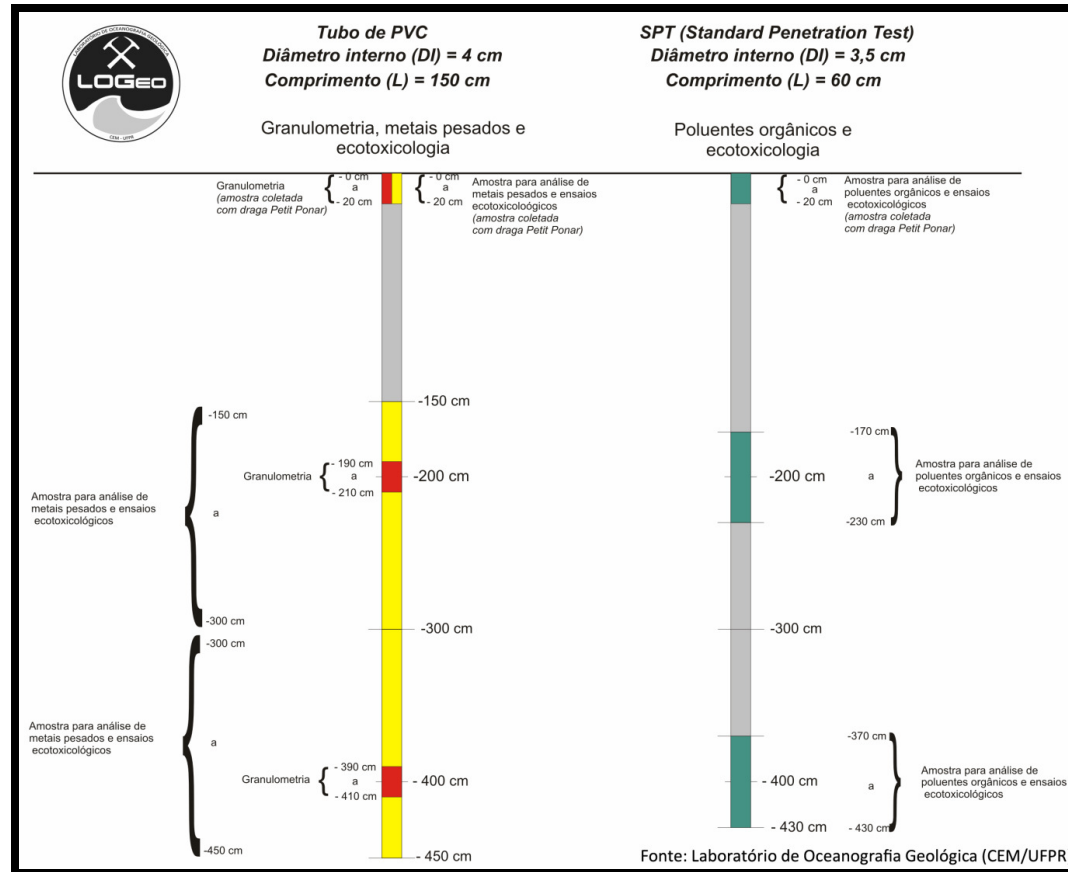


Figura 40 - Diagrama demonstrativo das profundidades onde foram tomadas amostras para as análises granulométricas para a expansão do píer do TCP

6.1.1.2.3 Método de análise granulométrica

As amostras foram preparadas previamente para o processo de análise granulométrica com a eliminação da matéria orgânica, contida nos sedimentos, por ataque químico por Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2). O intuito principal deste procedimento foi a redução dos processos de floculação entre as partículas finas contidas nos sedimentos (siltes e argilas). Após uma homogeneização preliminar, as amostras foram quarteadas para os procedimentos de peneiramento, pipetagem e quantificação das porcentagens de matéria orgânica (M.O.) e de carbonato de cálcio ($CaCO_3$).

As análises granulométricas foram efetuadas com uma quantidade inicial de 50 g de material seco e livre de matéria orgânica, onde foi adicionado 1 g de Pirofosfato de Sódio ($Na_4P_2O_7$), como defloculante, e 20 ml de água destilada. Posteriormente, este material foi misturado mecanicamente por aproximadamente 10 minutos para a completa homogeneização do composto. O material foi então despejado sobre uma peneira com malha de 0,063 mm onde foi lavado com 1 litro de água destilada para a separação das parcelas grossas e finas ($> 0,063$ e $< 0,062$, respectivamente).

Os sedimentos que passaram pela peneira foram acumulados em uma proveta e destinados ao procedimento de pipetagem descrito por Carver (1971). Neste processo laboratorial, foram coletadas cinco alíquotas de 20 ml, as quais foram sugadas de diferentes profundidades calculadas pela “Lei de Sedimentação de Stokes”, em função da temperatura (Suguió, 1973). Cada alíquota foi acondicionada em um copo de béquer previamente pesado com acurácia de 10^{-3} g, e posteriormente foram colocadas para secar em estufa à $60^\circ C$. O peso seco das frações foi obtido a partir da diferença entre o peso inicial e final dos frascos.

Os sedimentos que ficaram retidos na peneira foram filtrados para eliminação da umidade excedente, e colocado para secar em estufa à $60^\circ C$. O processo de peneiramento foi executado com intervalos de 0,5 *phi*, onde o conjunto de peneiras foi agitado mecanicamente por 15 minutos em um equipamento *rot-up*

(Suguio, 1973). As frações granulométricas foram mensuradas em balança com acurácia de 10^{-3} , planilhadas, e submetidas ao *software Sysgran 3.0* (Camargo, 2006), onde foram calculados os parâmetros granulométricos estatísticos (diâmetro médio, grau de seleção, assimetria e curtose) além das porcentagens de sedimentos grossos e finos.

As porcentagens de matéria orgânica e carbonato de cálcio contidas nos sedimentos da área foram obtidos pelo ataque químico com Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2) à 30 volumes e Ácido Clorídrico (HCl) diluído a 10%, respectivamente. A quantificação efetiva das porcentagens foi feita pela comparação entre os pesos antes e depois do ataque químico em ambos os casos.

Coleta, preparação e preservação das amostras (geoquímica)

Para as amostras destinadas às análises de metais e nutrientes, procedeu-se a coleta utilizando-se um core de PVC. Já os sedimentos para análises de orgânicos foram coletados utilizando um amostrador do tipo bipartido SPT (Standard Penetration Test). Os sedimentos destinados para as análises ecotoxicológicas foram retirados a partir de alíquotas dos dois amostradores (PVC e SPT) e homogeneizados posteriormente (figura 40).

Após a coleta, as amostras foram mantidas sob refrigeração durante o transporte até o laboratório para posterior separação das alíquotas. As amostras destinadas à determinação de metais foram acondicionadas em frascos plásticos e congeladas a $-20^{\circ}C$, enquanto as amostras destinadas às análises dos compostos orgânicos foram acondicionadas em embalagens de alumínio e congeladas também a $-20^{\circ}C$. Já as amostras para as análises ecotoxicológicas foram acondicionadas em sacos plásticos e mantidas sob refrigeração a $4^{\circ}C$ até a realização dos testes.

Análises químicas dos sedimentos

Após coleta e condicionamento adequado, as amostras foram encaminhadas para o laboratório Ecolabor para caracterização química quanto aos teores de metais (Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn, Hg) e arsênio (As); nutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P) e carbono (COT) totais; Hidrocarbonetos Poliaromáticos (PAH's); Bifenilas Policloradas (PCB's) e Pesticidas Organoclorados.

Metais: Digestão e Quantificação

O método utilizado para determinação de metais correspondeu à digestão das amostras em um sistema aberto com a eliminação do componente orgânico do sedimento, mantendo solubilizado o analito de interesse para análise. A digestão foi realizada pela abertura parcial da matriz sedimentar, partindo-se da digestão de 1g de sedimento seco em solução de ácido nítrico e peróxido de hidrogênio, com posterior adição de ácido clorídrico. Esse método de abertura é considerado forte, disponibilizando elementos que podem ser considerados “ambientalmente disponíveis”, não dissolvendo elementos ligados a silicatos e outras matrizes minerais. O método de referência aplicado foi o 3050B - SW 846 (USEPA, 1996a).

A quantificação dos metais foi realizada pela técnica de espectrometria de emissão óptica com plasma induzido por rádio-frequência (ICP-OES), utilizando equipamento da marca Perkin Elmer; modelo Optima 4300-DV (dupla vista). Para a análise de mercúrio, foi aplicada a técnica de geração de vapor a frio, segundo o método de referência 7471A – USEPA SW-846 (USEPA, 2007a).

Orgânicos: Extração, Cleanup e Injeção

Para a extração, cerca de 30 g de sedimento foram desidratados com 60 g de sulfato de sódio anidro. A partir da mistura de sedimento e sulfato de sódio, foi aplicada a técnica de Ultra-som, utilizando como solvente uma mistura de

diclorometano (DCM)/acetona (1:1), segundo o método de referência 3550C (USEPA, 2007b). Para a purificação das amostras para análise de cada grupo de compostos, foram aplicados os seguintes métodos de cleanup:

PAH's – cleanup com sílica gel, pelo método de referência 3630C (USEPA, 1996b).

PCB's – 3 etapas de cleanup's. A primeira com cobre para eliminar compostos sulfurados, em seguida com alumina e a última etapa com ácido sulfúrico, seguindo os métodos 3660B, 3610B e 3665A (USEPA, 1996c; USEPA, 1996d; USEPA, 1996e).

Pesticidas organoclorados – Foi utilizado apenas o cleanup com cobre, segundo o método 3660B.

A quantificação dos Hidrocarbonetos Poliaromáticos (PAH's) foi feita pela técnica de Cromatografia a Gás acoplada à detecção por espectrometria de massa GC/MS, método de aquisição SIM Scan. A coluna utilizada na análise foi uma coluna capilar FactorFour (30 m x 0,25 mm x 0,5 µm + 10m EZ – Guard) segundo o método de referência 8270D (USEPA, 2007c).

A quantificação dos PCB's foi realizada pela técnica de Cromatografia a Gás com detecção por captura de elétrons – GC/ECD. Para tanto, as amostras foram injetadas em uma coluna capilar TE 05 (15 m x 0,25 mm x 0,25 µm de filme), de acordo com o método de referência 8082 (USEPA, 1996f). A curva de calibração foi feita empregando-se padrões de mistura de Araclors 1016 e 1260. A determinação dos pesticidas organoclorados foi feita por Cromatografia a Gás com detecção de captura de elétrons, utilizando-se uma coluna capilar TE 05 (15 m x 0,25 mm x 0,25 µm de filme), segundo o método de referência 8081 (USEPA, 1996g).

Determinação de Nitrogênio, Fósforo e Carbono Totais

O princípio do método para NKT corresponde à digestão das amostras com ácidos e sais inorgânicos em tubos de vidro utilizando bloco digestor, sendo o nitrogênio orgânico convertido em sulfato de amônia e procedendo-se, em seguida, à destilação da amostra. Uma alíquota de 10 mL foi retirada para reação colorimétrica final com indofenol, utilizando-se o método 4500 Norg-B/NH₃ G (APHA, 1999).

O método para determinação de Fósforo Total foi baseado na digestão das amostras em chapa de aquecimento utilizando ácidos inorgânicos. Do volume total, foram utilizados 25 mL de amostra digerida para reação colorimétrica final pelo método do ácido ascórbico 4500-P E (APHA, 1999).

Já para análise do Carbono Orgânico Total, utilizou-se oxidação do carbono orgânico contido nas amostras até CO₂ utilizando ácido inorgânico por meio de uma chapa de aquecimento, segundo o método descrito na Apostila de Análise de solo, plantas e outros materiais (2ª edição) da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre-1995).

Limites de quantificação, detecção, padrões e branco

Os limites de quantificação (LQ) e detecção (LD) de cada método, bem como os valores dos padrões (teórico) e respectivas recuperações (obtidos) pelos métodos de digestão e extração são apresentados na tabela a seguir, juntamente com os valores detectados nas amostras de branco para cada análise.

Tabela 15 - Limites de quantificação (LQ), detecção (LD), padrões e branco das análises químicas

Parâmetros	Unidade	LQ	LD	Padrão		Branco (mg/L)
				Teórico	Obtido	
Metais						
As	mg As/Kg	3,7	1,5	20,0	17,8	n.d
Cd	mg Cd/Kg	0,4	0,1	20,0	19,9	n.d
Cu	mg Cu/Kg	1,1	0,4	20,0	21,4	n.d
Cr	mg Cr/Kg	1,7	0,5	20,0	21,2	n.d
Ni	mg Ni/Kg	1,0	0,3	20,0	20,5	n.d
Pb	mg Pb/Kg	2,5	0,8	20,0	20,2	n.d
Zn	mg Zn/Kg	1,0	0,3	20,0	19,9	n.d
Hg	mg Hg/Kg	0,038	0,012	2,50	2,60	n.d
N	mg N/Kg	25,5	8,5	500	563	n.d
P	mg P/Kg	218	60	250	254	n.d
COT	%C	0,9	0,3	50	49,35	n.d
Hidrocarbonetos Policíclicos e Aromáticos						µg/L
2-Metilnaftaleno	µg/Kg	30,0	10,0	165,0	128,7	n.d
Acenafteno	µg/Kg	34,0	18,0	165,0	127,2	n.d
Acenaftileno	µg/Kg	32,0	10,0	165,0	126,2	n.d
Antraceno	µg/Kg	3,0	1,0	165,0	143,1	n.d
Benzo (a) Antraceno	µg/Kg	10,0	3,0	165,0	118,0	n.d
Benzo (a) Pireno	µg/Kg	2,2	0,7	165,0	103,1	n.d
Criseno	µg/Kg	4,0	1,0	165,0	115,9	n.d
Dibenzo (a,h) Antraceno	µg/Kg	10,0	3,0	165,0	109,1	n.d
Fenantreno	µg/Kg	4,0	1,0	165,0	145,1	n.d
Fluoranteno	µg/Kg	17,0	5,0	165,0	140,2	n.d
Fluoreno	µg/Kg	21,0	7,0	165,0	126,1	n.d

Parâmetros	Unidade	LQ	LD	Padrão		Branco (mg/L)
				Teórico	Obtido	
Naftaleno	µg/Kg	46,9	14,7	165,0	154,1	n.d
Pireno	µg/Kg	5,9	1,8	165,0	120,9	n.d
Pesticidas Organoclorados						µg/L
4,4-DDD	µg/Kg	0,09	0,03	1,65	1,84	n.d
4,4-DDE	µg/Kg	0,06	0,02	1,65	1,63	n.d
4,4-DDT	µg/Kg	0,24	0,08	1,65	1,65	n.d
alfa-BHC	µg/Kg	0,07	0,01	1,65	1,81	n.d
alfa-Clordano	µg/Kg	0,07	0,02	1,65	1,59	n.d
beta-BHC	µg/Kg	0,15	0,05	1,65	1,80	n.d
delta-BHC	µg/Kg	0,6	0,2	1,65	1,87	n.d
Dieldrin	µg/Kg	0,04	0,03	1,65	1,79	n.d
Endrin	µg/Kg	0,07	0,02	1,65	1,59	n.d
gama-BHC (lindano)	µg/Kg	0,14	0,04	1,65	1,84	n.d
gama-Clordano	µg/Kg	0,14	0,04	1,65	1,04	n.d
PCB's	µg/Kg	4,7	1,8	1,65	1,64	n.d

n.d.: não detectado (abaixo do limite de quantificação)

Caracterização Ecotoxicológica

As amostras das estações de T1 a T4 e seus respectivos perfis de profundidade, foram testadas quanto ao sedimento integral, pelo teste de toxicidade aguda com o anfípodo escavador *Tiburonella viscana* (Melo & Abessa, 2002) e quanto às fases líquidas (elutriato e interface sedimento-água), pelo teste crônico de curta duração com larvas do ouriço-do-mar *Echinometra lucunter* de acordo com a norma técnica ABNT NBR 15350/06 (ABNT, 2005). Os testes de toxicidade com fase sólida foram realizados no laboratório do Núcleo de Estudos em Poluição e

Ecotoxicologia Aquática (NEPEA) do Campus Experimental do Litoral Paulista da Universidade Estadual Paulista (UNESP), situado em São Vicente (SP), enquanto que os testes com as fases líquidas no laboratório Lecotox Análises Biológicas, em Curitiba (PR).

Teste de Toxicidade com Sedimento Integral (fase sólida)

Como organismo-teste, foi utilizado o anfípodo escavador *Tiburonella viscana*, pertencente à família *Platyischnopidae*. Segundo Melo (1993), essa espécie é adequada ao uso em testes de toxicidade, pois: 1- apresenta alta sensibilidade a diversas classes de contaminantes; 2- é abundante no ambiente, sendo facilmente coletável; 3- é um organismo autóctone e representativo; 4- apresenta ampla distribuição geográfica; 5- apresenta sobrevivência elevada durante o período de aclimação, mostrando-se tolerante ao “stress” de coleta e manuseio; 6- é relativamente tolerante a mudanças em vários fatores abióticos; 7- pelo seu hábito escavador, assegura uma exposição máxima aos contaminantes retidos no sedimento, entrando em contato com a água intersticial e com as partículas do sedimento. *Tiburonella viscana* vem sendo utilizada com sucesso em estudos sobre toxicidade de sedimentos (ABESSA, 2002; ABESSA *et al.*, 1998; 2001a, 2001b).

Os exemplares de *T. viscana* foram coletados no nível superior do infralitoral da Praia do Engenho D’Água, em Ilhabela (SP), com auxílio de uma draga especial para coleta de anfípodos, no dia 28/10/2009. Após a coleta, os animais foram transferidos para frascos de polietileno contendo sedimento e água do mar do local, transportados para o laboratório em caixas de isopor.

Após triagem e identificação dos indivíduos de *T. viscana* em estereomicroscópio, os animais foram aclimatados por 3 dias em tanques contendo água do mar filtrada e uma camada de 1 cm de sedimento controle a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, com iluminação e aeração constantes. Os sedimentos provenientes do local de coleta dos anfípodos também foram coletados, para utilização como controle interno e na

aclimação dos anfípodos. Estes foram mantidos sob refrigeração a 4 ± 2 °C até sua utilização.

A água de diluição, utilizada na aclimação dos anfípodos e câmaras-teste, foi coletada na Praia da Juréia, Costa Sul do Município de São Sebastião (SP) e filtrada em sistema CUNO de 0,1 micra. As características dessa água estão descritas na seguinte tabela:

Tabela 16 - Água de diluição utilizada no teste de toxicidade de sedimento integral.

Água de Diluição	
Origem	Praia da Juréia, São Sebastião
Tratamento	CUNO (0,1µm)
pH	8.18
Salinidade (‰)	35
OD (mg/L)	6.22
Temperatura (°C)	21,5
NH ₃ /NH ₄ ⁺ (mg/L)	< LD

O método utilizado na execução do teste de toxicidade com sedimentos foi basicamente o mesmo descrito por Swartz *et al.* (1985) para *Rhepoxynius abronius*, adequado por Melo & Abessa (2002) para *Tiburonella viscana* e padronizado segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT 15638/08). O teste foi conduzido em frascos de polietileno de alta densidade com volume de 1 litro. Cerca de 24 h antes do início de cada experimento (29/10/2009), as amostras de sedimento foram homogeneizadas e as réplicas preparadas. Em cada uma, foi introduzida uma camada de 2 cm (175 mL) de sedimento não peneirado e 750 mL de água de diluição. No dia seguinte (30/10/2009), foi iniciado o teste. Cada réplica recebeu 10 indivíduos sadios e de mesmo tamanho. Não foram utilizadas fêmeas ovadas. Durante o experimento os animais não foram alimentados e permaneceram sob aeração e iluminação constante, e temperatura de 25 ± 2 °C. Para cada amostra de sedimento, foram utilizadas três réplicas.

Diariamente foi observado o número de organismos mortos e o número de animais vivos desenterrados (emergentes) em cada frasco. Os parâmetros físico-químicos (pH, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal, salinidade e temperatura) da água nos frascos-teste foram analisados no início e ao final do experimento. O pH foi medido por um aparelho DIGIMED, com precisão de 0,01; a salinidade foi medida com auxílio de um refratômetro ATAGO, com precisão de 0,5 ‰; a temperatura foi medida por meio de termômetros de mercúrio, com precisão de 0,5 °C; o teor de oxigênio dissolvido foi medido utilizando-se um oxímetro DIGIMED, com precisão de 0,01 mgO₂/L; e o teor de nitrogênio amoniacal foi estimado por meio de eletrodo de íons específico, com limite de quantificação de 0,1 mg/L.

Após 10 dias, o teste foi encerrado (09/11/2009). O sedimento de cada réplica foi peneirado em malha 0,5 mm. Os exemplares de *T. viscana* retidos foram então transferidos para placas de Petri, com auxílio de um conta gotas, e examinados em estereomicroscópio. O número de animais mortos e vivos foi contado. Quando a soma final de vivos e mortos numa réplica não atingiu 10, os organismos não encontrados foram considerados mortos.

Foi realizado um teste com substância de referência, sem a presença de sedimento, para avaliar a sensibilidade dos organismos utilizados no teste com sedimentos. A substância de referência testada foi o dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇). As concentrações de K₂Cr₂O₇ foram preparadas a partir de uma solução estoque de 200 mg/L, obtida pela dissolução de sais puros em água do mar filtrada. Foram utilizadas as seguintes concentrações: 25,00; 12,50; 6,25 e 3,13 mg/L. No grupo controle, os animais foram expostos somente a água do mar filtrada. Os testes seguiram o procedimento descrito abaixo.

Para cada concentração, foram preparadas 3 réplicas com 5 animais cada, em béqueres de vidro contendo 350 mL de solução. Foram utilizados apenas exemplares adultos, excluindo-se as fêmeas ovadas. Os anfípodos não foram alimentados durante o teste, que teve duração de 48 h. A iluminação e aeração foram mantidas constantes, e a temperatura foi mantida em 25 ± 2 °C, pois os

experimentos foram montados em sala climatizada. Após 48 h, o número de mortos em cada réplica foi registrado, e calculada a CL50-48h para o dicromato de potássio. O resultado obtido no teste com substância de referência foi analisado pelo método estatístico Trimmed Spearman-Kärber com correção de Abbott (HAMILTON *et al.*, 1977), para calcular a concentração letal a 50% dos organismos após 48 h (CL50-48h) e seu intervalo de confiança.

Testes de toxicidade com fases líquidas do sedimento

Para avaliação das fases líquidas, foram utilizadas as seguintes formas de exposição: elutriatos e interface sedimento-água. O método de ensaio utilizado foi o teste crônico de curta duração com ovos recém fecundados do ouriço-do-mar *Echinometra lucunter*, que avalia o desenvolvimento embrionário até o estágio de larva *Pluteus*. Para os experimentos, foram coletados cerca de 20 indivíduos adultos de *Echinometra lucunter* em costões da região da Ilha da Galheta, no município de Pontal do Sul (PR) e transportados ao laboratório em caixas térmicas contendo água do mar. Após a chegada ao laboratório, foi feita a indução da liberação dos gametas e após a execução do teste os ouriços foram devolvidos ao local de coleta.

A indução da liberação dos gametas foi feita com a injeção de cerca de 2-3 mL de solução de Cloreto de Potássio (KCl 0,5 mol/L) na cavidade celomática de cada animal, sendo observadas as características dos gametas liberados: óvulos com coloração amarelada e aspecto granuloso, e espermatozoides com coloração esbranquiçada e aspecto leitoso. Os óvulos foram coletados em béqueres contendo água do mar filtrada, com as fêmeas sobre eles com a superfície aboral voltada para baixo, permitindo a deposição dos óvulos no fundo onde uma alíquota de óvulos de cada béquer foi retirada para verificação quanto à sua viabilidade. Em seguida, os óvulos de pelo menos três fêmeas foram agrupados em um mesmo béquer, onde foram fecundados. Para isso, a densidade de óvulos foi estimada, por meio de contagens em microscópio do número de óvulos presentes em determinado volume de solução para o ajuste do volume final de 600 ovos fecundados.

Para a fecundação, o líquido espermático foi coletado com o auxílio de um conta-gotas de vidro num total de aproximadamente 0,5 mL em um béquer de 30 mL, mantido sobre gelo, para diminuir a atividade dos gametas até o momento da fecundação. A ativação foi feita com o preparo de uma solução espermática, com a adição de 24,5 mL de água do mar filtrada ao esperma e a fecundação foi feita com adição de 1 mL da solução de esperma à solução de óvulos, sendo feita uma verificação após 15min, para confirmação de um total de no mínimo 80 % de óvulos fecundados, reconhecidos pela presença de uma membrana de fecundação. Tendo sido confirmado o sucesso na fecundação, o teste foi iniciado com a adição de cerca de 600 ovos fecundados a cada réplica do sistema. Foram montadas 4 réplicas para cada amostra, além do controle referente. O encerramento dos testes foi feito com adição de 5 gotas de formol P.A. tamponado com bórax, após 36 h de exposição, quando foi alcançado um mínimo 80% de desenvolvimento normal das larvas no controle. A leitura para interpretação dos dados foi feita com a observação de mal-formação, anomalias e/ou retardo no desenvolvimento das larvas ao final do teste, sendo estimadas as taxas de desenvolvimento normal.

Também foi realizado um teste com substância de referência, para avaliar a sensibilidade dos organismos utilizados. A substância de referência testada foi o sulfato de zinco ($ZnSO_4$), com amostras preparadas a partir de soluções estoques e pela sua dissolução de sais puros em água do mar filtrada. Foram utilizadas as seguintes concentrações: 1,6; 0,66; 0,35; 0,18; 0,09; 0,05 e 0,02 mg/L. No grupo controle, os embriões foram expostos somente a água do mar filtrada. Os testes foram conduzidos segundo o procedimento descrito acima. Após 36 h, com o índice de desenvolvimento larval registrado, foi calculada a concentração de inibição (CI_{50}), analisado pelo método estatístico de interpolação linear com auxílio do programa ICP (USEPA 1993), para calcular a concentração de inibição de 50% dos organismos após 36 h.

Testes de toxicidade com interface sedimento-água

Neste experimento, foi utilizado o sistema-teste proposto por Anderson *et al.* (2001) e adaptado por Cesar (2003). Para a realização dos testes, foram preparadas réplicas de cada amostra em tubos de ensaio onde em cada um foi adicionado cerca de 2 mL de sedimento com o auxílio de uma seringa esterilizada e descartável e sobre esta foi colocada uma rede de plâncton com malha de 45 µm fixada por um anel plástico esterilizado para a recuperação das larvas ao final do teste. Em seguida, foram adicionados 8 mL de água de diluição ao sistema (**figura 41**), que permaneceu nas condições controladas de temperatura (25°C) por um período de 24 h, para que ocorresse o equilíbrio entre o sedimento (a princípio refrigerado) e a água adicionada. Após o período de descanso, o sistema foi utilizado para realização dos testes de toxicidade com larvas de ouriço-do-mar.

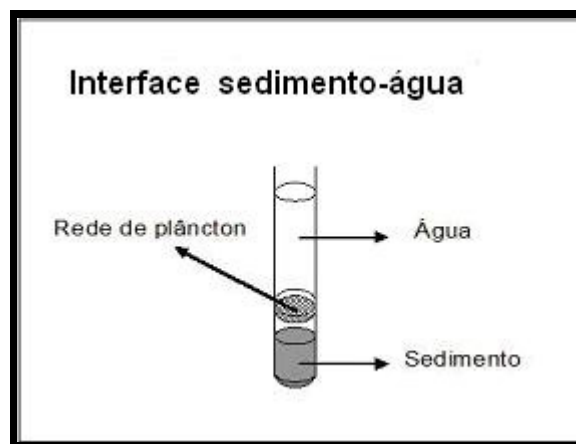


Figura 41 - Sistema do teste de toxicidade com interface sedimento-água.

Testes de toxicidade com elutriatos

As amostras de elutriatos foram preparadas segundo o método Sediment Processing for Elutriate Toxicity Tests (USEPA, 2003) pelo qual 800 ml de água de diluição foram adicionados a 200 mL de sedimento a para agitação em um agitador magnético por 30 min. Em seguida, as amostras permaneceram em

repouso por um período de 24 h para decantação do material em suspensão e, posteriormente, alíquotas do sobrenadante foram retiradas para realização dos testes de toxicidade.

Parâmetros físicos e químicos

Para a garantia da qualidade de execução do experimento, os seguintes parâmetros físicos e químicos foram medidos: salinidade, pH e oxigênio dissolvido (OD). Níveis de amônia total e não ionizada, por ser um dos principais interferentes naturais ao teste com larvas de ouriço-do-mar (PRÓSPERI, 2002), foram estimados através de técnicas de espectrofotometria.

Análise dos testes de toxicidade

Para análise estatística do teste com sedimento integral, os dados foram comparados com o sedimento controle (proveniente do local de coleta dos anfípodos) empregando o teste t de Student para amostras independentes, conforme recomendação para amostras independentes USEPA (1991); enquanto para nos ensaios com fases líquidas os dados foram comparados com o controle da água do mar através do teste-t por bioequivalência ($r=0,91$). Antes da aplicação, os dados foram submetidos à avaliação do tipo de distribuição (normalidade) pelo teste do Chi-quadrado e, homogeneidade de variâncias, pelo teste de Fisher. Para estas análises, foi utilizado o software TOXSTAT - versão 3.5 (WEST & GULLEY, 1996).

Quanto à classificação, para o teste de sedimento integral, a amostra foi considerada de qualidade ótima quando não apresentou diferença significativa em relação ao controle; ruim quando diferente do controle, mas com sobrevivência maior 50%; e péssimo, quando a sobrevivência esteve abaixo de 50%, de acordo com o critério proposto pela CETESB para classificação dos testes para o anfípodo *Leptocheirus plumulosus* (CETESB, 2008). Nos testes com as fases líquidas, foram consideradas tóxicas as amostras cujas taxas de desenvolvimento larval normal apresentaram diferença significativa em relação ao controle, e não tóxicas quando não houve diferença estatística.

Integração dos dados toxicológicos

Com o objetivo de observar associações entre as variáveis analisadas com os resultados ecotoxicológicos, foram utilizados métodos estatísticos multivariados para integração dos dados, utilizando-se Análises de correlações múltiplas e Análise Fatorial. Os dados foram organizados em uma matriz (Anexo 13) contendo as seguintes variáveis sedimentológicas: arsênio (As), cobre (Cu), cromo (Cr), níquel (Ni), chumbo (Pb), zinco (Zn), carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N), fósforo total (P), bifenilas policloradas (PCB), toxicidade de sedimento integral (SI), toxicidade de interface sedimento-água (ISA) e toxicidade de elutriados (ELU), os três expressos como taxas de mortalidade dos anfípodos ou desenvolvimento anômalo dos embriões de ouriço e, considerando essa apresentação dos resultados na matriz, possíveis associações serão caracterizadas por correlações positivas com as demais variáveis. Os dados das variáveis cádmio (Cd), mercúrio (Hg), hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) e pesticidas organoclorados não foram incluídos na matriz em função das mesmas apresentarem concentrações abaixo do limite de detecção.

Correlações Múltiplas

Com a matriz organizada, foi empregado o uso de correlações múltiplas de Pearson entre as análises químicas e os testes de toxicidade para integração dos dados, com o propósito facilitar a interpretação e fundamentar as variáveis mais importantes. Foram consideradas correlacionadas as variáveis cujos índices estimados foram superiores a $|0,45|$ (quando $p < 0,05$), enquanto aquelas com valores menores foram consideradas não correlacionadas, baseado nos critérios propostos por Tabachinik & Fidell (1996). As correlações foram geradas utilizando o pacote estatístico Bio Diversity Professional (LAMBSHEAD *et al.*, 1997).

Análise Fatorial

Assim como as correlações múltiplas, a análise fatorial foi empregada a partir da matriz organizada. Nesse método, foi feita a geração dos Componentes Principais (PCA) para observação da distribuição e do padrão das variáveis. Em seguida, foi

feita a análise de Fatores (AF) na qual as variáveis foram auto-escaladas a fatores principais extraídos pelo critério de Kaiser (autovalores acima de 1), empregando o procedimento *varimax normalized*. A esses fatores são consideradas as variáveis correlacionadas acima de $|0,45|$ (quando $p < 0,05$). Com isso, para cada estação/amostra é observado qual fator (ou conjunto de variáveis) explica a variação do conjunto de dados através de *scores*. Para essa análise, foi utilizado o software STATISTICA® (Stat Soft, Inc. 2001; versão 6).

6.1.1.3 Oceanografia e hidrodinâmica

O Complexo Estuarino de Paranaguá – CEP – possui informações históricas satisfatórias a respeito de correntes, marés e campos de massa (temperatura e salinidade da água), assim como meteorológicas, obtidas em registros recentes e regulares pelo Grupo de Física Marinha do CEM/UFPR, e de resultados e dados pretéritos de trabalhos publicados por diversos autores abaixo mencionados.

Nas últimas décadas, vários estudos dos processos hidrodinâmicos para o entendimento do funcionamento da região foram realizados, destacando-se entre eles levantamentos da distribuição da salinidade, temperatura e marés (IPqM, 1969), dos sistemas de drenagem e sedimentologia das Baías (Bigarella et al., 1970; Bigarella, 1978; Soares & Barcelos, 1996), da geologia e dinâmica (Lessa et al., 1998), do comportamento físico-químico, aporte de água doce e tempo de residência (Knoppers et al., 1987), sobre as causas das marés meteorológicas na região (Marone & Camargo, 1994), e sobre a dinâmica estuarina (Marone et al., 1995; Noernberg, 2001; Mantovanelli et al., 2004). Somente a partir do início dos anos 90, estudos regulares das condições físicas começaram a ser realizados rotineiramente, principalmente no setor entre o porto de Paranaguá e Antonina e na boca do complexo.

Os dados utilizados para a caracterização física da dinâmica das águas estuarinas e costeiras foram resgatados do banco de dados oceanográficos do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná mantido pelo

Grupo de Física Marinha - GFM.

Os dados de maré, por exemplo, são originários dos marégrafos instalados pela DHN de forma permanente (Paranaguá, Antonina, Ilha do Mel) e outros instalados em forma esporádica em outros pontos da área (Pontal do Sul, Guaraqueçaba, etc.) pelo GFM. Os registros dos marégrafos permanentes são do tipo contínuo em papel e estão referidos aos níveis de redução locais. Estes registros analógicos são digitalizados a cada 30 minutos, produzindo-se assim os arquivos digitais do nível do mar que, dependendo do local, estendem-se por vários anos. Já os registros digitais esporádicos são obtidos com marégrafos digitais do tipo Aanderaa ou CTDs (SD200, SeaBird) providos de sensores de pressão, em intervalos entre 5 e 30 minutos por períodos de pelo menos um mês e até 4 meses. Estes dados são referidos ao nível médio do mar no local.

Os dados de correntes são coletados por diferentes métodos e, ao serem integrados para a área de estudo, permitem a elaboração dos mapas de correntes apresentados. Para a obtenção dos dados, métodos Lagrangianos e Eulerianos são utilizados. Num caso, elementos de marcação (garrafas de deriva, tintas especiais - rodamina) são lançados no mar e o seu movimento acompanhado ao longo do tempo. Assim, parte das informações utilizadas corresponde ao lançamento de 4000 garrafas de deriva no Canal da Galheta e no Canal Norte, com taxa de recuperação superior a 30%, e de observações realizadas com rodamina na área de despejo do banco dos Ciganos.

Diferentemente destes métodos que fornecem a direção das correntes e do transporte em forma qualitativa, métodos quantitativos foram intensivamente usados na construção das cartas de correntes. Para tal, correntômetros digitais tradicionais Sensordata SD6000, correntômetros eletromagnéticos Interocean S4 e correntômetros de efeito Doppler ADP Sontek e RDI foram empregados. No caso dos dois primeiros, as medições são realizadas, na maioria das oportunidades, em fundeios, quando os equipamentos ficam fixos a um peso no fundo realizando as observações de intensidade e direção das correntes em intervalos regulares de entre 5 e 30 minutos ou uma hora. Além disto, os

equipamentos são utilizados para perfilagens verticais, quando os correntômetros são descidos desde uma embarcação ancorada, da superfície ao fundo, em intervalos de 30 minutos até duas horas, por pelo menos um ciclo de maré (12,40 h para a área de estudo).

Finalmente, as medições com o uso de correntômetros ADP são feitas com o equipamento fixo numa embarcação em movimento ou fundeada num ponto fixo. O equipamento emite um feixe acústico que, no seu retorno (eco), é modificado pelas correntes pelo efeito Doppler, o que permite estabelecer as intensidades e direções das correntes com referência ao fundo. Travessias a cada uma ou duas horas dos canais com este equipamento, durante pelo menos um ciclo completo de maré, fornecem “fotografias” das correntes na seção amostradas. Já no caso de amostragem num ponto fixo, o equipamento registra as correntes num perfil vertical das proximidades da superfície até as proximidades do fundo, a intervalos temporais pré-definidos (15 minutos, usualmente).

Deste modo, informações sobre temperatura, salinidade, turbidez e outros parâmetros oceanográficos são obtidas ou por instrumentos autônomos (CTDs SensorData SD200, SeaBird, etc.) ou por sensores adicionais anexados aos correntômetros (IOS S4, SD6000, etc.). Quando devidamente equipados, os correntômetros IOS S4 podem funcionar como ondógrafos, para o que devem ser instalados em fundeios, como feito na área da boca da baía de Paranaguá. Também, dados de ondas foram obtidos na estação da Ilha do Mel com ondógrafo Falmouth de efeito Doppler. Os dados meteorológicos utilizados são originários das estações meteorológicas do CEM na área (Tipo Campbell), as que monitoram de forma permanente a temperatura do ar, pressão atmosférica, pluviosidade, intensidade e direção dos ventos, etc., complementados com informações de outras estações dos sistemas INMET, SIMEPAR, etc.

O posicionamento geográfico é realizado com o uso de GPS dinâmico (+ 5 m de precisão) na maioria dos casos e, em outros, com DGPS (precisão submétrica).

6.1.1.4 Recursos hídricos e qualidade da água

Recursos hídricos

A obtenção dos dados referentes ao recurso hídrico regional foi realizada através de informações obtidas em oito estações fluviosedimentométricas e uma fluviométrica em operação e sob responsabilidade da Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA, descritas com mais detalhes no respectivo capítulo do diagnóstico (Capítulo 6.1.5). Também foram utilizados trabalhos científicos, que abordam o tema em questão, como embasamento para caracterização da região.

Qualidade da água

A tabela seguinte apresenta os trabalhos e projetos, desenvolvidos na região, utilizados para a caracterização secundária da qualidade da água:

Tabela 17 - Sumário das metodologias de amostragem e análises utilizadas nos estudos pretéritos (dados secundários) utilizados na caracterização da qualidade da aguada AID e ADA, do eixo leste-oeste do CEP.

Áreas/Referência	Número de pontos de coleta/Localização	Datas das Campanhas de amostragem	Método de Coleta de Água	Variáveis investigadas/métodos analíticos
Alfa (CETEC, 2002)	2 pontos 25°36'17.58"S 48°17'17.06"W 25°36'36,53"S 48°17'09.49"	05/06/2002		Amônia, Nitrato, Nitrito, fosfato, oxigênio dissolvido, salinidade, sólidos suspensos totais, temperatura e transparência da água. As análises química foram efetuadas no CEPPA.
Bravo I e II (CETEC, 2001)	9 pontos situados no triângulo do Biguá	Janeiro 2001		Amônia, Nitrato, Nitrito, fosfato, oxigênio dissolvido, salinidade, sólidos suspensos totais, temperatura e transparência da água. As análises química foram efetuadas no CEPPA.
Charlie I e II (APPA 1999)	6 pontos localizados na bacia de evolução do setor mediano, em frente ao Porto de Paranaguá	20/10/1998; 08 e 09/03/1999.	Amostras de água de superfície e de fundo foram tomadas, com auxílio de uma garrafa de Van Dorn.	Medições da salinidade e temperatura foram efetuadas com auxílio de um CTD ou com refratômetro ATAGO e termômetro comum de Hg, e transparência com um disco de Secchi. Em cada amostra de água foram determinadas as seguintes variáveis: pH com um pHmetro (HANNA HI-8424), oxigênio dissolvido, nutrientes inorgânicos dissolvidos (nitrato, nitrito, amônio, fosfato e silicato), fósforo e nitrogênio orgânicos totais, clorofila-a e material particulado em suspensão (seston), de acordo com as metodologias descritas por Carmouze (1994), Grasshoff <i>et al.</i> (1983) e Strickland & Parsons (1969).
Charlie I e II, Delta e Echo (Kolm et al. 2002b)	12 pontos, 9 localizados na área do píer da Fospar, 1 na saída do Rio Itiberê e outro na Baía da Laranjeiras	Janeiro, março e outubro de 2000 Janeiro, maio, agosto e novembro de 2001		
Charlie I e II, Delta e Echo (Kolm et al. 2002a)	12 pontos, sendo 9 dispostos em 3 transectos ao longo dos 12 Km compreendidos entre a Ponta do Félix e o terminal da Petrobrás, um ponto em frente ao trapiche de Antonina e outro na desembocadura do Rio Itiberê.	05/2001; e 02/2002 Em condições de sizígia na vazante e na enchente		

Áreas/Referência	Número de pontos de coleta/Localização	Datas das Campanhas de amostragem	Método de Coleta de Água	Variáveis investigadas/métodos analíticos
Charlie I e II (RAP, 2003)	6 estações ao entorno do Terminal Portuário de Paranaguá	12 de julho de 2002 no horário das 12:30 as 13:30 horas em maré de sizígia		
Charlie I e II, Delta e Echo (Machado et al, 1997)	6 pontos (dos 9 relatados) no canal de navegação, desde o Rio Itiberê até Antonina	mensais de junho de 1994 a junho de 1995.		
CAD 2006	5 pontos localizados no entorno do cais, junto ao cais e 1 na saída do riprap	Anual: 2003, 2004 e 2005		DBO, DQO, P total, P, P total, N total, CBs, HPAs, Al, Fe, Mg, Fe total, Ca, K, Na, Sn, As, Cd, Cr, Cr total, Zn, Hg e Ni. Análises efetuadas no SENAI
Charlie I e II (Machado, 2008)	2 pontos localizados na saída do Itiberê e em frente ao porto de Paranaguá	Julho de 2007	Amostras de água de superfície e de fundo foram tomadas, com auxílio de uma garrafa de Van Dorn.	Medições da salinidade e temperatura foram efetuadas com auxílio de um CTD ou com refratômetro ATAGO e termômetro comum de Hg, e transparência com um disco de Secchi. Em cada amostra de água foram determinadas as seguintes variáveis: pH com um pH-metro (HANNA HI-8424), oxigênio dissolvido, nutrientes inorgânicos dissolvidos (nitrito, nitrito, amônio, fosfato e silicato), fósforo e nitrogênio orgânicos totais, clorofila-a e material particulado em suspensão (seston), de acordo com as metodologias descritas por Carmouze (1994), Grasshoff <i>et al.</i> (1983) e Strickland & Parsons (1969).
Charlie I e II (Mizerkowski & Machado, 2005)	2 pontos localizados na saída do Itiberê e em frente ao porto de Paranaguá	abril de 2003, fevereiro e abril de 2004	Amostras de água de superfície e de fundo foram tomadas, com auxílio de uma garrafa de Niskin.	
Charlie I e II (Mizerkowski et al., 2009)	Dados utilizados provêm de 4 pontos no entorno do TCP, 1 no Rio Sabiá e 1 no Rio Itiberê	Fevereiro de 2008	Amostras de água de superfície e de fundo foram tomadas, com auxílio de uma garrafa de Niskin.	Nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e fosfato, analisados conforme descrito por Grasshoff <i>et al.</i> (1999).

A caracterização primária da qualidade da água foi obtida com a realização de uma coleta no dia 22 de dezembro de 2009 durante a maré de vazante. Foram coletadas amostras de água em diferentes profundidades em cada ponto de coleta, variando entre superfície, em aproximadamente 0,1m de profundidade, meio da coluna de água e 1,0m acima da superfície do fundo.

Na tabela 18 são apresentadas as coordenadas e nomenclaturas utilizadas para a identificação de cada ponto de coleta e as profundidades locais e nas quais foram realizadas as amostragens.

Tabela 18 - Identificação e coordenadas dos pontos amostrais da coluna d' água.

Ponto amostral	Profundidade do Local	Profundidade da coleta	Coordenadas (UTM)
Ponto 01	7 metros	Superfície, meia água e de fundo	0752082 7177416
Ponto 02	5 metros	Superfície, meia água e de fundo	0751947 7177273
Ponto 03	5 metros	Superfície, meia água e de fundo	0751968 7177135
Ponto 04	10 metros	Superfície, meia água e de fundo	0752538 7177614
Ponto 05	6 metros	Superfície, meia água e de fundo	0752260 7177298
Ponto 06	4,5 metros	Superfície, meia água e de fundo	0751891 7177113
Ponto 07	5 metros	Superfície, meia água e de fundo	0752731 7176675
Ponto 08	3 metros	Meia água	0751945 7177040

As análises químicas realizadas nas amostras de água superficial e sub-superficial seguiram as diretrizes da Resolução CONAMA 357/05, a qual dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, sendo que todos os pontos foram classificados como água salobra de classe 2.

Foram realizadas as seguintes análises nas amostras de água superficial:

- Cor;
- Turbidez;
- Sólidos dissolvidos totais (mg/L);
- Sólidos suspensos totais (mg/L);
- Sólidos sedimentáveis totais (mg/L);
- DBO;
- DQO;
- Nitrato, Nitrito, Nitrogênio amoniacal;

- Fósforo total;
- Surfactantes (mg/L);
- Clorofila-a;
- Coliformes termotolerantes;
- Óleos e graxas.

O mapa mostrando a localização dos pontos amostrais de água, encontra-se na figura 42. Todo o processo de coleta e análises laboratoriais foi realizado pela TECLAB – Tecnologia em Análises Ambientais, sendo que seus laudos e certificados estão disponíveis no anexo 13. Verifica-se que os pontos amostrais estão localizados mais a leste da obra de ampliação do cais, devido à coleta ter sido realizada durante a maré de vazante. Este cenário, com determinada condição hidrodinâmica, foi pré-estabelecido, pois, nesta situação, seria possível verificar a influência da atividade portuária e urbana sobre a qualidade da água local. A abordagem amostral também permite identificar a possível influência da hidrodinâmica na dispersão das características químicas da qualidade da água, sendo que os pontos amostrais estão localizados tanto no canal de acesso ao terminal quanto no canal da Cotinga. Estes canais são as principais rotas de escoamento da água na região.

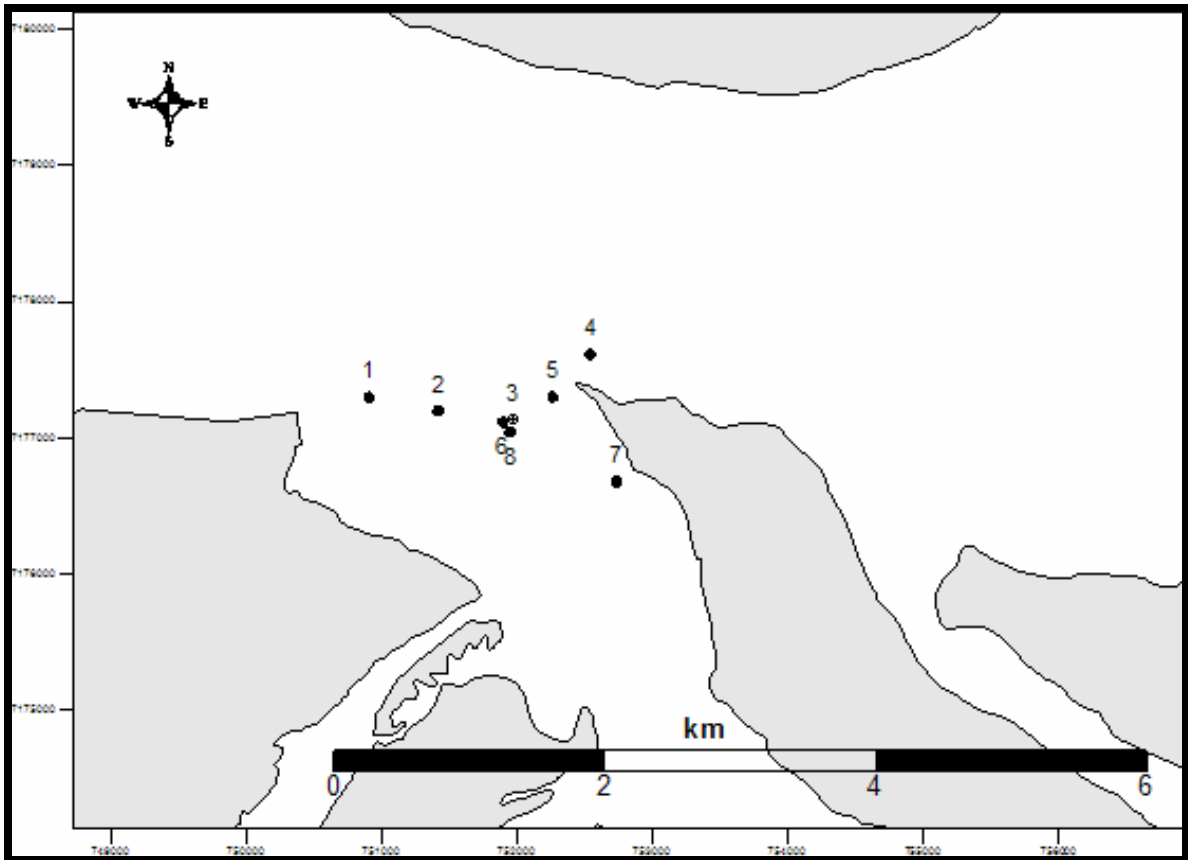


Figura 42 - Mapa com os pontos amostrais da coluna d'água.

Foram realizadas medidas *in-situ* de pH, salinidade e temperatura nas amostras de água coletadas, compreendendo tanto a camada superficial quanto a em profundidade.

A seguir estão descritos os métodos utilizados para as análises envolvidas:

- Parâmetros físico-químicos

Métodos Utilizados: AWWA-APHA-WPCI - Standard Methods for the Examination of water and wastewater; USEPA TEST METHODS – Physical/Chemical Methods (Environmental Agency Protection – EPA).

- Microbiológicos

Métodos Utilizados: AWWA-APHA-WPCI - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; USEPA TEST METHODS – Physical/Chemical Methods (Environmental Agency Protection – EPA).

- Toxicidade e floração de algas

Métodos Utilizados: AWWA-APHA-WPCI - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; USEPA TEST METHODS – Physical/Chemical Methods (Environmental Agency Protection – EPA), ABNT NBR 15411-2: 2006.

6.1.1.5 Qualidade do ar

Embora a implantação e operação do empreendimento não gerem, em grandes proporções, a emissão de poluentes atmosféricos daninhos à saúde humana, à fauna, à flora e à qualidade da água e do solo, é pertinente apontar que não existem quaisquer levantamentos de dados, monitoramento ou estudos suficientes que permitam a realização de uma análise, mesmo que preliminar acerca desta temática.

Mesmo assim, o monitoramento destas emissões, tanto veiculares quanto de equipamentos, deve estar previsto como medida para prevenir e mitigar os impactos correlatos, mesmo que de pequena significância.

6.1.1.6 Níveis de ruído

As medições dos níveis de ruído foram realizadas seguindo as especificações da NBR 10151.

6.1.2 Climatologia

O clima é resultado da ação de diferentes variáveis meteorológicas que atuando juntas, estabelecem padrões para as diferentes regiões. O seu estudo é de primordial importância e central no amplo campo da ciência ambiental.

A configuração climática de um local é influenciada por fatores estáticos e dinâmicos, que estipulam tipologia climática às regiões. A latitude, a distribuição das terras e das águas, a altitude e o relevo são exemplos de fatores estáticos, enquanto que as frentes, massas de ar, correntes oceânicas etc., representam os dinâmicos.

O Brasil, devido a sua grande extensão territorial possui, diferentes regimes climáticos, apresenta condições bastante diversificadas e influenciadas pela sua configuração geográfica. Dos estados brasileiros, 17 possuem parte do seu território com característica costeira.

O clima da planície costeira paranaense, segundo a classificação de KOEPPEN, é tipo Cfa, subtropical úmido mesotérmico com verão quente. O mesmo tipo climático ocorre na Serra do Mar até aproximadamente 700 metros de altitude, a partir da qual passa para o tipo Cfb, subtropical úmido mesotérmico com verão fresco.

6.1.2.1 Dinâmica atmosférica regional

As condições gerais dos tipos de tempo meteorológico, atuantes em uma região, estão relacionadas aos mecanismos de escala global, oriundos da circulação geral da atmosfera. Qualquer tentativa de entendimento da dinâmica atmosférica sobre uma área deve iniciar-se com uma visão mais global, na qual a localidade de interesse esteja inserida. A dinâmica da atmosfera pode ser compreendida a partir da movimentação dos sistemas atmosféricos (as massas de ar e as frentes a elas associadas), originados em células anticiclônicas e de deslocamento em direção às células ciclônicas; a participação dos mesmos na formação dos

diferentes tipos climáticos é resultante dos movimentos do ar em relação à superfície da Terra (horizontais e verticais) e em conjunto com a Terra. (AYOADE, 1983). De acordo com MENDONÇA (2001) quatro são os sistemas atmosféricos que definem o clima no sul do Brasil: “MPa (Massa Polar Atlântica, originária do Anticiclone Migratório Polar), MTa (Massa Tropical Atlântica, originária no Anticiclone Semifixo do Atlântico), MEc (Massa Equatorial Continental, originária no Anticiclone da Amazônia) e MTc (Massa Tropical Continental, originária da Depressão do Chaco)”.

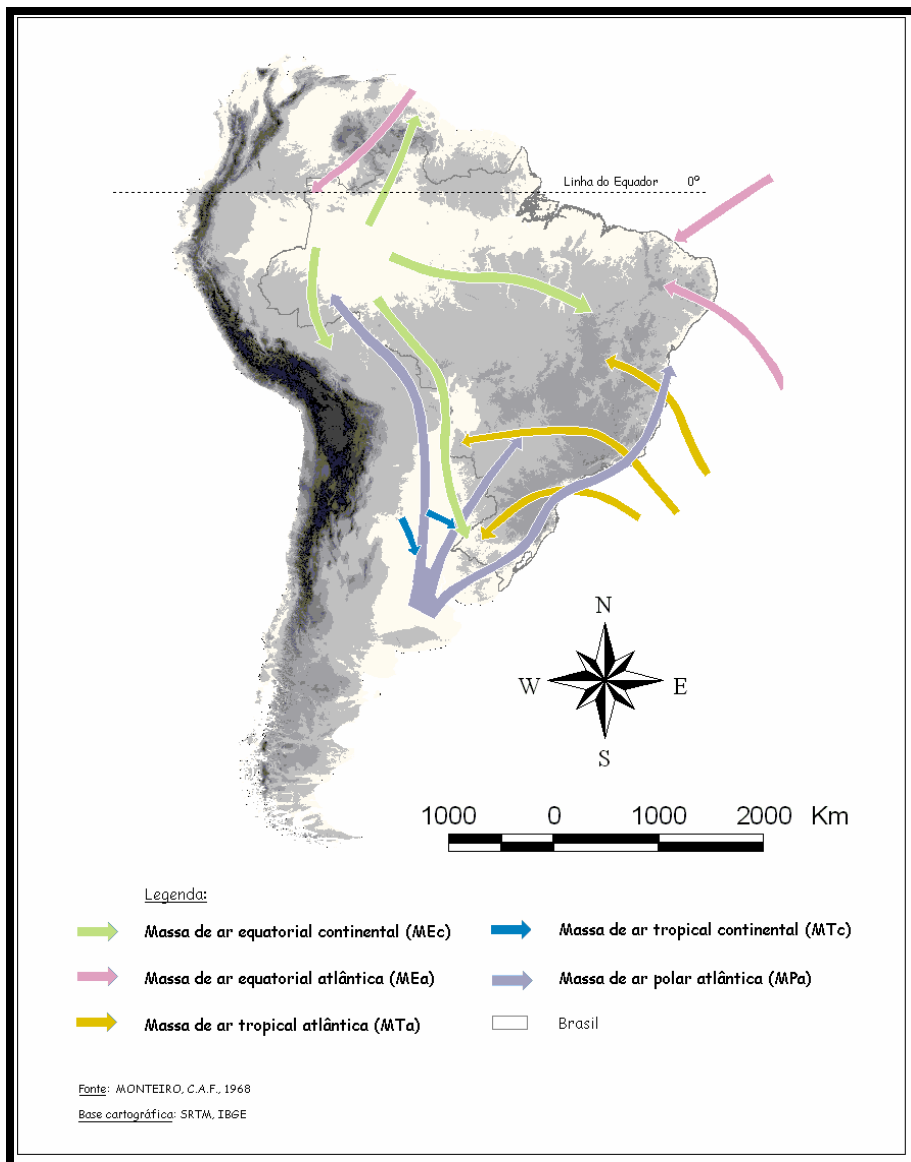


Figura 43 - Dinâmica das Massas de Ar atuantes no Brasil.

A atmosfera do litoral do Paraná é controlada na maior parte do ano pelo Anticiclone do Atlântico Sul, sendo que os sistemas mais atuantes são representados pela MTa e a MPa.

A MTa caracteriza-se por ser quente e úmida, com tendência a estabilidade pela subsidência e atua o ano todo no sul do Brasil. A MPa apresenta grande mobilidade; é originalmente muito estável, mas, à medida que se desloca para o norte e nordeste, a inversão desaparece e a massa de ar passa a ser instável. Para a região litorânea do Paraná, as passagens frontais da MPa são importantes reguladoras de chuvas, uma vez que promovem a instabilidade do ar (MONTEIRO, 1968).

6.1.2.2 Temperatura do ar

Existem vários fatores que de um modo geral influenciam na distribuição da temperatura na superfície da Terra, como a quantidade de insolação recebida, as características da superfície, à distância a partir dos corpos hídricos, o relevo, a origem dos ventos e correntes oceânicas.

Com o intuito de caracterizar a espacialidade da temperatura do ar sobre as bacias de drenagem da baía de Paranaguá, utilizaram-se os dados tratados e procedimentos metodológicos propostos por PAULA (2005). Além do mapeamento dos dados históricos de temperatura média, também foram espacializados os dados históricos de temperatura máxima média e temperatura mínima média.

Analisando-se os mapas representados a seguir, nota-se que as médias da temperatura média (anual e sazonal) apresentam-se da seguinte maneira:

- A média anual fica entre 19º e 21ºC na planície litorânea diminuindo nas regiões mais altas;

-
- Nas serras e nos morros, a média anual fica entre 15° e 17°C, chegando a menos nas altitudes elevadas;
 - No verão a média fica entre 22° e 24°C na planície, diminuindo para 19° e 21°C nas regiões mais altas, chegando à 17° e 18°C nos picos montanhosos;
 - No inverno, as médias ficam entre 15° e 17°C na planície, sendo que nas encostas e regiões mais altas atingem valores entre 13° e 14°C.

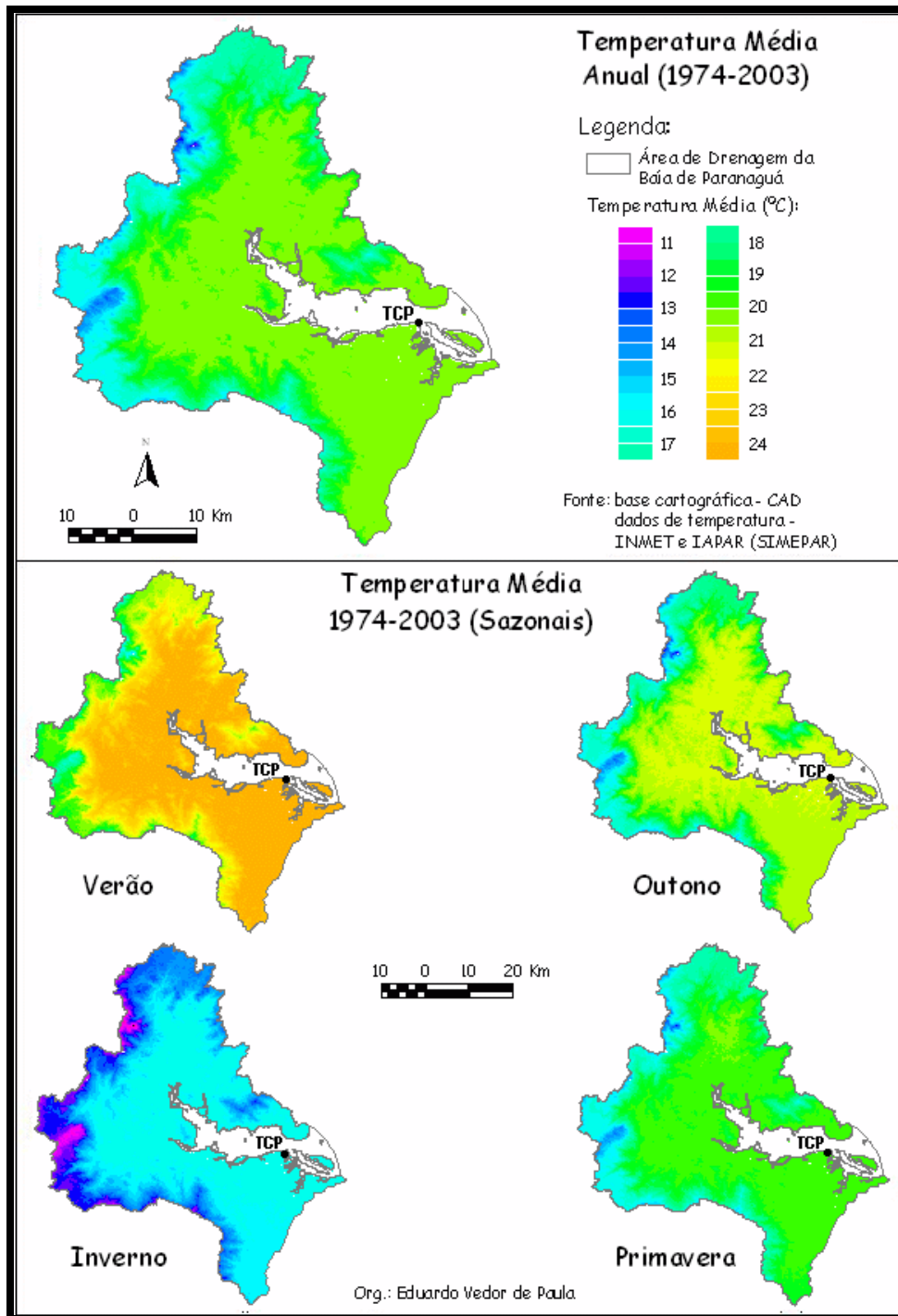


Figura 44 - Temperatura média nas bacias de drenagem da baía de Paranaguá (média histórica – 1974-2003).

Diante dos valores apresentados, deve-se ressaltar a grande influência que o relevo exerce na determinação das médias das temperaturas, além de outros fatores como a diferença de pressão e a maritimidade. Devido às altas altitudes

que chegam a ultrapassar os 1.800 metros, as regiões mais elevadas apresentam diferenças significativas nos valores médios de temperatura, em comparação às regiões mais baixas.

Considerando-se que os dados térmicos especializados correspondem a extrapolações de dados medidos pontualmente, optou-se por se realizar a análise de cada uma das estações existentes na área de drenagem da baía de Paranaguá, quais sejam: Paranaguá, Antonina e Morretes.

A temperatura média anual da região de **Paranaguá** é 21,3°C, sendo a maior dentre as demais estações analisadas. No verão, cuja média é de 24,9°C, destaca-se o mês de fevereiro com 25,3°C. No outono a média é de 22,2°C, diminuindo no inverno para 17,5°C, sendo mês mais frio o de julho com 17,1°C. Na primavera a média fica próxima da média anual marcando 20,5°C.

Para a região de **Antonina** verifica-se temperatura média anual de 20,6°C. No verão a média é de 24,1°C, sendo o mês de fevereiro o mais quente com 24,5°C. No outono a média é de 21,4°C diminuindo para 16,8°C no inverno que registra as menores medias com destaque para o mês de julho com média de 16,4°C. Na primavera, a média assim como em Paranaguá é semelhante à média anual, marcando 20,1°C.

A média de **Morretes** é 20,8°C, sendo que no verão (24,3°C) é que se registram as maiores médias, o mês de fevereiro demonstra-se como o mais quente com 24,7°C. No outono a média é 21,6°C, diminuindo consideravelmente para 16,9°C no inverno, quando se registra as menores médias com destaque para o mês de julho (16,5°C). Na primavera observa-se o valor de 20,2°C, o qual é ampliado posteriormente com a chegada do verão.

Com o objetivo de se identificar as regiões mais quentes das bacias em análise confeccionou-se uma prancha (figura 45) com os valores térmicos máximos médios anual e sazonais registrados no litoral do Paraná. Para a elaboração desta prancha fez-se uso das médias mensais das temperaturas máximas observadas diariamente em cada estação, considerando-se um período médio de 30 anos. De

modo semelhante confeccionou-se uma prancha para a identificação das localidades em que são observadas as menores temperaturas na região.

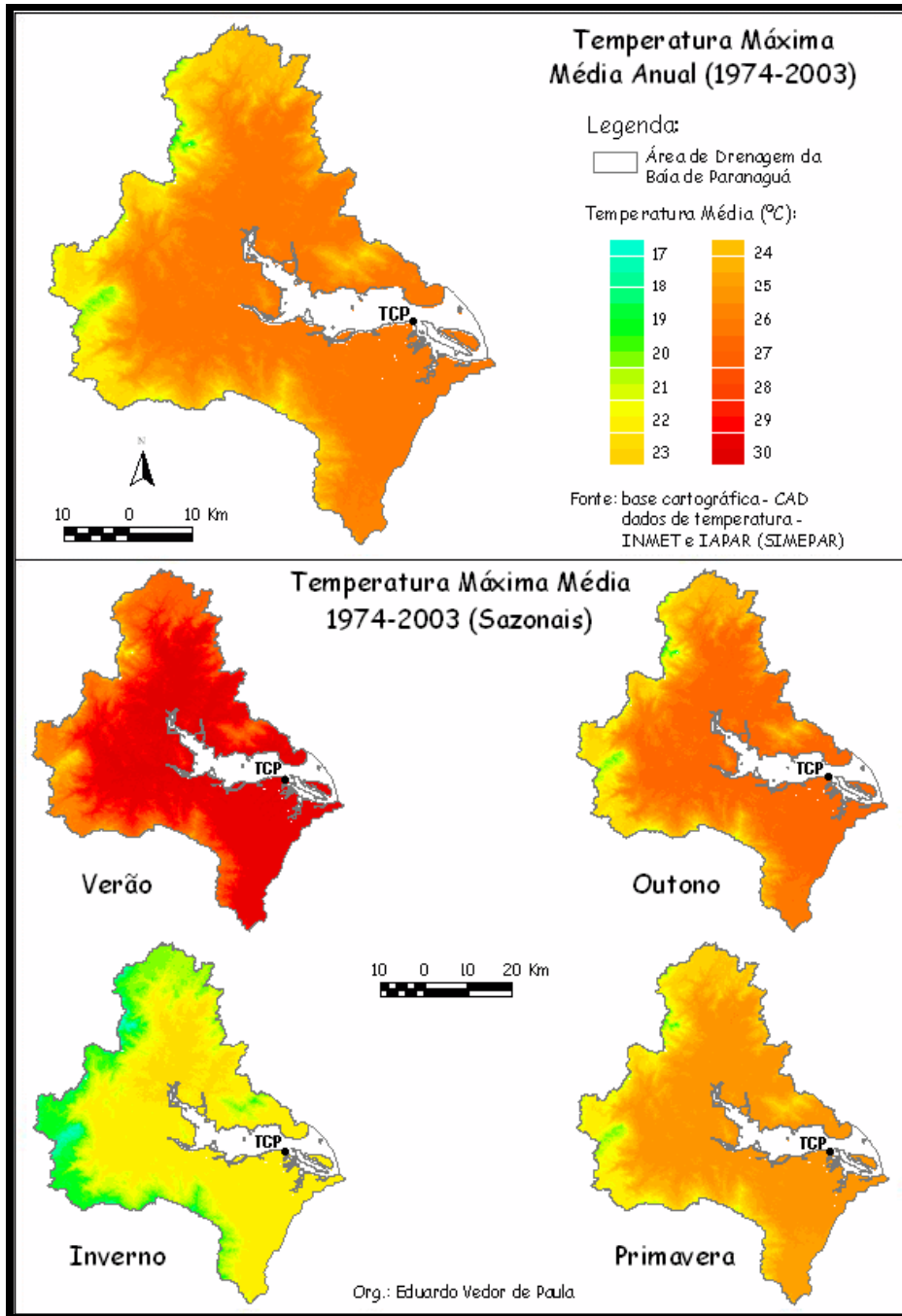


Figura 45 - Temperatura máxima média anual e sazonal nas bacias de drenagem da baía de Paranaguá (média histórica – 1974-2003)

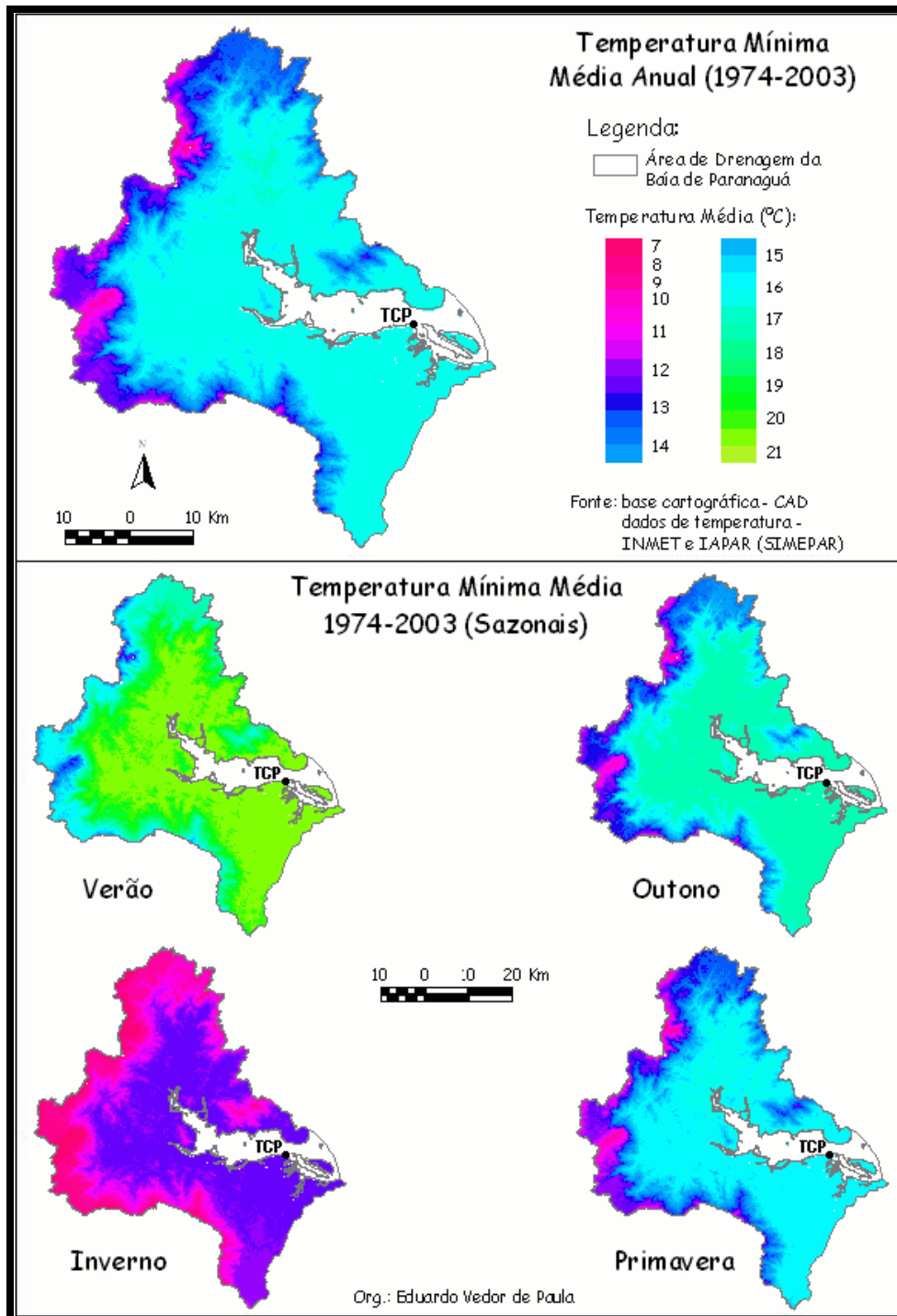


Figura 46 - Temperatura mínima média anual e sazonal nas bacias de drenagem da baía de Paranaguá (média histórica – 1974-2003)

Em relação aos mapas representados na (**figura 45**), nota-se que as médias da temperatura máxima (anual e sazonal) apresentam-se da seguinte maneira:

- A média anual fica entre 25º e 27ºC na planície litorânea diminuindo nas regiões mais altas;
- Nas serras e nos morros, a média anual fica entre 22º e 23ºC, chegando a menos em determinados períodos o ano;
- No verão a média fica entre 29º e 30ºC na planície, diminuindo para 25ºC e 27ºC nas áreas mais altas, chegando à 22º e 23ºC nos picos montanhosos;
- No inverno, as médias ficam entre 22º e 23ºC na planície, sendo que nas encostas e regiões mais altas atinge valores entre 19º e 20ºC.

A média de **Paranaguá** é 26,0ºC, sendo que, no verão, destaca-se o mês de fevereiro com média de 30,2ºC. No outono, a média é de 27,1ºC diminuindo no inverno para 22,5ºC, sendo mês mais frio o de julho com 22,4ºC. Na primavera, a média é de 24,8ºC, com destaque para o mês de novembro.

A média anual da temperatura máxima na região de **Antonina** é 26,5ºC. No verão, obteve-se como valor médio 30,1ºC, sendo o mês de fevereiro o mais quente com 30,6ºC. No outono, a média é de 27,2ºC, diminuindo para 23,1ºC no inverno. Na primavera, a média é 25,6ºC aumentando gradativamente durante os meses que caracterizam esta estação.

A média de **Morretes** é 26,2ºC, no verão (média de 29,9ºC) é que se registram as maiores temperaturas, sendo o mês de fevereiro o mais quente com 30,3ºC. No outono, a média é 26,9ºC diminuindo para 22,7ºC no inverno, que registra as menores médias com destaque para o mês de julho com média de 22,2ºC. Na primavera, a média da temperatura máxima é de 25,2ºC, ampliando posteriormente com a chegada do verão.

Analisando-se os mapas representados na (**figura 46**), nota-se que as médias da temperatura mínima (anual e sazonal) apresentam-se da seguinte maneira:

- A média anual fica entre 16° e 18°C na planície litorânea diminuindo com o aumento da altitude;
- Nas serras e nos morros, a média anual fica entre 11° e 13°C, chegando a menos nas áreas mais altas;
- No verão, a média fica entre 19° e 21°C na planície, diminuindo para 15° e 16°C nas regiões mais altas, chegando à 12° e 13°C nos picos montanhosos;
- Na primavera, as médias são semelhantes às médias anuais ficando entre 16° e 18°C na planície, diminuindo para 11° e 13° nas regiões mais altas.

A média anual da temperatura mínima da região de **Paranaguá** é 18 °C, sendo a maior dentre as demais estações analisadas. No verão, com a maior média de 21,6°C, destaca-se o mês de fevereiro com média de 22,1°C. No outono, a média é de 18,9°C diminuindo no inverno para 14,2°C, sendo mês mais frio o de julho com 13,7°C. Na primavera, a média fica próxima da média anual marcando 17,4°C.

A média anual da temperatura mínima na região de **Antonina** é 16,6°C. No verão, a média é de 20,0°C sendo a mais alta do ano, sendo o mês de fevereiro o mais quente com 20,4°C. No outono, a média é de 17,5°C diminuindo para 12,7°C no inverno que registra as menores medias com destaque para o mês de julho com média de 12,4°C. Na primavera, a média assim como em Guaraqueçaba é semelhante à média anual, marcando 16,2°C.

A média em **Morretes** é 17,3°C, sendo que no verão (média de 20,7°C) é que se registra as maiores médias sendo o mês de fevereiro o mais quente com 21,2°C. No outono, a média é 18,2°C diminuindo consideravelmente para 13,5°C no inverno, que registra as menores médias com destaque para o mês de julho com média de 13°C. Na primavera, a média da temperatura mínima é de 17,5°C crescendo posteriormente com a chegada do verão.

Ao examinar a sazonalidade da distribuição da temperatura no espaço geográfico do litoral 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, pois normalmente a temperatura do ar diminui à medida que a altitude aumenta. No inverno, além do relevo que pela força de atrito, orienta o desenvolvimento da MPa que, associando-se a altitude, provoca quedas importantes de temperatura nos lugares mais elevados, deve-se destacar que a variação da latitude assume também um papel muito importante. Já o efeito a maritimidade no inverno, conforme NIMER (1989), é justamente o oposto do que se verifica no verão.

Analisando o gráfico de temperatura para o município de Paranaguá (**figura 47**), nota-se que o período mais quente 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. De maneira geral, a temperatura se apresenta da seguinte maneira: no verão, sob domínio da MTa, registra-se as maiores médias, as quais diminuem a partir do mês de março, no outono. No inverno, por influência da MPa verifica-se os valores mais baixos, os quais aumentam progressivamente durante a primavera.

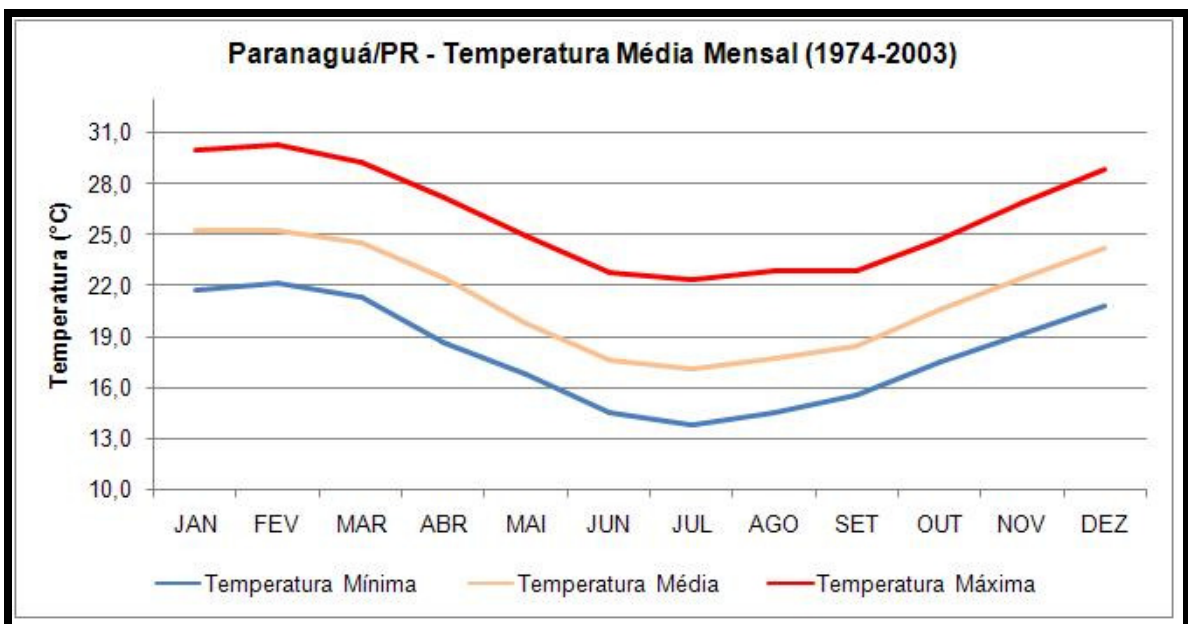


Figura 47 - Temperatura média mensal de Paranaguá.

6.1.2.3 Umidade relativa do ar

A umidade relativa é uma das formas de expressar o conteúdo de vapor existente na atmosfera. É definida como a 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 pela adição ou remoção de umidade do ar ou pela mudança de temperatura (IAPAR, 2000).

A média anual da umidade relativa do ar na região litorânea do estado do Paraná corresponde a 85%, sendo a evapotranspiração potencial anual entre 800 e 900mm, o que proporciona excedentes hídricos anuais superiores a 1.200mm (IAPAR, 1994).

Ao se observar a **figura 48**, na qual tem-se representada a sazonalidade da umidade do ar para o município de Paranaguá, verifica-se que no decorrer dos os meses, a umidade relativa se apresenta inversamente ao fator temperatura, ou seja, no verão as temperaturas aumentam e a umidade diminui, ocorrendo o inverso no inverno, onde as temperaturas médias são menores e a umidade aumenta. Cabe ressaltar que o valor médio anual da umidade para Paranaguá é de 86,5%.

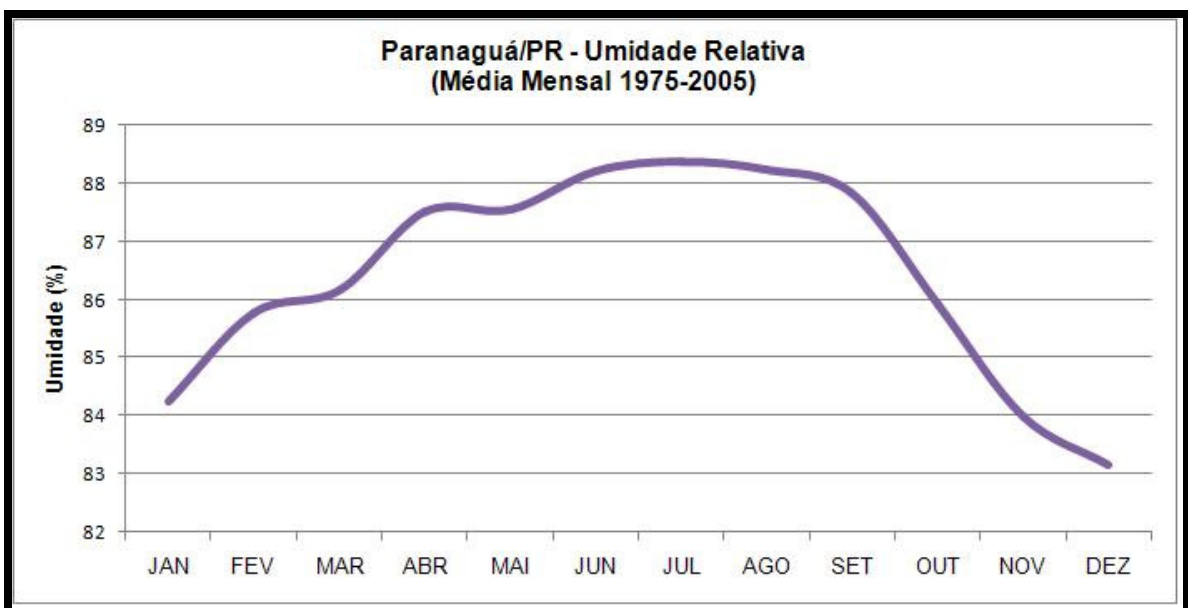


Figura 48 - Umidade relativa do ar média mensal de Paranaguá.

6.1.2.4 Ventos

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 do vento predominante foram obtidos apenas para as estações de Antonina e Morretes. Para a primeira delas, conforme a **Figura 49**, nota-se um predomínio do vento sul, ao considerar-se os diferentes horários de registro. As 9 horas, o vento predominante nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro é sul e nos meses de maio, junho e julho predomina o vento oeste dentro da escala temporal analisada. Às 15 horas, os meses de agosto e setembro apresentam vento predominante de sudeste, sendo que nos demais meses predomina o sul. No horário das 21 horas é que a direção predominante dos ventos apresenta uma maior variação, sendo que predomina o vento sul nos meses de janeiro, fevereiro, abril, outubro, novembro e dezembro, vento sudoeste em março, maio, junho, julho e agosto e sudeste em setembro.

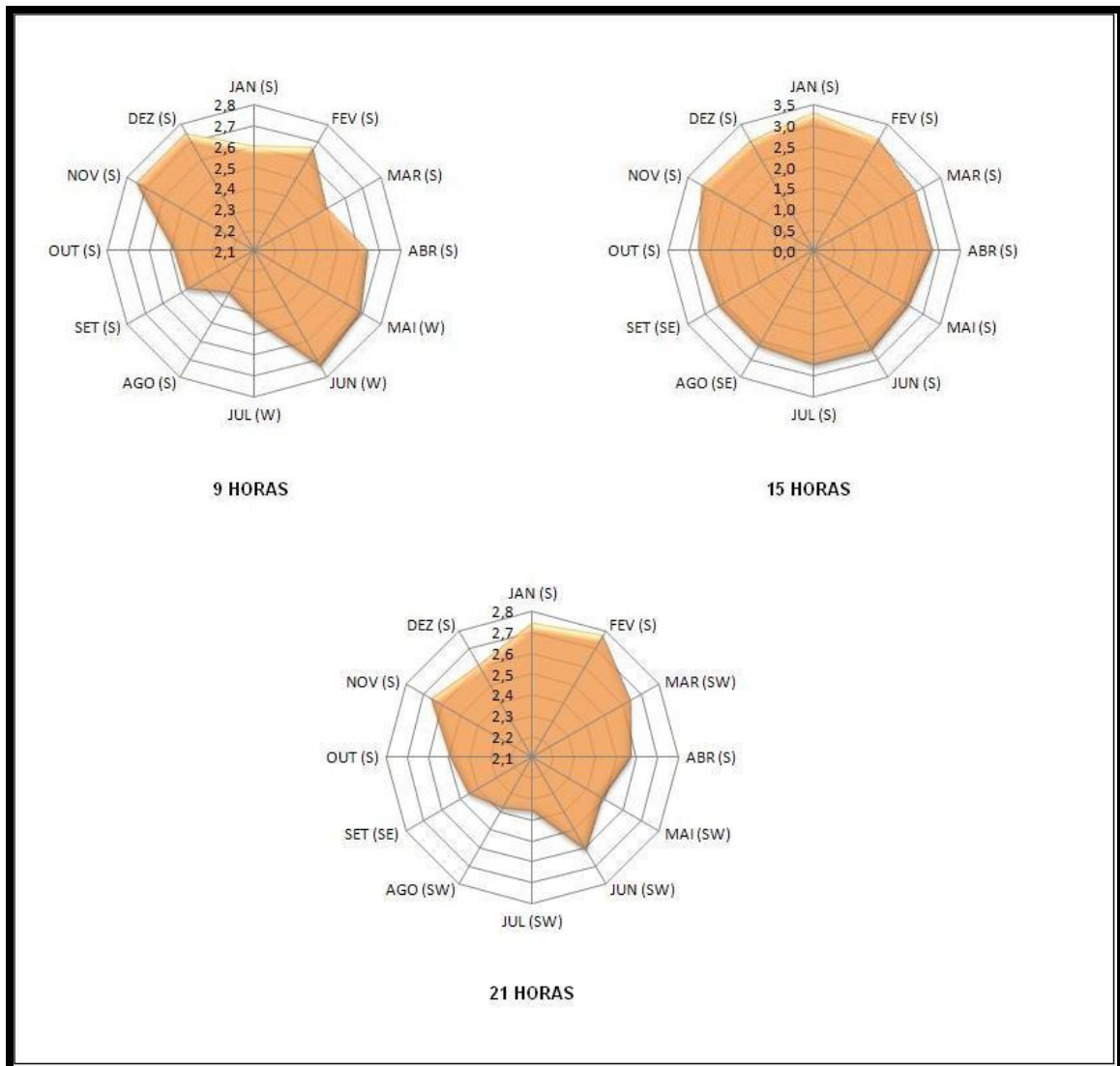


Figura 49 - Direção e velocidade média do vento predominante (Antonina – 1986-1999)

Em relação à velocidade média dos ventos, não se verifica uma variação significativa entre os meses e horários analisados. A média para as 9 e 21 horas é de 2,6 m/s, sendo 2,8 m/s as 15 horas.

Em Morretes, conforme se verifica na **figura 50**, a direção predominante às 9 horas é nordeste e sudoeste com velocidade média de 0,7 m/s. Às 15 horas, a direção predominante é nordeste com velocidade média do vento de 2,4 m/s. Às 21 horas, as direções predominantes são sudoeste e nordeste, com velocidade média de 1,2 m/s.

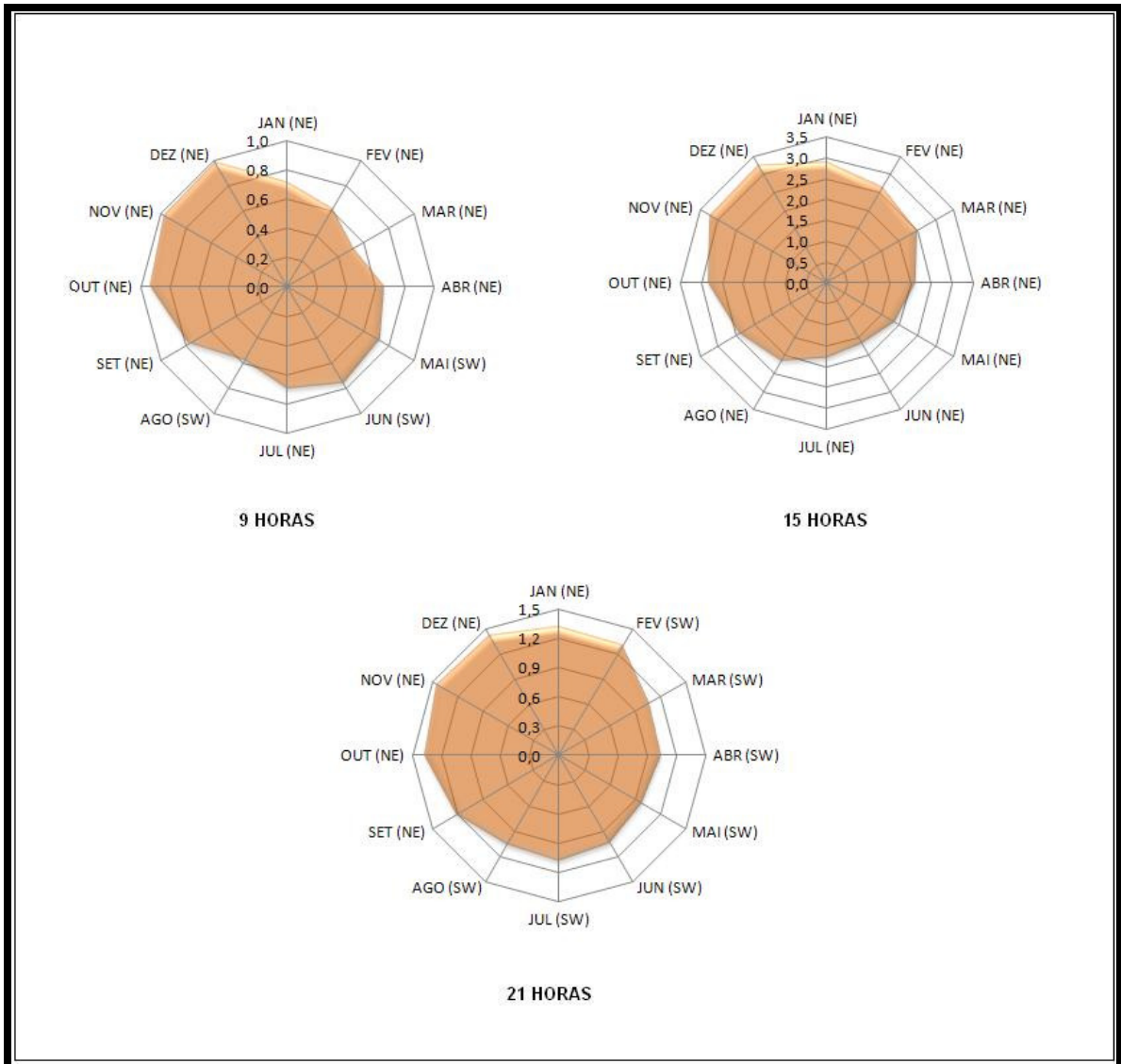


Figura 50 - Direção e velocidade média do vento predominante (Morretes – 1986-1999).

Devido à proximidade com o mar, as regiões litorâneas apresentam algumas variações no comportamento dos ventos durante o dia, principalmente devido à diferença térmica entre os corpos hídricos e estáticos que provoca as chamadas brisas terrestres e marinhas, sendo esta última durante o dia e a terrestre à noite. Este comportamento é verificado quando se percebe o predomínio de ventos sul e sudoeste durante o dia e a presença considerável do vento sudoeste às 21 horas.

6.1.2.5 Insolação e nebulosidade

A insolação apresenta variações significativas ao longo do ano. De acordo com a **figura 51**, a insolação média mensal para os municípios de Antonina e Morretes, revela uma variação diretamente influenciada pelos fatores dinâmicos e estáticos atuantes na região. Nos meses de verão, 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 não apresentam diferenças significativas em relação aos meses de verão, pois outro fator que influi diretamente na insolação é o percentual de nebulosidade.

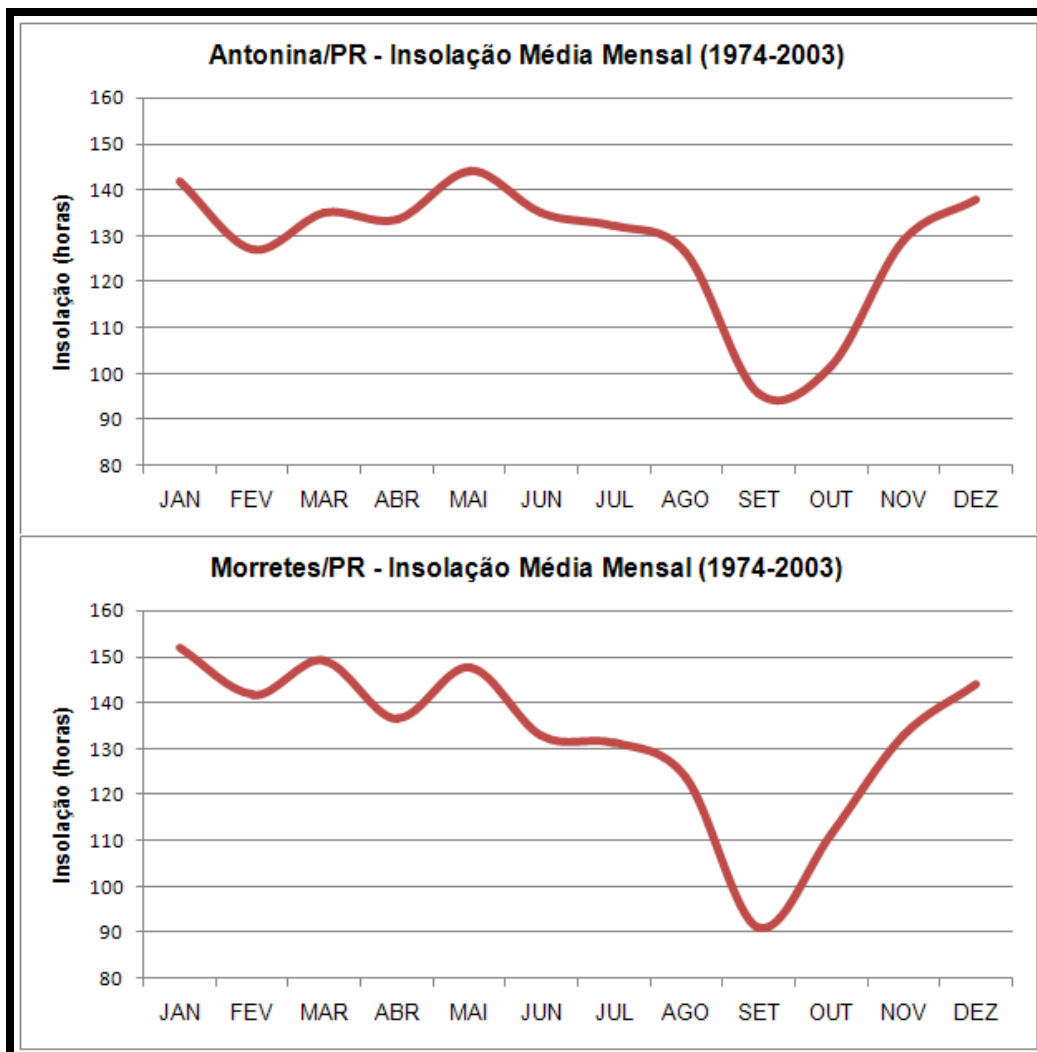


Figura 51 – Insolação média mensal de Antonina e Morretes.

Em relação à análise da nebulosidade, também foram utilizados os dados das estações climatológicas de Antonina e Morretes (**Figura 52**). Para a avaliação deste elemento atmosférico, uma escala de 0 a 10 de índice de cobertura de nuvens foi considerada, sendo que quanto mais alto os valores, maior é a cobertura do céu no horário determinado. Em Antonina, a média anual de nebulosidade é de 70% às 9 e 15 horas e 80% às 21 horas. Não há uma variação significativa durante o ano, sendo que os maiores índices são representados pelos meses de setembro e outubro com 85% de média. É importante colocar que os valores médios anuais não são representativos a todos os períodos do ano, que podem apresentar índices inferiores ao levantado.

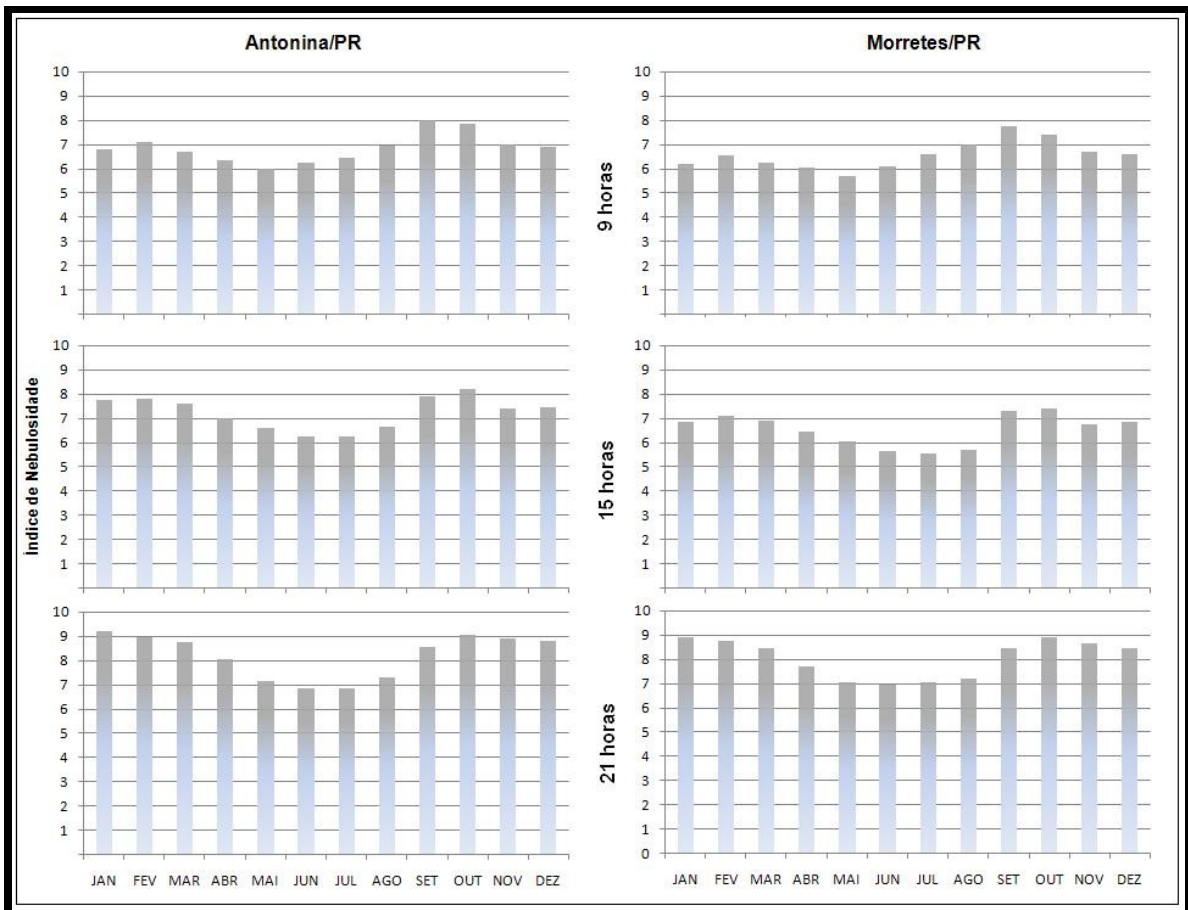


Figura 52 – Nebulosidade média mensal de Antonina e Morretes.

Devido à proximidade com a estação de Antonina, os dados de Morretes apresentam-se de maneira semelhante, tanto que as médias anuais para os três

horários denotaram os mesmos valores. Quanto aos dados mensais, assim como em Antonina os meses de setembro e outubro destacam-se com índice de aproximadamente 80%.

Os índices de nebulosidade afetam os demais fatores meteorológicos, como por exemplo, a insolação que apresenta para a região as menores médias principalmente nos meses mais nebulosos, setembro e outubro.

6.1.2.6 Pluviosidade

A pluviosidade é uma das mais importantes variáveis meteorológicas para os estudos climáticos. Essa importância deve-se a sua função dentro da dinâmica climática e de seu comportamento no espaço e no tempo.

Com o intuito de caracterizar a precipitação na área de drenagem da baía de Paranaguá, foram utilizados os dados de 20 estações pluviométricas e meteorológicas, as quais encontram-se listadas na **tabela 19**. A posição geográfica das mesmas é demonstrada na **figura 53**.

Tabela 19 - Estações selecionadas para a caracterização da precipitação nas bacias de drenagem da baía de Paranaguá

Código	Estação	Latitude	Longitude	Altitude	Período	Operador
83844	Paranaguá	-25,5333	-48,5166	4,5	1961-2005	INMET
2548000	Morretes	-25,4667	-48,8331	8,0	1939-2005	ANA
2548002	Véu de Noiva	-25,4331	-48,9500	680,0	1940-1996	ANA
2548003	Colônia Cachoeira	-25,2331	-48,7500	80,0	1946-2005	ANA
2548023	Guaraqueçaba (Costão)	-25,3000	-48,2700	10,0	1975-2005	SUDERHSA
2548025	Limoeiro	-25,3167	-48,7000	8,0	1939-1952	ANEEL
2548035	Morro Grande	-25,9500	-48,7000	15,0	1973-2000	SUDERHSA
2548027	Marumbi	-25,5058	-48,8742	60,0	1948-2005	SUDERHSA
2548036	Posto Fiscal Km 309	-25,0833	-48,6000	702,0	1974-1994	SUDERHSA

Código	Estação	Latitude	Longitude	Altitude	Período	Operador
2548038	Morretes	-25,5000	-48,8170	59,0	1966-2005	IAPAR
2548039	Guaraqueçaba	-25,2600	-48,5300	40,0	1978-2005	IAPAR
2548043	Bananal	-25,1800	-48,4000	16,0	1975-2005	SUDERHSA
2548044	Passo do Vau	-25,2000	-48,4700	73,0	1974-2005	ANA
2548046	Fazenda Bom Jesus	-25,3331	-48,6000	216,0	1974-2001	SUDERHSA
2548047	São João da Graciosa	-25,3831	-48,8667	159,0	1974-2005	SUDERHSA
2548049	Colônia Santa Cruz	-25,6167	-48,6000	79,0	1974-1994	SUDERHSA
2548051	Cubatão	-25,8167	-48,7500	12,0	1974-1997	SUDERHSA
2548052	Ilha do Ro Claro	-25,8128	-48,9236	237,0	1974-2005	SUDERHSA
2548068	Antonina	-25,4331	-48,7667	74,0	1974-2005	SUDERHSA
2548070	Antonina	-25,2400	-48,7500	60,0	1977-2005	IAPAR

Para a obtenção dos mapas de precipitação pluviométrica fez uso do método de interpolação *Spline* tensionado, implementado na extensão *Spatial Analyst* do software *ArcGIS 9.2*. Este método de interpolação utiliza uma expressão polinomial para ajustar uma superfície analítica que inclua todos os pontos amostrais. O objetivo é que a interpolação dos valores para cada célula do *grid* gere uma superfície, na qual a declividade em todos os pontos seja obtida, minimizando-se a curvatura total. Maiores detalhes deste método são encontrados em MITASOVA e MITAS (1993), MITASOVA e HOFIERKA (1993), MITAS e MITASOVA (1999).

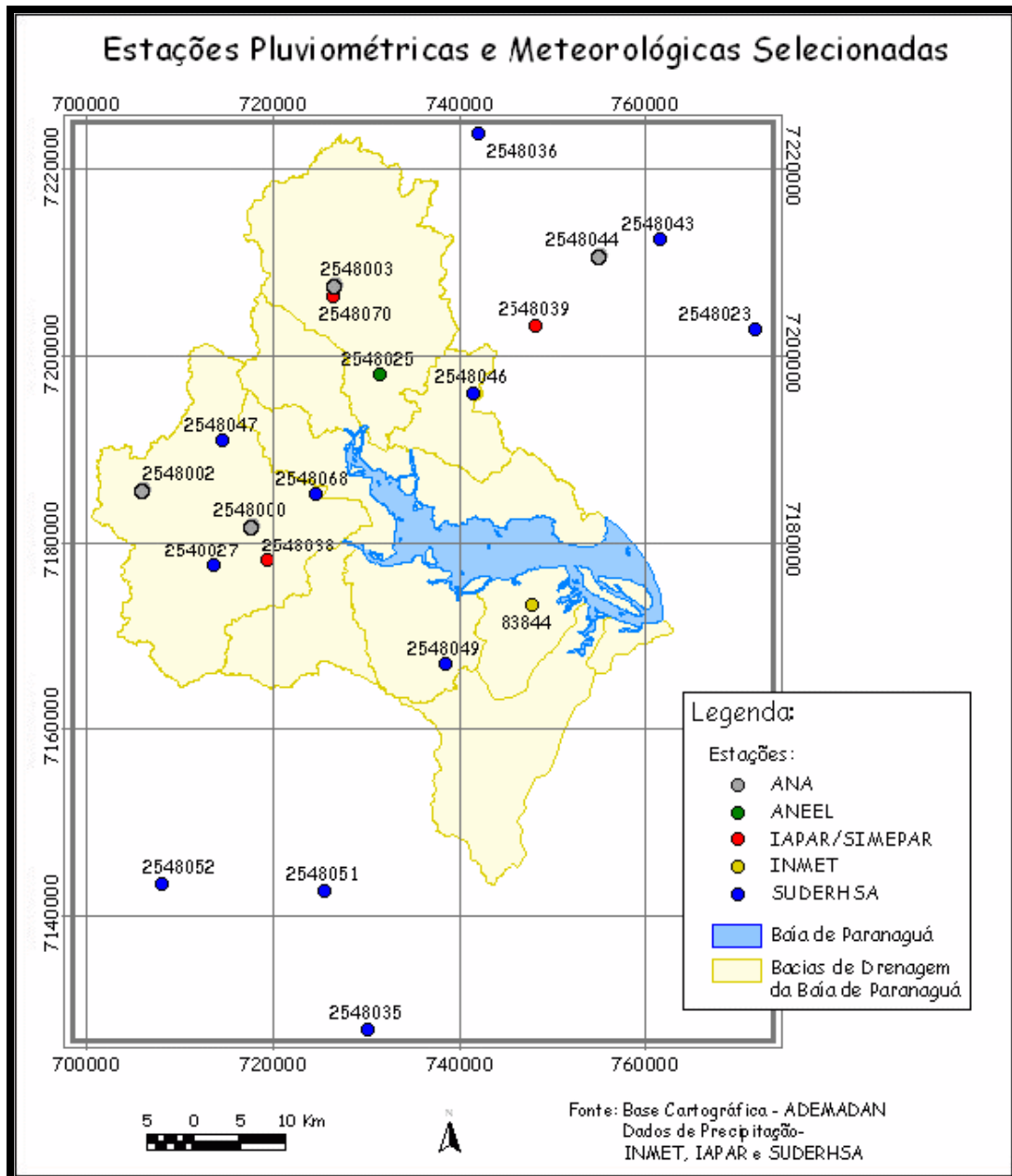


Figura 53 – Estações pluviométricas e meteorológicas seleccionadas para a caracterização da pluviosidade das bacias de drenagem da baía de Paranaguá.

A configuração espacial da pluviosidade anual está demonstrada na **figura 54** e da pluviosidade sazonal na **figura 55**.

A porção litorânea do Paraná apresenta os mais elevados totais anuais pluviométricos do estado, superando os 2.000 mm, conforme se verifica na figura 54. No entanto, os totais anuais pluviométricos observados na vertente leste da

Serra do Mar, estão entre os valores mais expressivos do país, já que supera o total acumulado anual de 3.400 mm, conforme se verifica na estação do Véu da Noiva, situada a 680 metros de altitude. Porém, vale ressaltar que dentro da área estudada o ponto mais alto atinge os 1.871 metros, o que provavelmente indica a existência de porções cujos totais pluviométricos sejam ainda maiores.

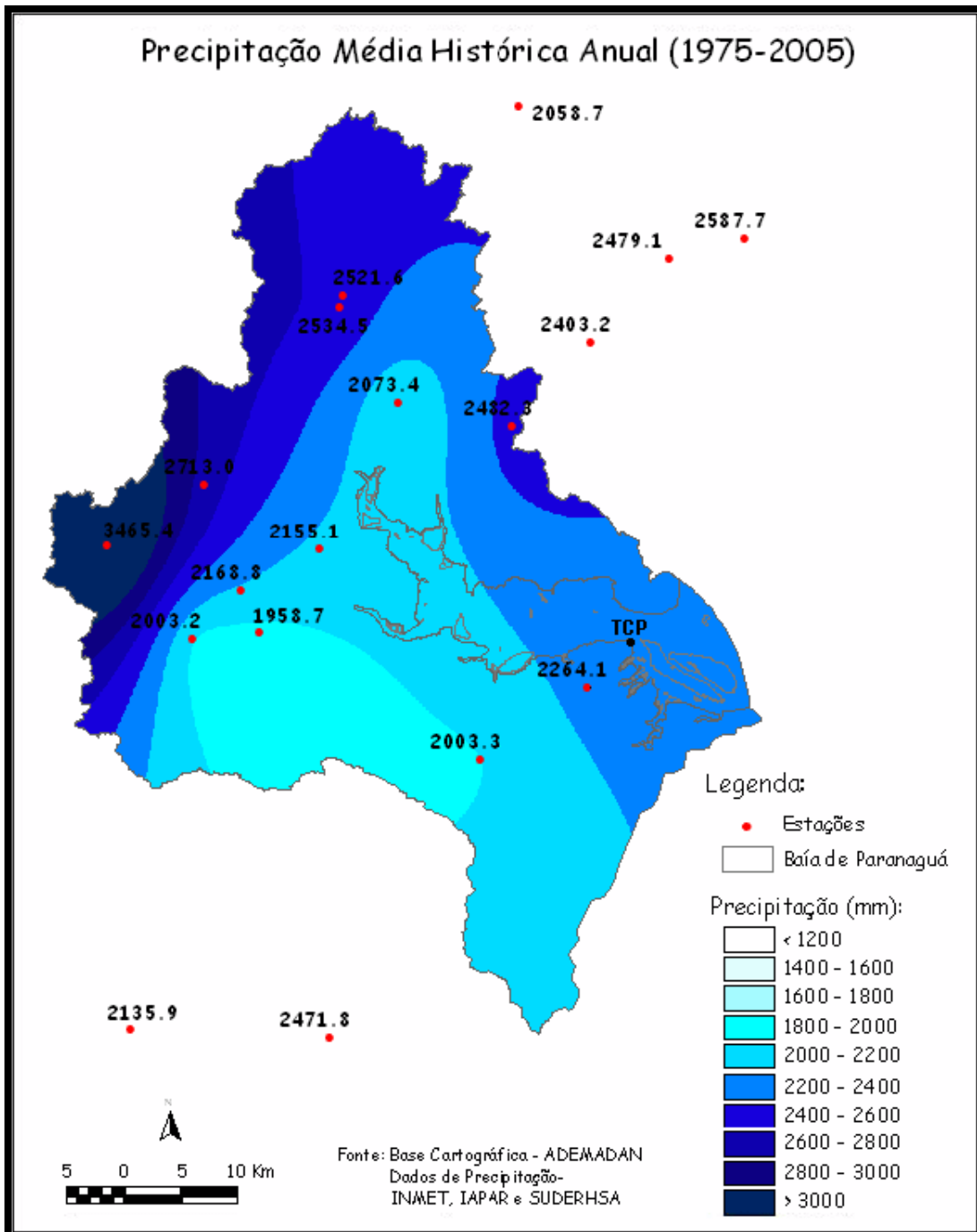


Figura 54 - Precipitação pluviométrica média anual nas bacias de drenagem da baía de Paranaguá (média histórica – 1975-2005)

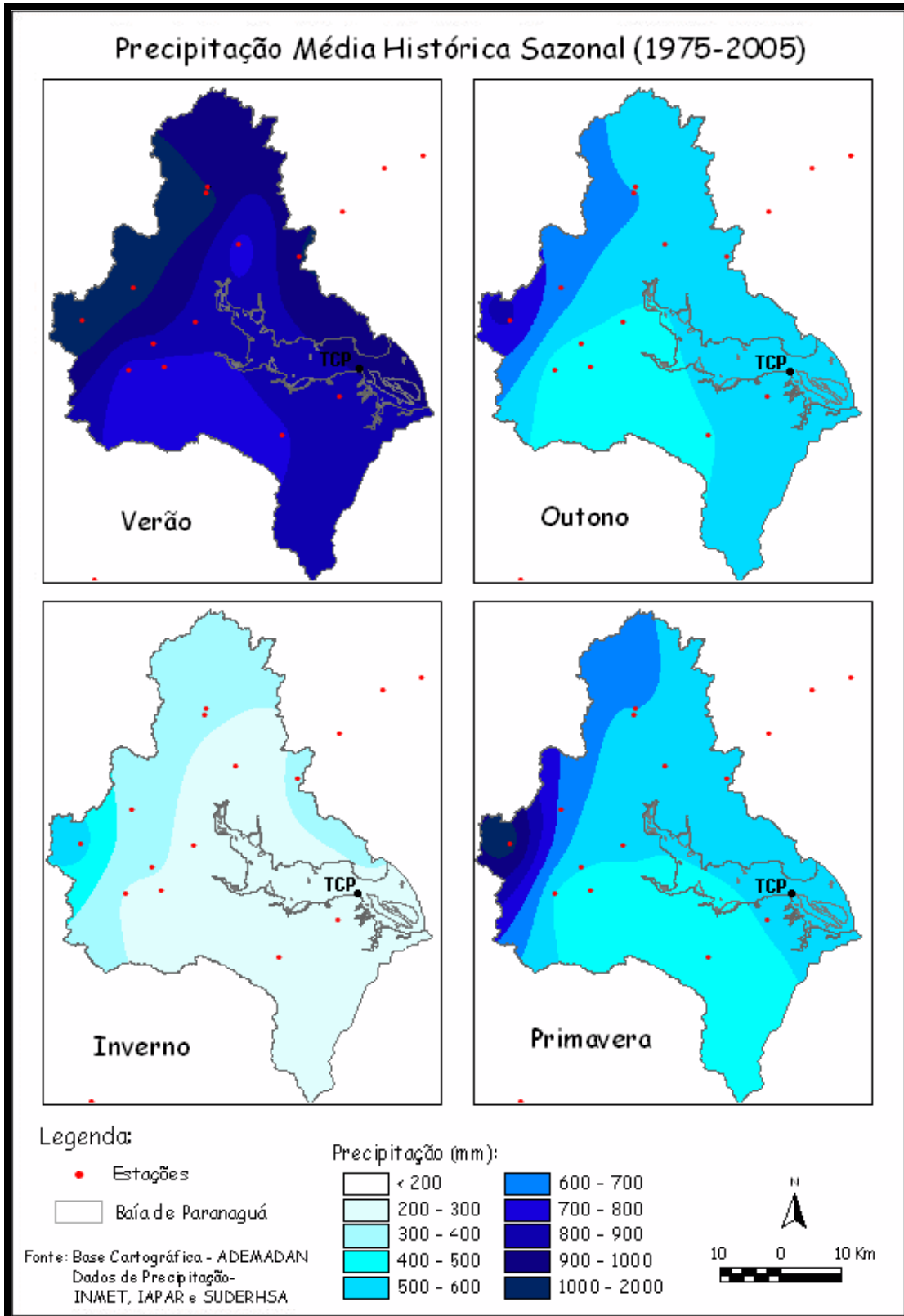


Figura 55 - Precipitação pluviométrica média sazonal nas bacias de drenagem da baía de Paranaguá (média histórica – 1973-2002)

A média pluviométrica anual no litoral do Paraná é de 2.435,8mm, sendo que o valor máximo é registrado na estação Vêu de Noiva (2548002), situada em Morretes, cuja média corresponde a 3.465,4mm. Enquanto que o menor valor é registrado na estação de Morretes (2548038) com média de 1.958,7mm.

Observando-se as figuras anteriores e considerando-se a configuração do relevo da área em análise, deve-se mencionar que a inexistência de estações de medição corrobora em evidentes extrapolações na espacialidade das chuvas para determinadas áreas. Por exemplo, a pluviosidade é elevada em toda a porção leste da área e não apenas nas proximidades da estação Vêu da Noiva. Na porção sul, encontra-se um importante divisor de drenagem (Serra da Canavieras e Serra da Prata), no qual nenhuma estação está posicionada, existem estações ao norte e ao sul deste divisor que são regiões mais baixas, portanto, o núcleo de menor pluviosidade que pode ser claramente visualizado na figura 54, não se estende até o limite sul da bacia de drenagem da baía de Paranaguá.

Quanto a sazonalidade das chuvas no litoral (figura 55), deve-se destacar a considerável abundância de precipitações que ocorrem no verão, época do ano em que predomina a atuação da MPa. O aquecimento basal e acentuação de instabilidade desta massa de ar, fomentada pelo efeito orográfico do sistema atlântico, responde pela acentuação da pluviosidade.

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, sobretudo nesta época do ano, aspecto que favorece o desenvolvimento de processos erosivos e por conseqüência assoreamento dos rios e da própria baía.

Os meses de inverno são climatologicamente caracterizados pelas baixas temperaturas e pela redução significativa dos episódios de chuva. Os principais sistemas meteorológicos que provocam precipitação neste período são as frentes frias. Estes sistemas geralmente não provocam acumulados significativos.

No que é referente a pluviosidade média mensal do município de Paranaguá (figura 56), nota-se que o período com maior intensidade pluviométrica corresponde aos meses de verão, destacando-se janeiro e fevereiro, cujas médias são de 343,4 mm/ano e 305,2 mm/ano respectivamente. O período com menor média pluviométrica é o inverno, quando no mês de agosto o total pluviométrico oscila entre 80 a 110 mm.

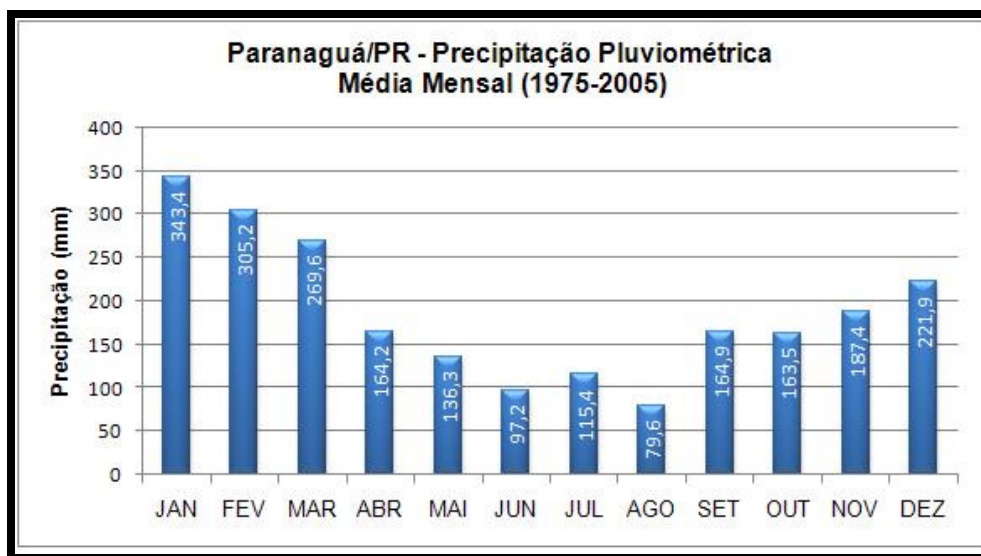


Figura 56 – Pluviosidade média mensal em Paranaguá (média histórica – 1975-2005)

De acordo com a figura 57, nota-se que os eventos de elevada pluviosidade ocorrem, sobretudo nos meses de janeiro, fevereiro e março. Apenas no mês de fevereiro, por exemplo, foram registrados 43 eventos com precipitação superior a 50 mm em 24 horas no município de Paranaguá. Destes, dez superaram o 75 mm, outros seis superaram os 100 mm, à medida que cinco foram superiores a 125 mm.

Ao se considerar a série histórica (1975-2005) da estação meteorológica de Paranaguá, conforme representado na figura 58, verifica-se que a precipitação mais expressiva registrada ocorreu em 25/01/2004, quando se registrou 295,8mm em 24 horas.

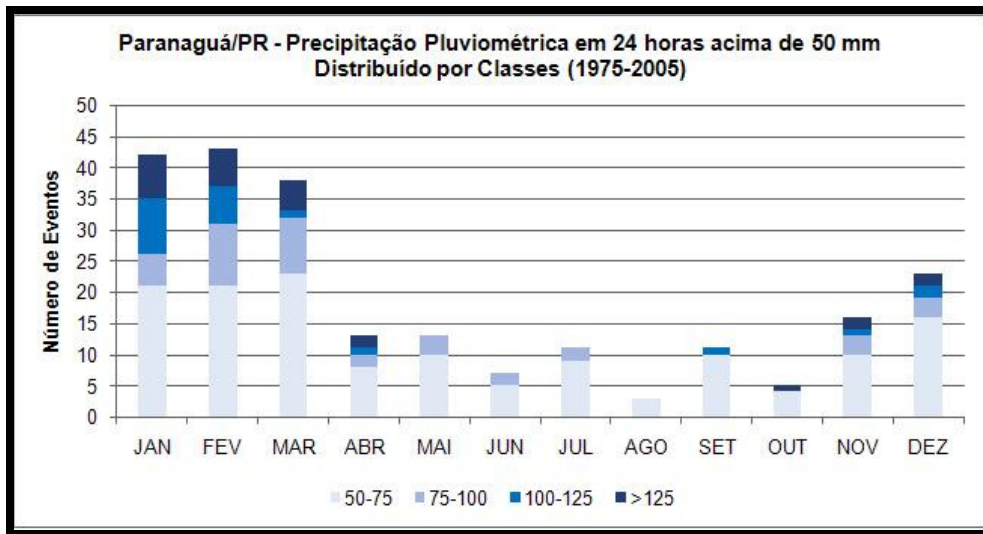


Figura 57 – Eventos pluviométricos superiores a 50 mm em 24 horas no município de Paranaguá (1975-2005)

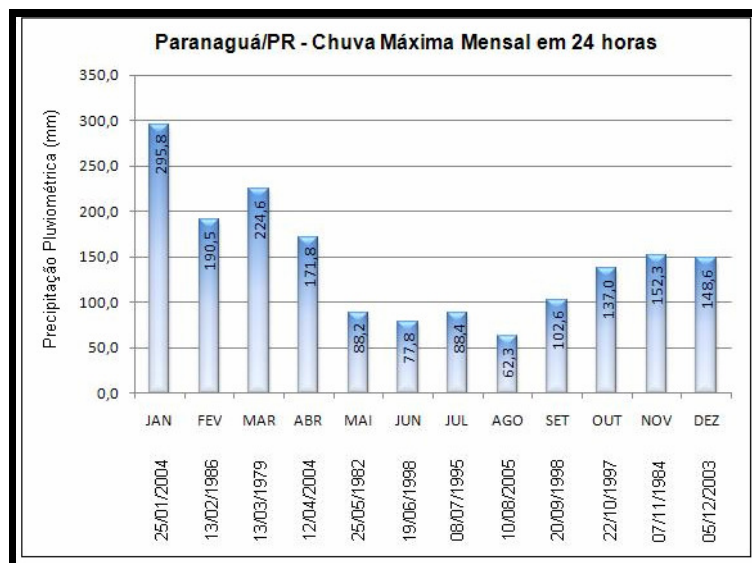


Figura 58 – Chuva máxima mensal no período 1975-2005 em Paranaguá

É pertinente salientar que eventos de precipitação superiores a 40 mm em 24 horas já são responsáveis por problemas de alagamentos e enchentes em cidades como Curitiba e São Paulo (PAULA, 2003). Confrontando notícias de

jornal (Folha do Litoral) com dados de precipitação da cidade de Paranaguá, verificou-se que eventos de cerca de 30 mm já são capazes de ocasionar enchentes nas porções mais baixas daquele município, sobretudo em condições de maré alta.

Ao se efetuar a análise mensal do número de dias com chuva em Paranaguá (figura 59), verifica-se que o mês com maior número é janeiro, com uma média de 21 dias com chuva, sendo este também o mais chuvoso. Além de janeiro, os meses de dezembro, fevereiro e março também apresentam médias superiores a 17 dias com chuva. O mês com menor número de dias de chuva é o de junho com média de 11 dias de chuva.

A precipitação pluviométrica, em geral, apresenta uma variação significativa do seu total anual, a qual está relacionada à dinâmica climática regional em conjunto com os fatores estáticos. Para o município de Paranaguá, conforme se observa na figura 60, tem-se um comportamento onde esta variação torna-se evidente. Predominante os valores revelam-se como sendo superiores à média histórica, contudo no período entre os anos de 1984 a 1992, verificaram-se totais em sua maioria abaixo da média. Estes fatos podem ser explicados, por exemplo, pela atuação de fenômenos climáticos como o El Niño que contribui para o aumento da pluviosidade como no ano de 1998 e a La Niña que provoca um efeito contrário, diminuindo o total como no ano de 1985.

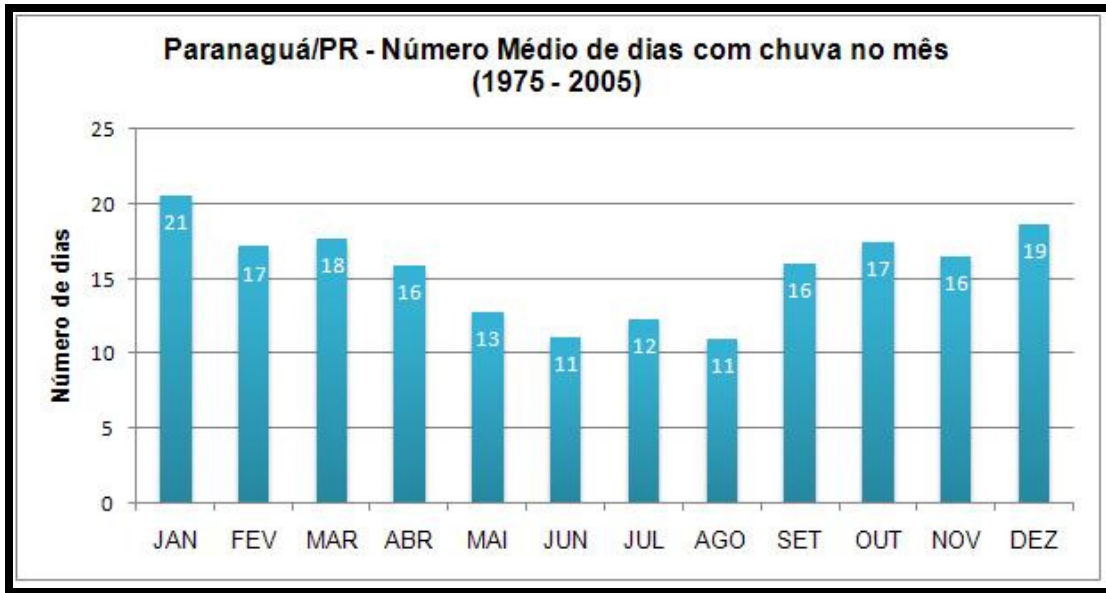


Figura 59 – Número médio de dias com chuva no mês (Paranaguá)

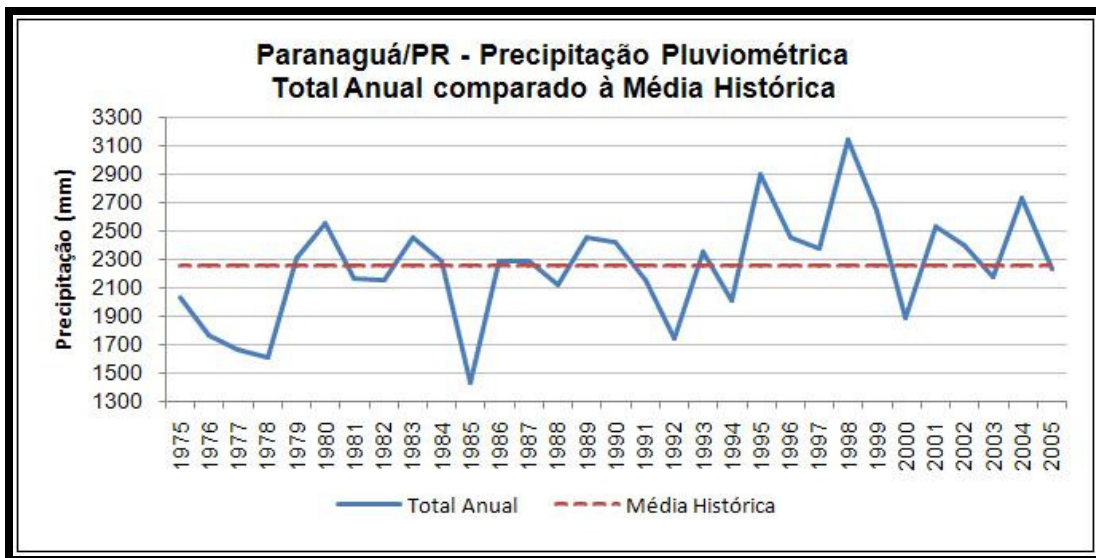


Figura 60 – Variação interanual da pluviosidade em Paranaguá (1975-2005)

Alguns pesquisadores discutem o fato deste crescente percentual no total pluviométrico nos últimos anos, como verificado na estação de Paranaguá, estar ligada aos efeitos das mudanças climáticas verificadas no âmbito global, porém não é possível afirmar esta hipótese levando em consideração uma única variável, bem como a limitada série histórica de dados disponível.

6.1.2.7 Considerações finais

No âmbito da discussão climática, não se verificou a necessidade da discussão da AID do empreendimento. Assim, esta abordagem se desenvolveu a partir do recorte relativo à AII (área de drenagem da baía de Paranaguá). Para tanto, foram considerados os dados das estações meteorológicas de Paranaguá, Antonina e Morretes, à exceção da análise da pluviosidade, quando também foram utilizados os dados de outras 17 estações (pluviométricas).

Dentre os aspectos referentes à caracterização climática e dos condicionantes meteorológicos, contemplados pelo termo de referência para implantação e operação do novo cais do TCP, deve-se mencionar que todos foram devidamente abordados. Sendo que não estão previstos quaisquer impactos positivos ou negativos no clima provenientes da implantação e operação do empreendimento. Deve-se fazer apenas a ressalva de que condições meteorológicas adversas possam provocar alterações futuras nos cronogramas tanto de implantação quanto de operação do empreendimento.

6.1.3 Geologia e geomorfologia

6.1.3.1 Geologia

Com relação às bacias mesozóico-cenozóicas da margem continental brasileira, o litoral do Paraná se localiza na borda da bacia de Santos. Segundo Fuck *et al.* (1969), os principais alinhamentos no embasamento são predominantemente de direção NE-SW. Na região de Paranaguá-Guaratuba, atingem orientação N20° - 30° E até N-S. Ao norte da baía de Paranaguá, os alinhamentos mudam de direção para N50° - 60° E e, próximos à costa, fixam-se em N30° - 40° E. Dentre as estruturas regionais, destaca-se o Arco de Ponta Grossa, reconhecido por Sanford & Lange (1960 *apud* Almeida, 1976).

O Arco de Ponta Grossa é uma estrutura alongada, cujo eixo tem orientação NW. Ferreira (1982) definiu quatro grandes alinhamentos tectônicos que delimitam compartimentos do Arco de Ponta Grossa, com grande densidade de diques e soleiras de diabásio. Os alinhamentos São Jerônimo-Curiúva e Rio Alonzo, de orientação NW, passam pelo litoral norte e sul do Paraná respectivamente. O tectonismo Cenozóico, segundo Asmus & Ferrari (1978), resultou essencialmente em falhamentos normais com até 3.000 m de rejeitos verticais, ao longo de linhas de fraqueza pré-cambrianas, dando lugar ao deslizamento gravitacional de blocos, os quais atualmente se expressam por escarpas de linha de falha, tais como a Serra do Mar (Almeida, 1976; Asmus & Ferrari, 1978). Com relação à neotectônica, Riccomini *et al.* (1989) referem-se ao “sistema de *rift* da Serra do Mar”, falhamentos de provável idade Pleistoceno Superior - Holoceno, possivelmente ativas até o presente (figura 61).

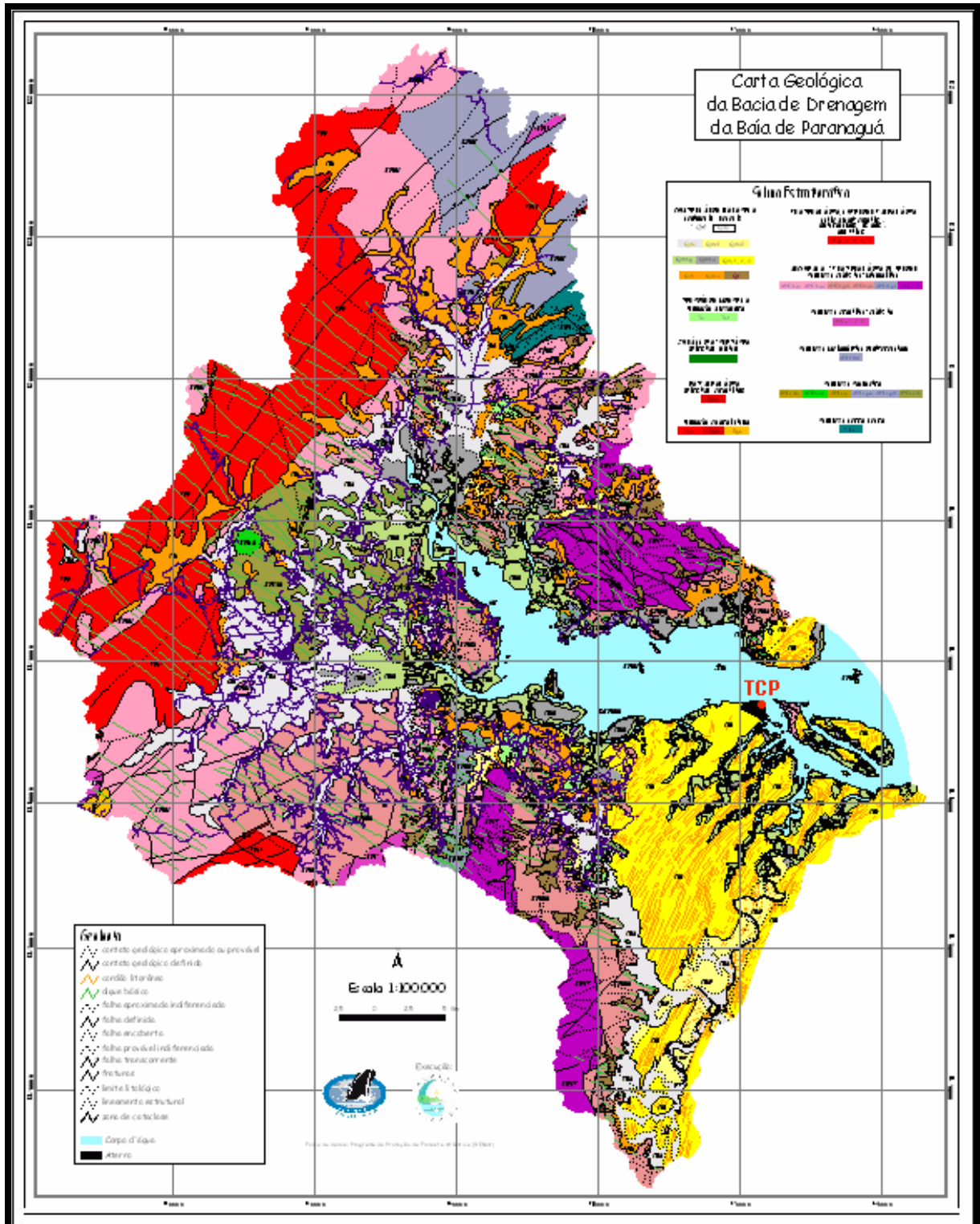


Figura 61 - Mapa geológico da porção W do Complexo Estuarino de Paranaguá com as principais unidades geocronológicas (ADEMADAN – Programa CAD).

6.1.3.1.1 Escudo

O litoral do Paraná está localizado no bloco costeiro da área de escudo, onde foram reconhecidas sete unidades pré-cenozóicas (Mineropar, 1989): (a) complexo granulítico Serra Negra do Arqueano; (b) complexo gnáissico migmatítico costeiro do Proterozóico Inferior, constituído principalmente por granitos gnáissicos e de anatexia e migmatitos; (c) suite granítica folhada do Proterozóico Inferior, constituída por granitos e granitóides embrechíticos; (d) Granitos e sieno-granitos, representados na área pelo granito do Alto Turvo de Proterozóico Superior; (e) granitos subalcalinos e alcalinos do Cambriano, representados pelos granitos Marumby, Graciosa, Anhangava, Serra da Igreja e Morro Redondo; (f) Formação Guaratubinha do Cambriano, composta por vulcanitos intermediários e ácidos e rochas sedimentares, tais como conglomerados, arcóseos, siltitos e argilitos; (g) intrusivas básicas do Mesozóico, principalmente diabásios e dioritos, que ocorrem sob a forma de um enxame de diques.

6.1.3.1.2 Batólito Paranaguá

Seu limite a E é determinado pela linha de costa enquanto que à N e à W, seu contato é tectônico com a Microplaca Luís Alves. Segundo Basei *et al.* (1990) a principal unidade do cinturão é o Batólito Paranaguá, representado, em grande parte, por granitóides que o caracterizam como um complexo ígneo polifásico onde predominam anfibólio-biotita granitóides porfiróides, cortados por granitos equi e inequigranulares e que possui como encaixantes xistos aluminosos, sequências paragnáissicas com biotita gnaisses, mica xistos, quartzitos, com frequentes intercalações de anfibolitos e unidades de ortognaisses onde destacam-se biotita-anfibólio gnaisses bandados. Feições migmatíticas são comuns, principalmente na porção S deste domínio.

A principal unidade litológica deste batólito é representada pelo granitóide Morro Inglês (Lopes, 1987), caracterizado como um granitóide leucocrático, cinza claro,

de granulação média a grossa, a base de quartzo, plagioclásio, microclínio e biotitas e/ou hornblenda, contendo megacristais (2 a 5 cm) de feldspato potássico branco com formas tabulares, raramente ocelares. Apresenta ainda opacos, zircão, apatita e titanita como acessórios, sendo comum a presença de sericita e epidotos.

Lopes (1987) identifica ainda o granitóide Rio Canavieiras, caracterizado como leucocrático, de cor cinza claro a cinza rosado, equi a inequigranular, de granulação fina a média, normalmente com foliação marcante; o granitóide Rio do Poço, leucocrático, de cor cinza claro, de granulação média, equigranular, foliado somente próxima às bordas e o granitóide Estrela, leucocrático, de cor cinza-claro a cinza-rosado, granulação média, equi a inequigranular, raramente porfirítico, isótropo.

A deformação nesses corpos é variável, apresentando-se ora bem foliados, com os megacristais na forma de "augens", ora praticamente não deformados, onde se observa uma fina clivagem, subordinada às feições ígneas do granitóide (fluxo magmático). São frequentes zonas de cisalhamento que desenvolvem faixas miloníticas espessas que podem estar relacionadas a falhas transcorrentes ou a falhas de cavalgamento com sentido de transporte para W.

Os dados geocronológicos disponíveis para esta unidade (Basei *et al.*, 1990; Siga Júnior *et al.*, 1994; Siga Júnior, 1995), mostram diversas determinações radiométricas pelos métodos K-Ar em minerais, Rb-Sr em rocha total, U-Pb em zircões e Sm-Nd em rocha total.

As datações executadas pelo método K-Ar, obtidas em plagioclásios e biotitas que compõem os gnaisses, atingiram idades entre 519 e 625 Ma, enquanto que nos migmatitos (nas biotitas) atingiram os 480, 500 e 554 Ma e nos protomilonitos (biotita), 598 Ma.

As idades determinadas pelo método Rb-Sr para o granitóide Morro Inglês por Siga Júnior (1995), com amostras coletadas próximo ao município de Paranaguá, indicaram idade de 537 ± 35 Ma. Para as amostras próximas ao município de

Matinhos, a idade foi de 589 ± 28 Ma, enquanto que as rochas das proximidades de Guaratuba, indicaram 562 ± 33 Ma. O mesmo autor utilizando o método U-Pb em amostras do Granito Morro Inglês coletadas próximo a Paranaguá, determinou uma idade de 614 ± 9 Ma.

Idades modelo Sm-Nd foram obtidas para três amostras do granitóide Morro Inglês. Uma coletada a W de Paranaguá, outra próximo ao município de Guaraqueçaba e outra no município de Matinhos, indicando, respectivamente, idades de 1.909, 2.025 e 2.223 Ma. Para o granitóide Estrela obteve-se idades de 2.572 e 2.614 Ma, enquanto que para o Granitóide Rio Canavieiras obteve-se idade de 2.417 Ma.

Em termos gerais, interpreta-se o intervalo 614 - 560 Ma como relativo ao período principal de formação das paragêneses minerais das rochas do Batólito Paranaguá e o período de 560 - 500 Ma como relativo à época de resfriamento regional, caracterizando assim, a intensidade e a grande expressão do Ciclo Brasileiro neste domínio.

6.1.3.1.3 Intrusivas mesozóicas

Na Plataforma Brasileira, ocorreu um dos fenômenos geológicos mais importantes conhecido como a reativação de um sistema de falhas e fraturas no evento chamado de Wealdeniana (Almeida, 1976), ocorrida durante o Mesozóico e cujos efeitos perduraram até o Terciário. Esta reativação surgiu sob a forma de atividades tectono-magmáticas, cujo sistema de falhas e fraturas serviu de conduto às lavas básicas da Formação Serra Geral, com direção predominante NW, constituindo um dos maiores derrames basálticos toleíticos do planeta.

Segundo Marini *et al.* (1970), estas intrusivas básicas tem idade Juro-Cretácea, e ocorrem como um denso enxame de diques de rochas básicas a intermediárias, sendo preferencialmente diques de diabásio e por vezes basaltos ou dioritos, com direção principal NW-SE. Estes diques ocorrem numa faixa de 70 km de largura

aproximadamente, desde a região dos vales Ivaí e Iapó à região de Guaratuba-Paranaguá, no litoral paranaense e se comportam como injeções magmáticas alojadas em linhas de fraturas e falhas relacionadas geneticamente ao Arco de Ponta Grossa. Geralmente, estas rochas se apresentam com uma espessura entre 15 e 40 metros, podendo atingir até 600m.

Marini *et al.* (1970), separam estas rochas em três tipos principais:

- a) Diabásios: rochas de granulação fina à média, melanocráticas com tonalidades de cinza-escuro a preto;
- b) Microdioritos: rochas de granulação fina à média e tonalidade cinza;
- c) Diorito-pórfiros: rochas com textura porfírica, contendo grandes fenocristais de plagioclásio, ocorrem em diques de grande presença, superior à 50 metros;

Lamour *et al.* (em prep.) evidenciam que há ocorrências de afloramentos rochosos de intrusivas na área no alinhamento Ponta da Cruz – Ilha do Biguá (figura 62), com profundidades diferentes e que verificam perigo à navegação. Neste alinhamento, há um maciço que se encontra a 6 m de profundidade mergulhando para 13,5 m e voltando a tona com profundidade de 8 m (figura 63). Existe um aprofundamento para 14 m antes de chegar a Pedra Palangana com um intervalo entre esta e a próxima rocha (ENCAL, 1972).

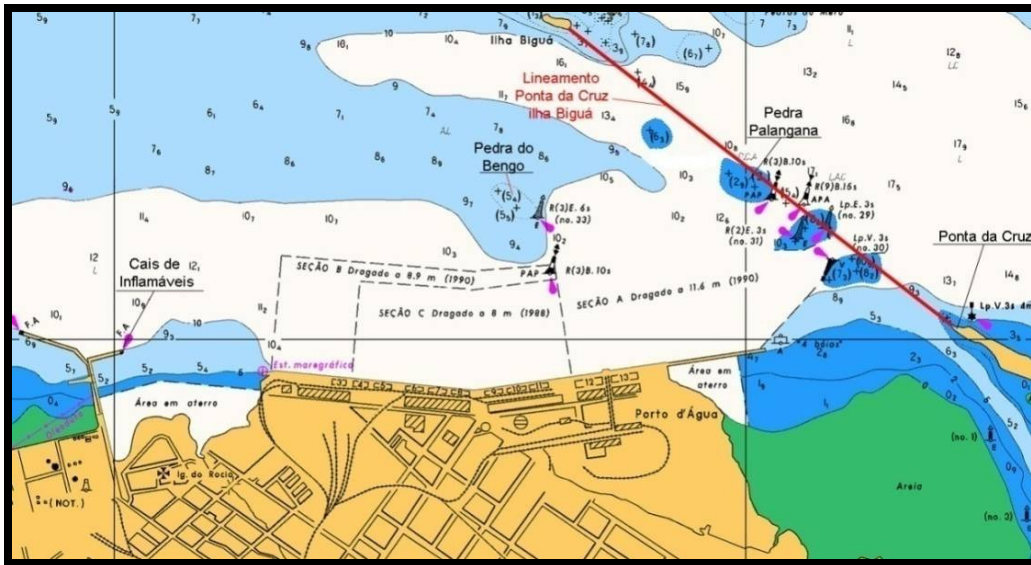


Figura 62 - Detalhe da Carta Náutica 1824 (DHN) com as localizações dos principais auto-fundos próximos as cais do Porto de Paranaguá (Modificado de Carta Náutica 1824, DHN).

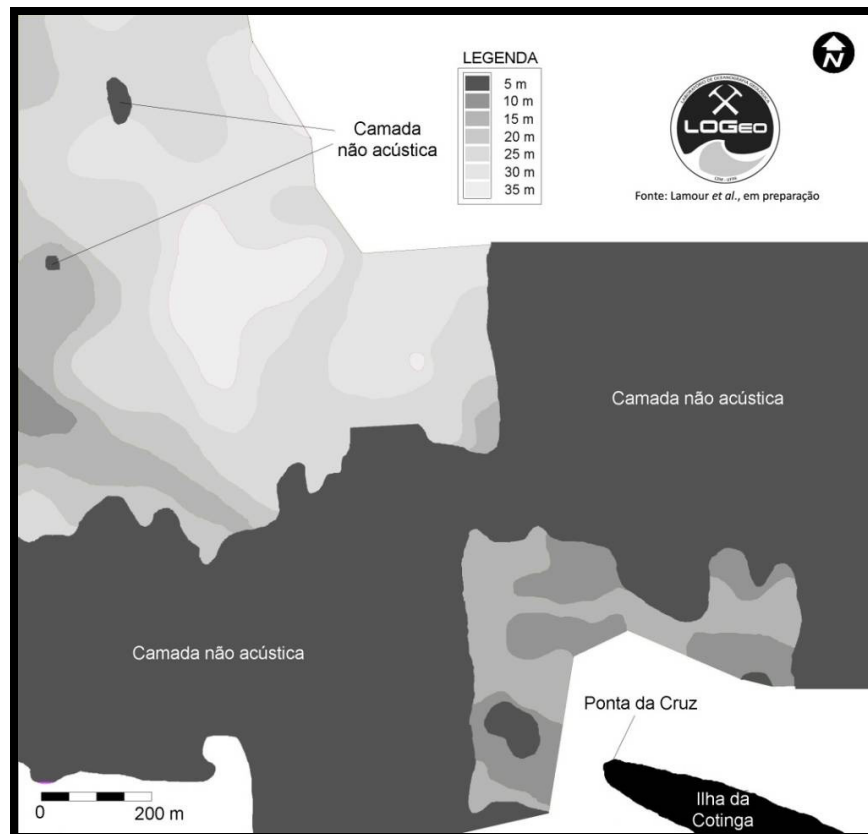


Figura 63 - Levantamento de sísmica rasa realizado na adjacência da Ponta da Cruz (ilha da Cotinga) indicando as profundidades em que ocorrem as rochas na área de estudo (Lamour *et al.*, em prep).

6.1.3.2 Geomorfologia

A geomorfologia constitui conhecimento específico, cujo objetivo refere-se à análise das formas do relevo. Essas 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 sócio-econômica 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).

6.1.3.2.1 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. Conseqüentemente, 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 da Área de Drenagem da Baía de Paranaguá. Tal carta está ilustrada na figura 64 e encontra-se no anexo 12, no qual se observa a presença de 13 compartimentos geomorfológicos, cujas suas extensões territoriais estão representadas na tabela a seguir.

Tabela 20 – Unidades geomorfológicas da área de drenagem da baía de Paranaguá

Unidade Geomorfológica	Área (Km²)	%
Serras	1.004,2	48,0
Áreas Coluviais Montanhosa	82,3	3,9
Planícies Aluviais (Não Significativas)	5,3	0,3
Sub-Região Montanhosa Litorânea (Total)	1.091,8	52,2
Planícies Aluviais	320,8	15,3
Planícies de Restingas	332,9	15,9
Morros	60,3	2,9
Colinas	43,1	2,1
Áreas Coluviais	22,2	1,1
Mangues	107,6	5,1
Sub-Região Planícies Litorâneas (Total)	886,9	42,4
Planalto Dissecado	50,56	2,4
Planalto Ondulado	37,78	1,8
Sub-Região Planaltos (Total)	88,34	4,2
Área Urbana	23,5	1,1
Aterro	1,4	0,1
Total Geral	2.091,9	100,0

Tomando-se por referência IPARDES (1989) far-se-á na seqüência a descrição de cada unidade geomorfológica existente na área de drenagem da baía de Paranaguá.

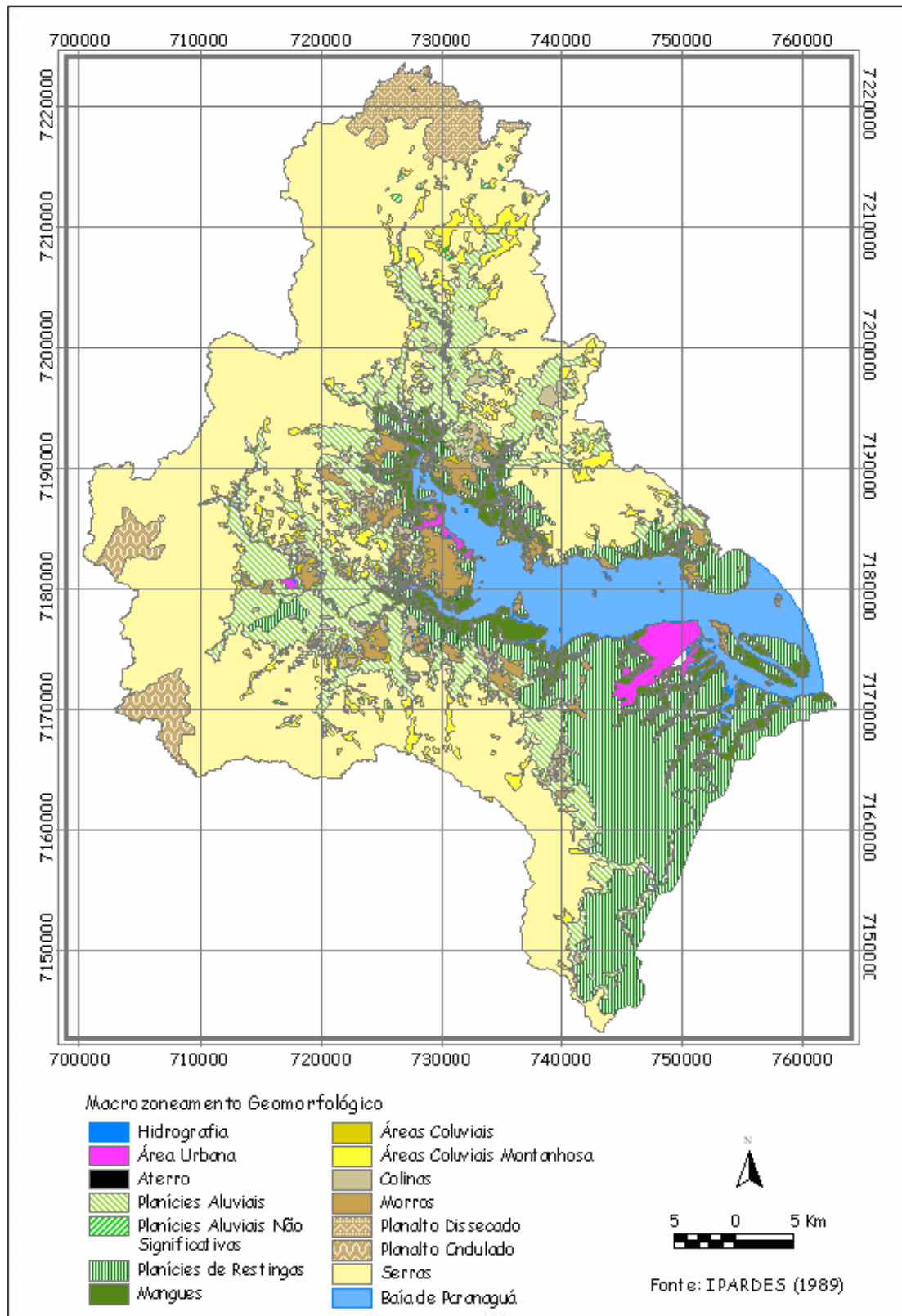


Figura 64 – Ilustração da Carta Geomorfológica da Área de Drenagem da baía de Antonina.

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 das 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 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 48% da área total de drenagem da Baía de Paranaguá.

No compartimento de Áreas Colúviais Montanhosas, que soma 3,9% da área em análise, foram incluídas as partes baixas das vertentes onde ocorrem processos de acumulação de sedimentos provenientes das partes altas. Esses sedimentos, diferentemente dos 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 freqüente 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, esse compartimento foi denominado de Planícies Aluviais Não-Significativas, já que suas extensões não superam 1,4 km². Na área de drenagem da Baía de Paranaguá somam 5,3 km², ou seja, apenas 0,3% da área.

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. Configuram o terceiro maior compartimento encontrado na área de drenagem da Baía de Paranaguá, uma vez que correspondem a 15,3% da área total.

As Planícies de Restingas, que somam 333,9 km² (15,9% da porção que escoam para a Baía de Paranaguá) referem-se ao segundo mais importante compartimento em termos de área. Essas planícies são formadas por uma sucessão de cordões litorâneos e revelam constituição arenosa. Os solos associados são facilmente degradáveis e detêm 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 às bacias que escoam para a Baía de Paranaguá correspondem a 2,9% das mesmas.

Os maiores morros encontrados no litoral têm altitude entre 100 a 400 metros e área aproximada de 3km² até 14km². As suas encostas são em geral íngremes com declividades superiores a 45%. A relação do diâmetro médio da base/altura é geralmente superior a seis. Os solos variam nos seu desenvolvimento e profundidade de acordo com a declividade e o material de origem, sendo mais rasos e menos desenvolvidos à medida que o declive aumenta.

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. A extensão não é expressiva, estando na ordem de 1 a 3km². Na área de drenagem da Baía de Paranaguá são referentes a 2,1% 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: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia tormentosa*. Este compartimento totaliza 5,1% da área em análise.

O ultimo compartimento da sub-região Planícies Litorâneas refere-se às Áreas Coluviais, o qual soma apenas 1,1% da área total e apresenta as mesmas características das Áreas Coluviais Montanhosas, no entanto ocorrem nas planícies, geralmente entre morros e colinas.

Por fim, em relação à sub-região dos Planaltos deve-se mencionar que os mesmos são remanescentes de antigas superfícies de erosão, atualmente localizados entre 600 e 900 metros de altitude e que têm sofrido diversos graus de dissecação pela drenagem superficial.

O compartimento Planalto Ondulado corresponde ao Planalto do Rio Turvo e a uma área do Primeiro Planalto localizada ao sul da Área Especial de Interesse Turístico do Marumbi (AEIT do Marumbi), no município de Morretes. Ocupa 1,8% da área de drenagem da Baía de Paranaguá. O relevo é ondulado com

declividades predominantes em torno de 10% e 20%. Os solos, via de regra, são profundos e bem desenvolvidos.

Quanto ao compartimento Planalto Dissecado é pertinente salientar que o mesmo ocorre ao norte da AEIT do Marumbi no Primeiro Planalto Paranaense. Em relação à área total de drenagem da Baía de Paranaguá verifica-se que este compartimento soma 2,4%. O relevo é mais acidentado se comparado ao Planalto Ondulado, denotando declividades geralmente superiores a 20% e solos rasos e pouco desenvolvidos. As suas características ambientais são similares às das serras.

Visando a caracterização geomorfológica da All 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.

6.1.3.2.2 Análise da hipsometria

A delimitação e análise da hipsometria de uma bacia hidrográfica 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 foi confeccionada Carta de Hipsometria (Anexo 12), na qual a distribuição das classes de altitudes varia de acordo com a amplitude altimétrica (ponto mais elevado e ponto menos elevado). A variação de cores selecionadas buscou refletir a noção de incremento de relevo: verde para as áreas mais baixas, passando para o amarelo, laranja e marrom, à medida que a altitude se mostra mais expressiva.

A amplitude altimétrica da área de drenagem da baía de Paranaguá está representada no histograma relativo à figura 65. Nele, são evidenciados os principais compartimentos geomorfológicos da região analisada. A primeira barra referente ao intervalo de 1 a 25 metros ilustra a ampla planície litorânea, a qual apresenta cerca de 790 km². A barra seguinte (entre 25 e 50 metros) denota a presença de inúmeros morros de pequena dimensão situados em Morretes, sobretudo na margem norte do baixo Nhundiaquara.

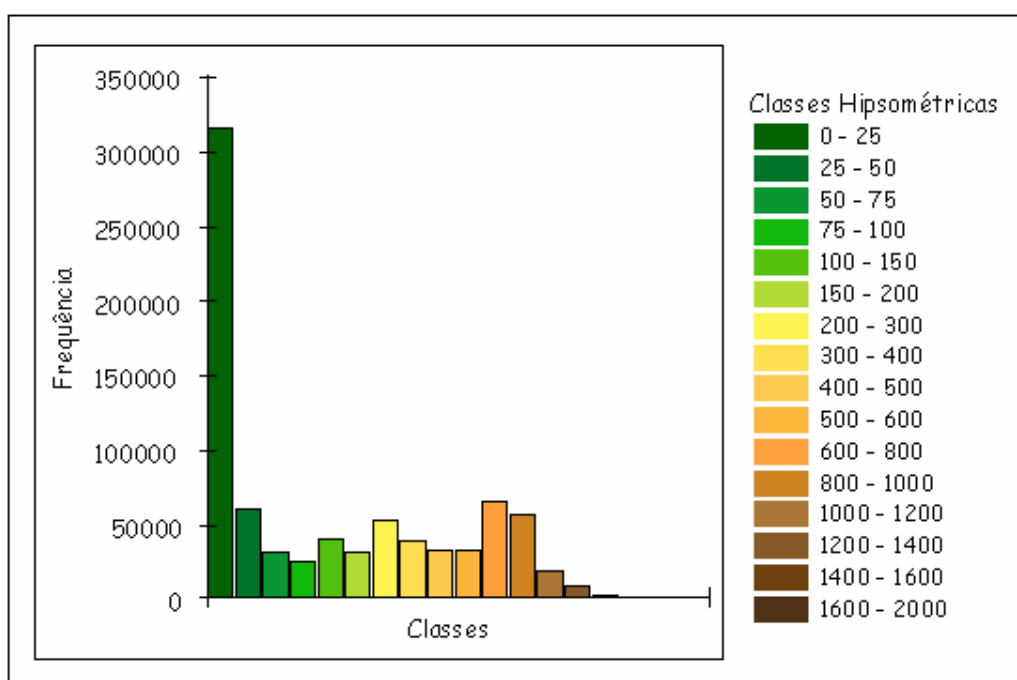


Figura 65 – Frequência altimétrica da área de drenagem da baía de Paranaguá

Na sequência, do histograma percebe-se suave e contínua redução das barras conforme se avança em direção às maiores altitudes do relevo, aspecto que ilustra a presença da Serra do Mar. Devendo-se ressaltar que as exceções à mencionada redução são os intervalos entre 600 e 800 metros e entre 800 e 1.000 metros, que evidenciam respectivamente o Planalto Dissecado e o Planalto Ondulado. Representada ilustrativamente na figura 66 tem-se a carta hipsométrica da área de drenagem da Baía de Paranaguá (Anexo 12).

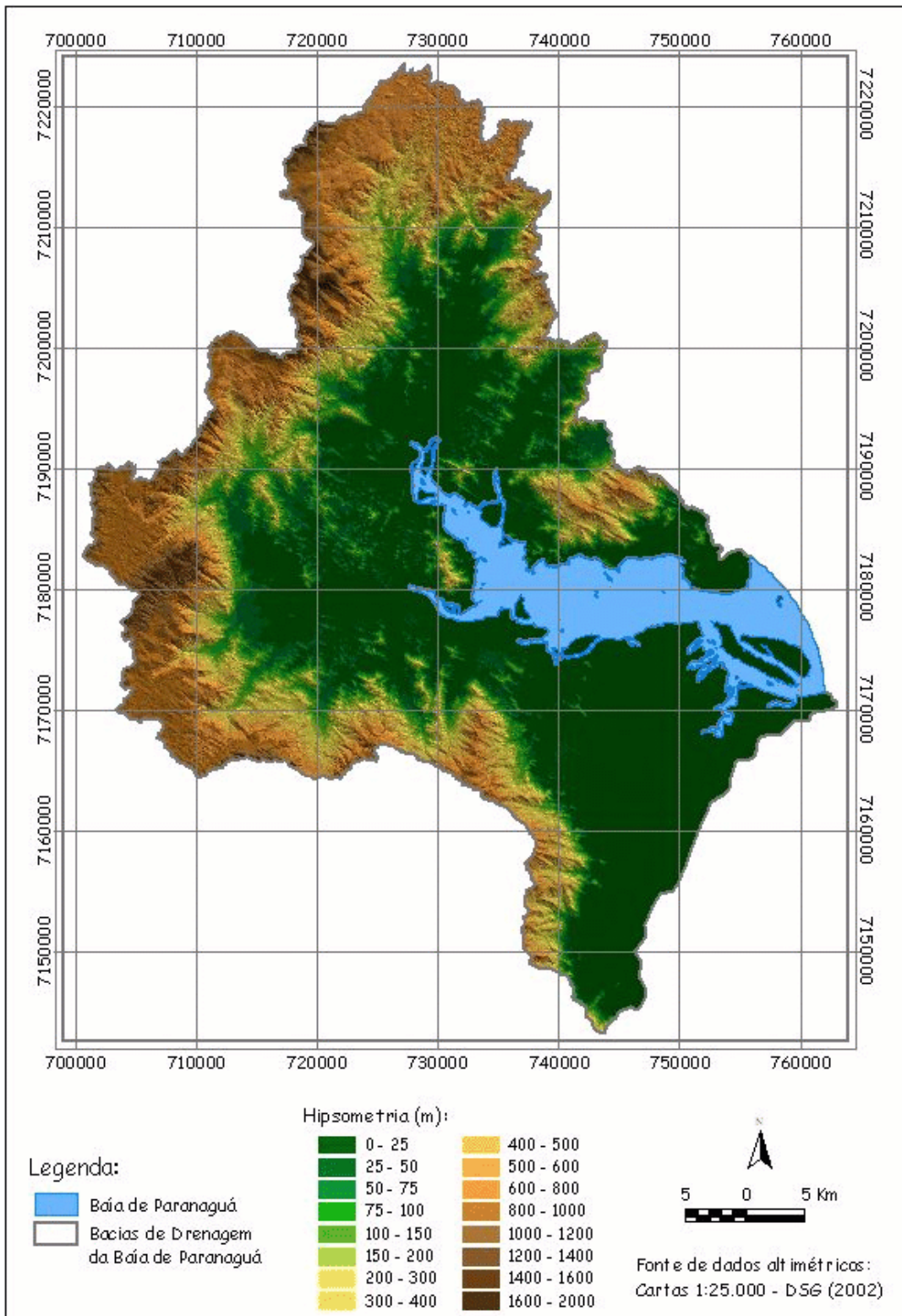


Figura 66 – Ilustração da carta hipsométrica da área de drenagem da baía de Paranaguá

6.1.3.2.3 Análise da declividade

A análise da declividade permite 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 (MENDONÇA, 1999).

Em áreas de relevo montanhoso, como as serras, as vertentes com elevada declividade propiciam a erosão, cuja velocidade de remoção do solo será maior ou igual à velocidade de formação do mesmo. Onde a velocidade de erosão for maior, nenhum solo permanece, ficando a rocha exposta; se a velocidade de formação do solo for apenas ligeiramente maior que a da erosão, a possibilidade de formação de solos profundos será eliminada. Quando, ao contrário, a taxa de erosão for muito pequena, devido ao relevo ser praticamente plano, solos bastante profundos podem formar-se.

Desta forma, 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.

Da mesma maneira que a carta de hipsometria, a carta de declividade foi confeccionada a partir do MDT. Suas classes procuraram refletir a intensidade da inclinação do terreno, sendo definidas a partir do trabalho proposto por DE BIASE (1995). Tal proposta revelou-se como a mais adequada, pois valoriza as variações da morfologia da área estudada. As cores adotadas neste mapeamento obedeceram a uma noção de incremento de declividade, atribuindo-se tons de amarelo claro para os segmentos mais planos, passando para tons de laranja e vermelho, à medida que a declividade vai aumentando.

Ao se observar a Carta de Declividade da Área de Drenagem da Baía de Paranaguá (figura 67), bem como os dados disponíveis na tabela 21, nota-se

predomínio de áreas planas (declividade inferior a 2,9° de inclinação), com 41% da área total, as quais referem-se predominantemente ao compartimento geomorfológico de planície, e secundariamente aos vales fluviais encontrados na serra e nos planaltos.

Tabela 21 – Classes de declividade existentes da área de drenagem da baía de Paranaguá

Declividade (Graus)	Declividade (%)	Área (Km ²)	%
< 2,9	< 5	871,7	41,5
2,9 – 6,8	5 – 12	101,4	4,8
6,8 – 16,7	12 – 30	436,4	20,8
16,7 – 25,2	30 – 47	356,1	16,9
> 25,2	> 47	336,2	16,0

Nas áreas de planícies de restinga são comumente encontrados espodosolos e neossolos quartzarênicos, enquanto que nas planícies fluviais predominam os gleissolos, cambissolos flúvicos e neossolos flúvicos, os quais apresentam hidromorfia, caracterizando-se pela forte gleização, que implica na manifestação de cores acinzentada devido à redução e solubilização do ferro, permitindo a manifestação de cores neutras dos minerais de argila, ou ainda precipitação de compostos ferrosos (EMBRAPA, 2006).

As áreas com declividade entre 2,9° e 6,8° de inclinação correspondem somente a 4,8% da área total e estão situadas na transição entre a serra e a planície, o que denota a transição abrupta entre os mencionados compartimentos geomorfológicos. As declividades entre 6,8° e 16,7° são relativas a 20,8% da região em questão, nestas áreas podem ser encontrados argissolos vermelho-amarelo e latossolos vermelho-amarelo, em geral associados a cambissolos háplicos.

Finalmente, as declividades entre 16,7° e 25,2°, e superiores a este último valor são características de regiões serranas. Nelas, a perda de sedimentos, pela

combinação da gravidade com o escoamento superficial das águas das chuvas, é muito intensa. Desta maneira, são predominantes solos rasos tais como neossolos litólicos e cambissolos háplicos, ou até mesmo nota-se a presença de rocha exposta, quando a velocidade de remoção de material supera a velocidade da ação dos processos intempéricos.

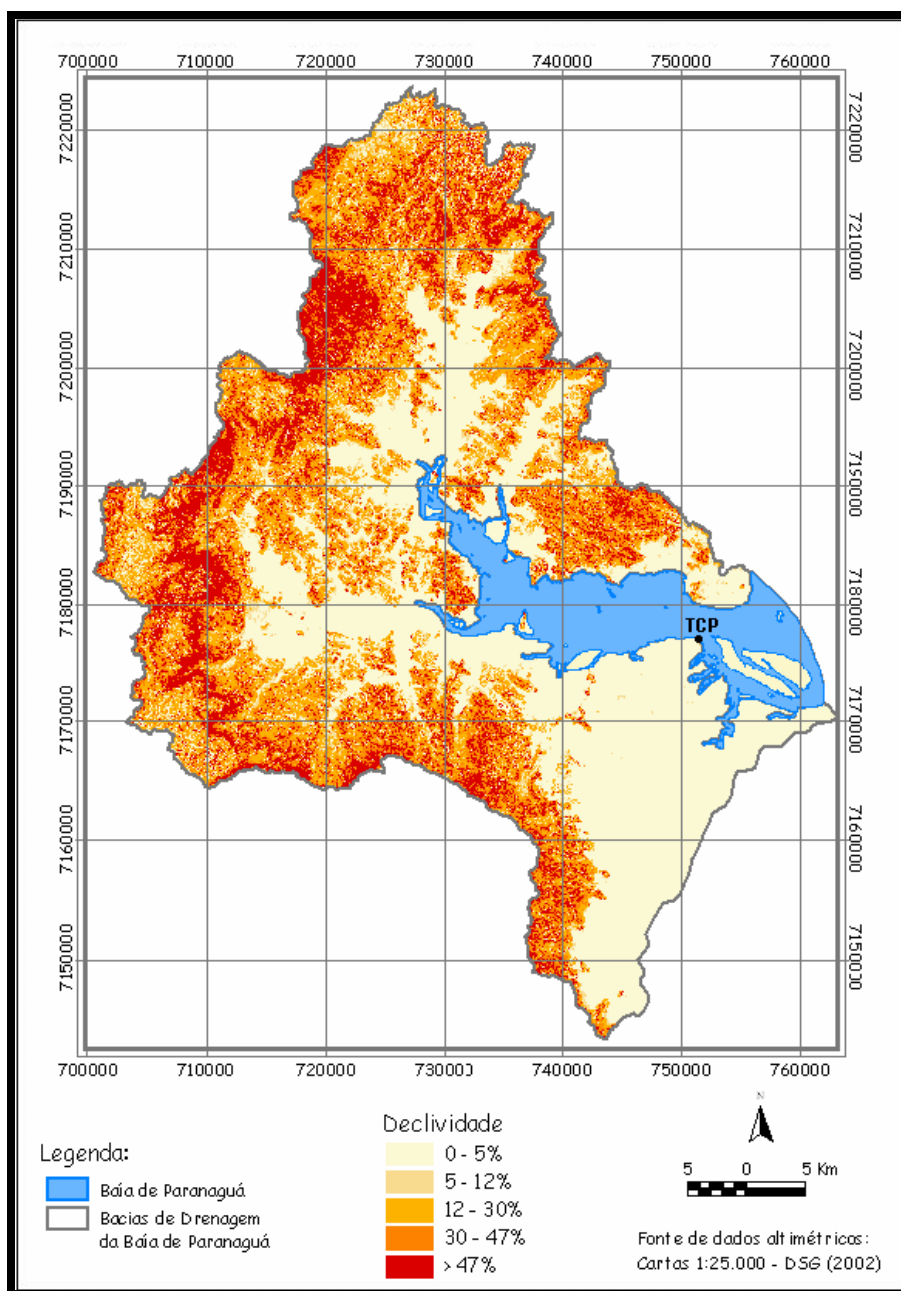


Figura 67 – Ilustração da carta de declividade da área de drenagem da baía de Paranaguá

6.1.3.3 Solos

Entre os recursos naturais do planeta, os solos são de relevante importância, sobretudo porque a maior parte dos alimentos, direta ou indiretamente, provém dos campos de cultivo e pastagens neles implantados. São também importantes porque sustentam campos, cerrados, florestas e recebem a água das chuvas que depois emerge nas nascentes e mananciais (LEPSCH, 2002).

6.1.3.3.1 Mapeamentos pedológicos existentes na área abrangida pela AII

A área de drenagem da baía de Paranaguá apresenta 2.078 km² de território continental, além de 31 km² relativos às ilhas internas à baía e, o único levantamento pedológico que contempla toda esta área, foi elaborado na escala 1:650.000, conforme EMBRAPA (1984). Em escala de maior detalhe (1:50.000), dispõe-se de mapeamento realizado para a planície litorânea (RAUEN *et al.*, 1994), o qual é correspondente a cerca de 37,5% da área total em análise.

O Levantamento Geomorfológico com Ênfase em Solos da Porção Sul de Tombamento da Serra do Mar / PR, descrito em ROCHA (1992), também foi utilizado. Este mapeamento contempla a APA de Guaratuba, tendo sido elaborado em escala 1:50.000. Recobre 192,22 km² da área de drenagem da baía de Paranaguá, o que se traduz em 9,1% da mesma.

Por fim, além dos três levantamentos citados, se fez uso daqueles elaborados em escala de 1:25.000, que abrangem as RPPN's (Reservas de Particulares do Patrimônio Natural) da SPVS (Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental), as quais são relativas a 11,3% da área estudada.

6.1.3.3.2 Descrição e quantificação das subordens pedológicas encontradas na área de drenagem da baía de Paranaguá

Na tabela a seguir, tem-se a soma das áreas de cada classe de solos existente na área em que se efetuou a estimativa (1.126,5 km²), bem como os valores encontrados na planície e na serra mapeadas previamente (984 km²). Ao se observar tanto a espacialidade dos solos (figura 68 a figura 74), quanto seus dados ilustrados na

tabela **22**, deve-se destacar a presença da associação entre Cambissolo Háplico e Argissolo Vermelho-Amarelo (CX + PVA), a qual é referente a 18,4% da área total. A subordem de Cambissolo Háplico (CX) também se destaca já que soma 16,8% do total, seguida da subordem de Espodosolos Humilúvicos (EK) com 12,7% e da associação Cambissolo Háplico com Neossolo Litólico (CX + RL) com 11,2%.

Tabela 22 – Subordens de solos estimados e de solos previamente mapeados na área de drenagem da baía de Antonina

Subordem Pedológica	Solos Estimados (Km²)	Solos Previamente Mapeados (Km²)	Total (Km²)
CX	268,92	84,63	353,55
CX + RL	170,48	66,22	236,7
CX + PVA	306,93	80,96	387,89
CX + LVA	75,89	17,04	92,93
CY	25,63	63,13	88,76
EK	1,98	265,37	267,35
EK + GX	0,01	9,96	9,97
EK + OX	0,94	33,84	34,78
GJ	1,83	64,86	66,69
GJ + RY	0,00	52,04	52,04

Subordem Pedológica	Solos Estimados (Km ²)	Solos Previamente Mapeados (Km ²)	Total (Km ²)
GM	3,60	2,28	5,88
GX	52,91	94,21	147,12
GX + CY	23,68	42,18	65,86
GX + RY	15,78	83,00	98,78
OO	7,57	0,42	7,99
RL	167,97	13,17	181,14
RQ	0,00	5,07	5,07
RQ + EK	0,00	2,35	2,35
Aterro	1,84	1,20	1,84

A seguir, faz-se uma breve descrição dos solos existentes na área de drenagem da Baía de Paranaguá, conforme RAUEN *et al.* (1994), ROCHA *et al.* (2002), EMBRAPA (2006) e PAULA e SANTOS (2008).

Argissolos

Conceitualmente, compreendem solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais argila de atividade baixa e horizonte B textural (Bt), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos alissolos, planossolos, plintossolos ou gleissolos.

São de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas, e mais raramente, brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa à argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este.

Por definição apresentam, ainda, os seguintes requisitos:

1. Horizonte plíntico, se presente, não está acima e nem é coincidente com a parte superficial do horizonte B textural;
2. Horizonte glei, se presente, não está acima e nem é coincidente com a parte superficial do horizonte B textural.

Na área de abrangência da pesquisa encontra-se apenas a subordem Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA), os quais denotam matiz 5YR ou mais vermelho e mais amarelo que 2,5YR na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B. Ocorrem somente associados a Cambissolos Háplicos (CX), estando localizados nas porções de menor declive da Serra do Mar, bem como nos morros e colinas situados na Planície Litorânea (figura 68). Esta associação corresponde 18,4% da área de drenagem da Baía de Paranaguá, já que totaliza 387,89 km².

As porções da paisagem nas quais a associação em questão é encontrada evidenciam alta suscetibilidade à erosão, pois mesmo considerando-se a predominância dos cambissolos, deve-se mencionar que os argissolos apresentam importante diferença de textura entre os horizontes A e B, o que modifica a infiltração da água no solo, aumentando a carga hídrica e favorecendo o desenvolvimento do *piping*, gerador de voçorocas. A camada arenosa pouco resistente que constitui os horizontes superficiais é mais suscetível à erosão linear (ravinas) e, provavelmente, à erosão laminar. Assim, a preservação da vegetação natural é imprescindível.

Cambissolos

Os cambissolos compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, desde que em qualquer dos casos não satisfaçam os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos vertissolos, chernossolos, plintossolos ou gleissolos. Têm seqüência de horizontes A ou hístico, Bi, com ou sem R.

Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro. Assim, a classe comporta desde solos fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada até vermelho escuro, e de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração coloidal.

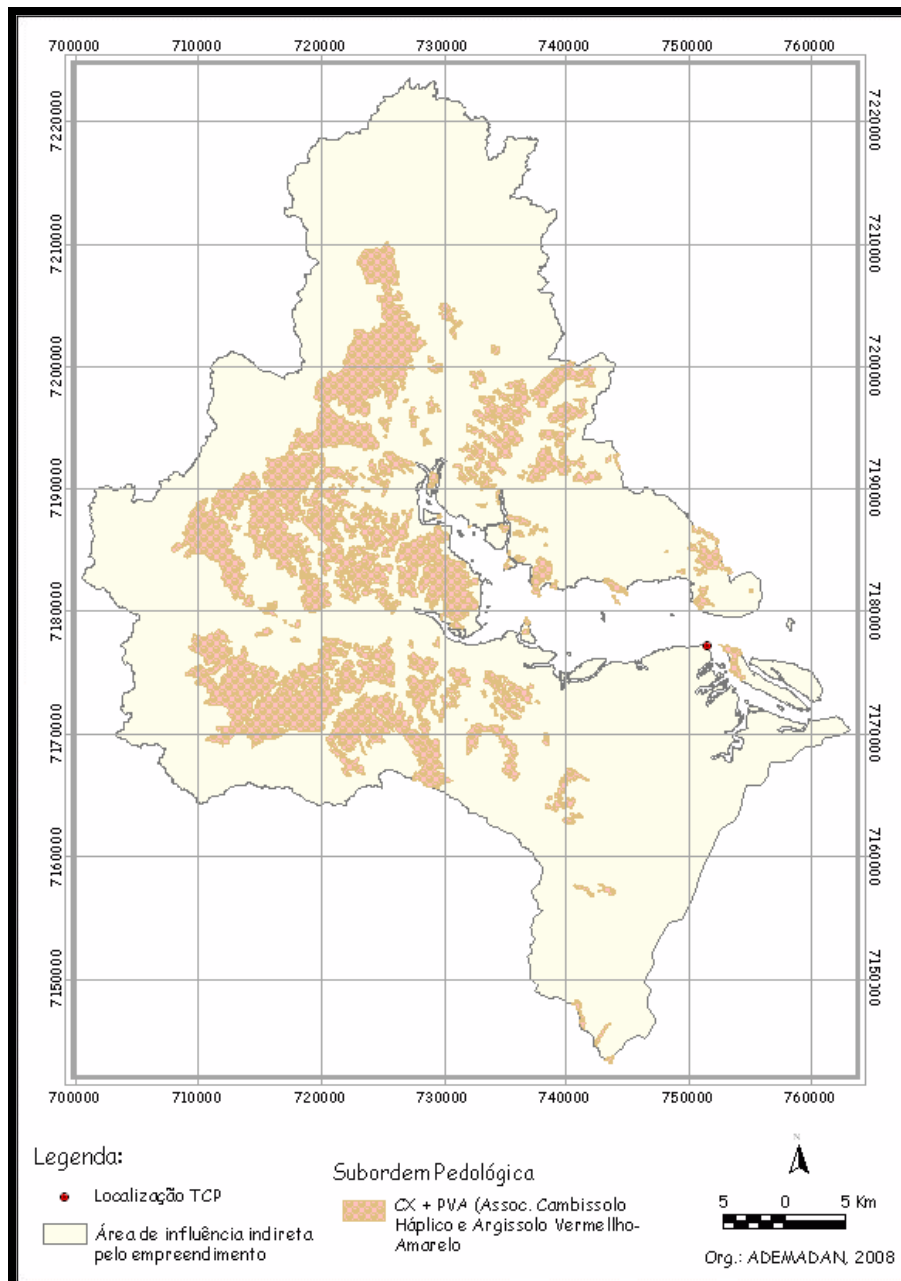


Figura 68 – Espacialidade da Sub-Ordem Pedológica dos Argissolos

Por definição, estes solos são constituídos por material mineral, que apresentam horizonte A ou hístico com espessura maior que 40cm seguido de horizonte B incipiente, e satisfazendo os seguintes requisitos:

1. B incipiente não coincidente com horizonte glei dentro de 50 cm da superfície do solo;
2. B incipiente não coincidente com horizonte plúntico;
3. B incipiente não coincidente com horizonte vértico dentro de 100 cm da superfície do solo; e
4. Não apresente a conjugação de horizonte A chernozêmico e horizonte B incipiente com alta saturação por bases e argila de atividade alta.

Na área de drenagem da Baía de Paranaguá, encontram-se duas de suas subordens. A primeira delas refere-se aos Cambissolos Háplicos (CX), os quais localizam-se em toda a Serra do Mar, tanto isolados (353,55 km², o que corresponde a 16,8% da área) quanto associados aos Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) com 397,89 km² (18,4% da área total), aos Neossolos Litólicos (RL) com 236,70 km² (11,2% da área total) e aos Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA) com 92,93 km² (4,4% da área total). Quando encontrados na Planície Litorânea, em geral localizam-se nas porções de morros e colinas e estão associados aos Argissolos Vermelho-Amarelos.

Devido ao fato de Cambissolos Háplicos terem origem relacionada a produtos do retrabalhamento de materiais derivados de Migmatitos, Gnaisses e Dioritos, dentre outros ou de produtos do intemperismo *in situ* dos materiais de origem mencionados, e considerando-se os aspectos associados ao clima e relevo locais, verifica-se uma significativa amplitude de classes destes solos na área de drenagem da Baía de Paranaguá, sendo que cada uma apresenta características específicas à utilização.

A segunda subordem corresponde aos Cambissolos Flúvicos (CY), que apresentam caráter flúvico dentro de 120cm a partir da superfície do solo, estando

situados nos fundos de vale. Quando encontrada isoladamente apresenta 88,76 km² (4,2% da área analisada), se associada aos Gleissolos Hápticos (GX) soma 65,86 km² (3,2% da área).

Em geral, são solos de bom potencial para pastagens e também para cultivos anuais climaticamente adaptados, desde que tecnicamente corrigidos e adubados. Na figura 69, estão representadas as duas subordens de cambissolos existentes na área de drenagem da Baía de Paranaguá, bem como suas respectivas associações.

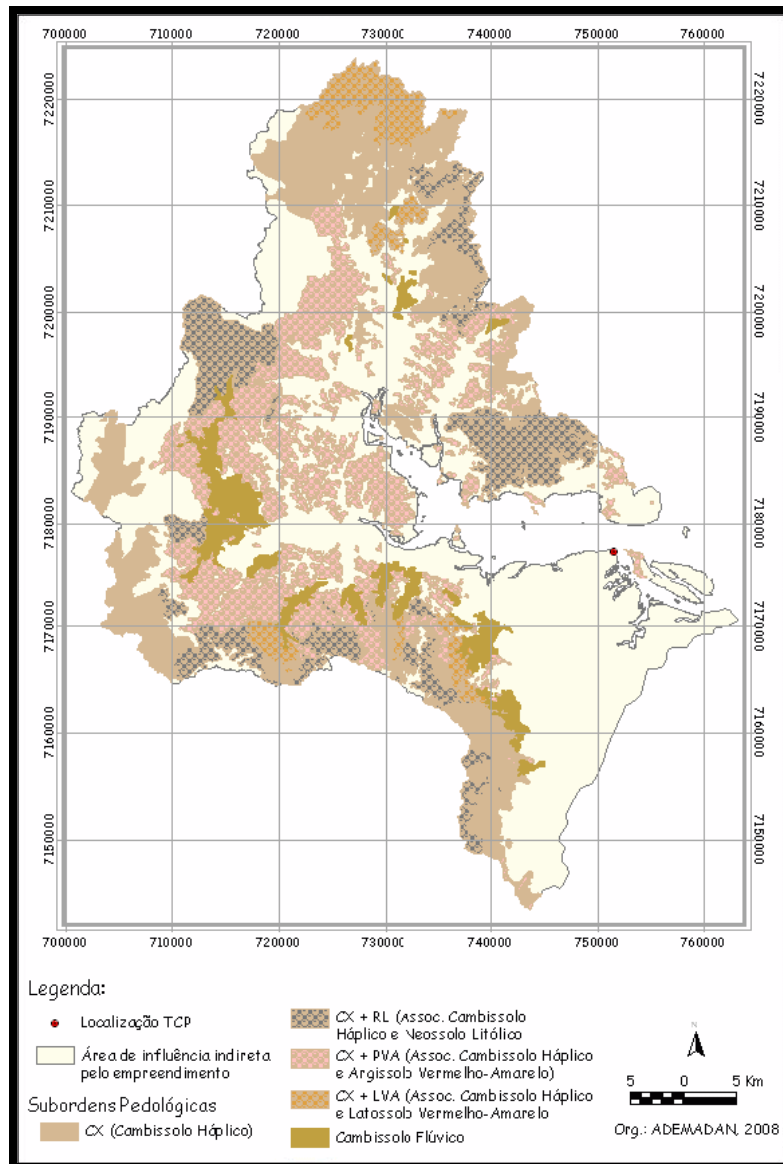


Figura 69 – Espacialidade da Sub-Ordem Pedológica dos Cambissolos

Espodossolos

São solos com húmus ácido e intensa translocação de compostos de ferro, de alumínio e de matéria orgânica que se acumulam no horizonte B. Esta ordem compreende solos constituídos por material mineral com horizonte B espódico subjacente a horizonte eluvial E (álbico ou não), ou subjacente a horizonte hístico com menos de 40cm de espessura. Apresentam usualmente seqüência de horizontes A, E, Bh, Bhs ou Bs e C, com nítida diferenciação de horizontes.

O processo de migração de ferro e húmus é condicionado por clima frio e úmido, vegetação de pinheiros (coníferas) e substrato arenoso. Nos trópicos úmidos, se desenvolvem exclusivamente em materiais arenosos sob outras florestas e também savanas. Devido à cor desbotada que o horizonte E apresenta, esta ordem é denominada de espodossolos (spodos, do grego = cinza de madeira).

A subordem desta classe encontrada na área estudada refere-se aos Espodossolos Humilúvicos (EK), os quais têm a presença de horizonte espódico identificado com os seguintes sufixos Bh e/ou Bhm, principalmente, isoladamente ou sobrepostos a outros tipos de horizontes (espódicos ou não espódicos).

São encontrados principalmente nas porções de Planícies de Restingas e quando isolados somam 267,35 km², o que corresponde a 12,68% da área total estudada. Também são encontrados associados a Organossolos Háplicos (OX) em 34,78 km², a Gleissolos Háplicos (GX) em 9,97 km², a e Neossolos Quartzarênicos (RQ) em 2,35 km². Na figura 70 tem-se representada a espacialidade de cada uma das associações desta subordem.

Se cultivados, a matéria orgânica presente nos horizontes superficiais desses solos tende a desaparecer rapidamente, ficando a areia exposta ao desenvolvimento de processos erosivos, associados principalmente aos ventos (erosão eólica), devido à falta de coesão das partículas arenosas. Devem, portanto, ser mantidos em estado natural.

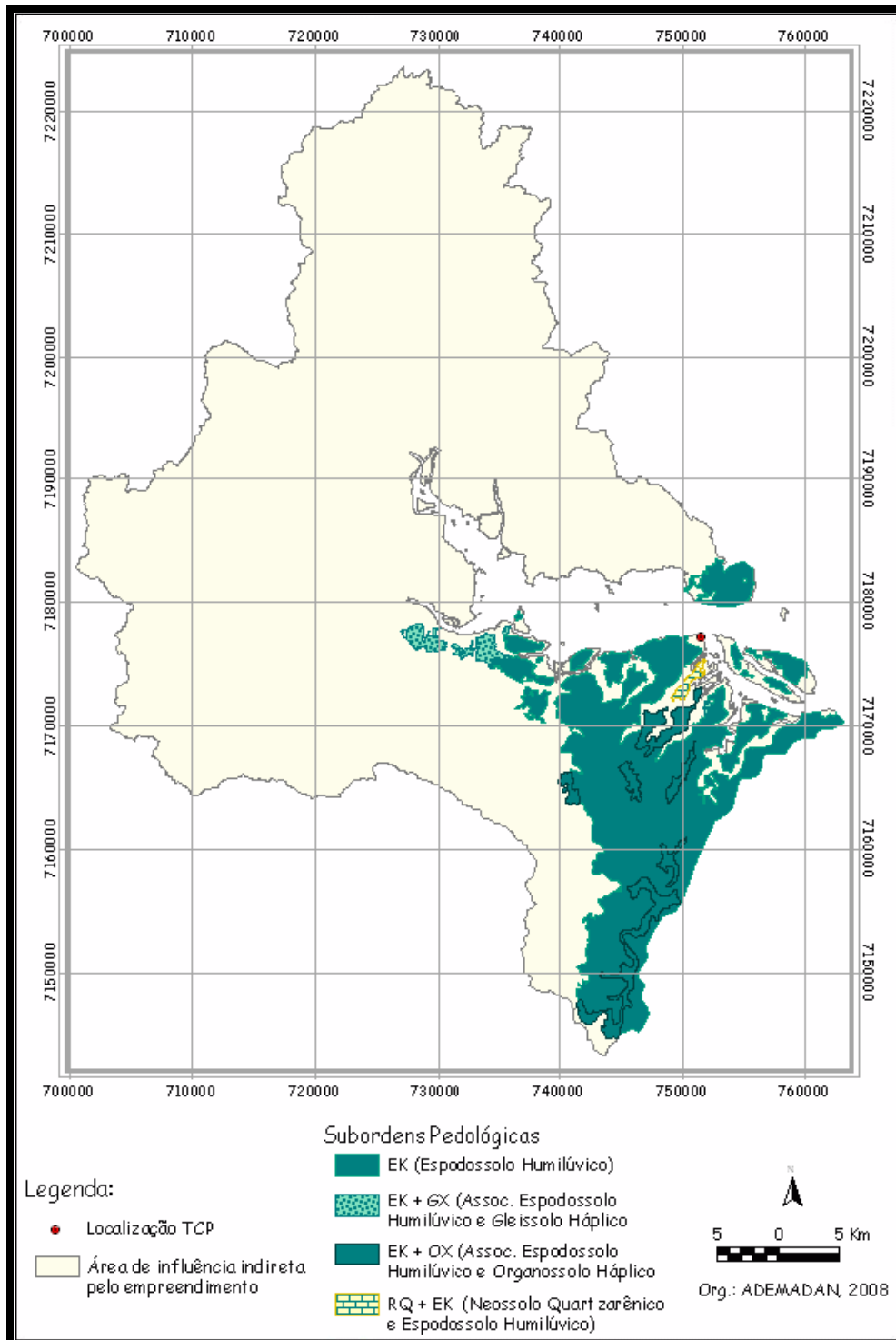


Figura 70 – Espacialidade da Sub-Ordem Pedológica dos Espodossolos

Gleissolos

Estes solos ocorrem normalmente em regiões com clima permanentemente úmido, tanto em planícies ribeirinhas como na parte inferior das encostas adjacentes. São solos desenvolvidos em materiais inconsolidados e muito influenciados por ocorrências de encharcamento prolongado.

Os 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 50cm da superfície, ou entre 50 e 125cm 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:

1. Ausência de qualquer tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei;
2. Ausência de horizonte vértico ou plíntico acima do horizonte glei ou coincidente com este;
3. Ausência de horizonte B textural com mudança textural abrupta;
4. Ausência de horizonte hístico com 40 cm ou mais de espessura.

Na área de abrangência deste trabalho, três de suas subordens são encontradas, conforme se observa na figura 71. A primeira delas, referente aos Gleissolos Tiomórficos (GJ), que são solos com horizontes sulfúricos e/ou materiais sulfídricos, dentro de 100cm da superfície do solo. Estão situados nas porções

recobertas por manguezais, somam 66,69 km², o que é correspondente a 3,16% da área estudada. Se drenados artificialmente tornam-se excessivamente ácidos (pH 3,5) e altamente tóxicos para as plantas. Não devem ser usados, mas preservados em estado natural.

A subordem dos Gleissolos Háplicos (GX) caracteriza-se por estarem posicionados nos fundos de vale, sendo predominantemente encontrados isoladamente (147,12 km²), porém podem estar associados a Neossolo Flúvico (RY) somando 98,78 km², a Cambissolo Flúvico (CY) com 65,86 km², e a Espodossolo Humilúvico (EK) com 9,97 km².

Dependendo da espessura do horizonte A, ou seja, se o horizonte glei estiver muito próximo à superfície, o manejo desses solos pode ficar comprometido devido às condições físicas adversas ao seu preparo, aderindo muito às máquinas agrícolas quando ainda molhados ou formando torrões fortemente endurecidos quando secos. Os Gleissolos Háplicos presentes na área evidenciam, ainda, limitações em termos de fertilidade, drenagem e inundação, principalmente nas partes mais baixas do terreno, apresentando aptidão para pastagem plantada, ou usos menos intensivos como silvicultura.

A terceira subordem refere-se aos Gleissolos Melânicos (GM), a qual soma 5,88 km², o que se traduz em 0,28% da área em análise. Esta subordem tem horizonte superficial escuro (10YR 2/1), rico em matéria orgânica, com espessura média em torno de 35 cm e de textura argilosa (com altos teores de silte).

O relevo plano, aliado a uma baixa permeabilidade do horizonte glei, respondem pelas más condições de drenagem desses solos. Além disso, por serem de consistência dura quando secos e muito plástica e pegajosa quando molhados, apresentam restrições ao uso e manejo superiores aos Gleissolos Háplicos. Cuidados especiais devem ser tomados no que diz respeito ao uso de máquinas pesadas nas três subordens, visto que os solos apresentam suscetibilidade ao desenvolvimento de recalques associado à baixa capacidade de suporte dos mesmos.

Latossolos

Os Latossolos compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto H hístico.

São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo (salvo minerais pouco alteráveis). Os solos são virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo, e têm capacidade de troca de cátions baixa, inferior a 17 cmol/kg de argila sem correção para carbono, comportando variações desde solos predominantemente cauliníticos. Normalmente são muito profundos, sendo a espessura do *solum* raramente inferior a um metro.

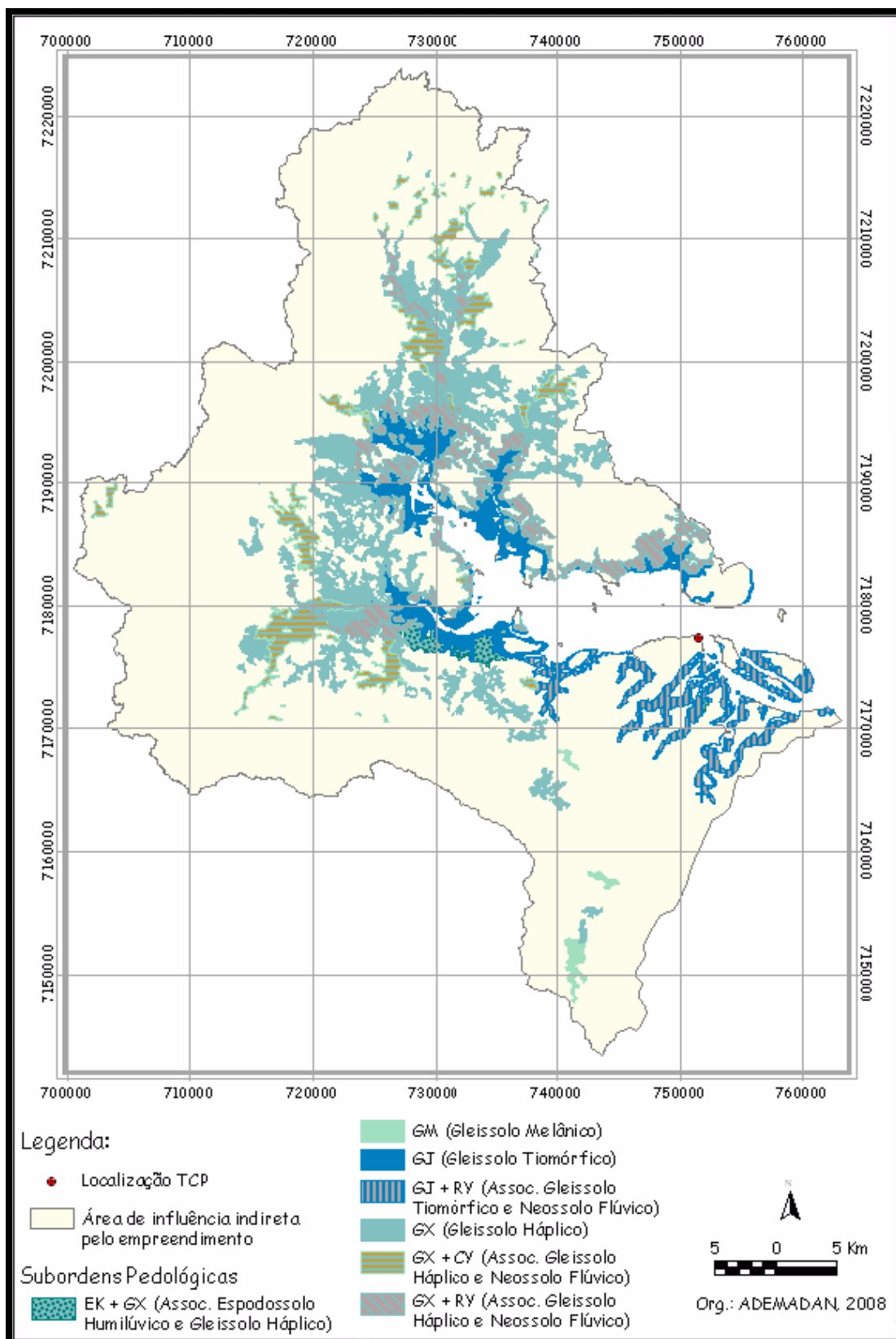


Figura 71 – Espacialidade da Sub-Ordem Pedológica dos Gleissolos.

Na área de abrangência da pesquisa, encontra-se apenas a subordem Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA), cujo matiz demonstra-se igual a 5YR ou mais vermelhos e mais amarelos que 2,5YR na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B. Estão sempre associados aos Cambissolos Háplicos (CX), somam 92,93 km², e especialmente estão situados na porção de Planalto Dissecado e na Serra do Mar apenas no terço superior das bacias dos rios Pequeno, Sagrado, Jacaré e Riberão, conforme se observa na figura 72.

É importante destacar que, nesta associação, a predominância do Cambissolo Háplico revela-se como sendo expressiva, ou seja, na ordem de 1:10. Diante deste fato, a maior estabilidade física característica dos Latossolos não se faz presente na área de estudo e a melhor utilização que se pode dar a esses solos é com pastagens plantadas.

Neossolos

Os neossolos compreendem solos com pequena expressão dos processos pedogenéticos em consequência da baixa intensidade de atuação dos mesmos, que não conduziram, ainda, as modificações expressivas do material originário, pela sua resistência ao intemperismo ou composição química, e do relevo, que podem impedir ou limitar a evolução desses solos.

Por definição são solos constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 30cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico e satisfazendo os seguintes requisitos:

1. Ausência de horizonte glei abaixo do A, dentro de 150cm de profundidade, exceto no caso de solos de textura areia ou areia franca virtualmente sem materiais primários intemperizáveis;
2. Ausência de horizonte vértico imediatamente abaixo de horizonte A;

3. Ausência de horizonte plúntico dentro de 40cm, ou dentro de 150cm da superfície se imediatamente abaixo de horizontes A, E ou precedido de horizontes de coloração pálida, variegada ou com mosqueados em quantidade abundante;
4. Ausência de horizonte A chernozêmico com caráter carbonático, ou conjugado com horizonte C cálcico ou com caráter carbonático.

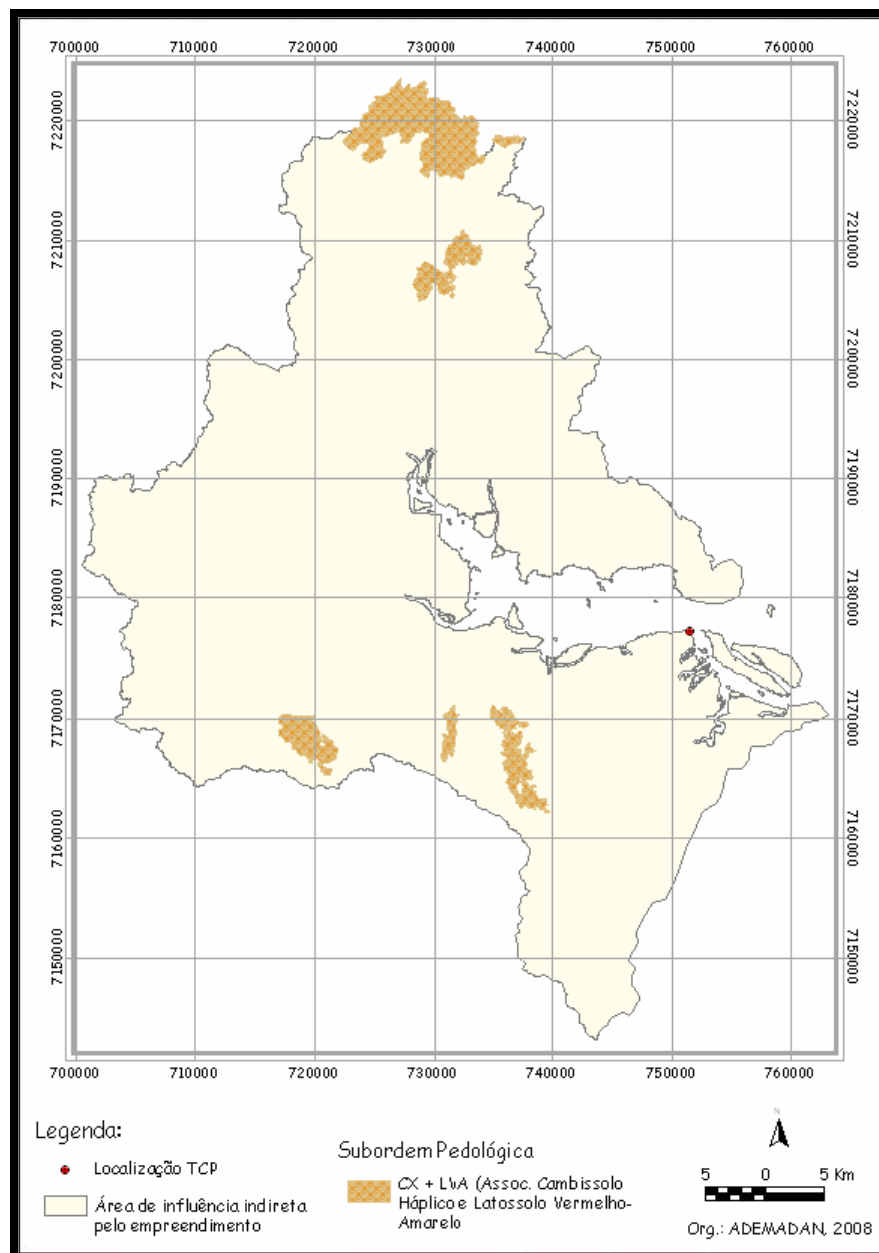


Figura 72 – Espacialidade da Sub-Ordem Pedológica dos Latossolos

Os solos desta classe apresentam aptidões muito diferenciadas, que variam desde solos com aptidão boa, ou seja, aptos para agricultura, pastagens, florestas, ou preservação da flora e fauna, até àqueles que devem ser destinados única e exclusivamente a preservação da fauna e flora, constituindo-se, desta forma, em áreas de preservação permanente.

Estas limitações são impostas muitas vezes pela posição que ocupam na paisagem, ora em área de planície, às vezes influenciados pelas marés, ora em áreas forte onduladas a escarpadas influenciados pelo relevo. Além destes aspectos existe uma grande variabilidade de características, físicas, químicas, mineralógicas e morfológicas, que são inerentes a esta classe de solos pouco evoluídos, com ausência do horizonte B diagnóstico.

Na região em análise, são encontradas três subordens de neossolos, todas representadas na figura 73. A primeira corresponde aos Neossolos Litólicos (RL), relativos aos antigos litossolos. São solos com horizonte A ou O hístico, assentes diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr, ou sobre material com 90% (por volume), ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2mm (cascalhos, calhaus e matacões) e que apresentam um contato lítico dentro de 50cm da superfície do solo. Admite um horizonte B, em início de formação cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Estes solos situam-se nas porções de relevo montanhoso (Serra do Mar), em geral, estão associados Cambissolos Háplicos (CX), quando somam 236,7 km² (11,2% da área em análise), ou a afloramentos rochosos, somando 181,14 km² (8,6% da área).

Os Neossolos Litólicos apresentam baixa disponibilidade de nutrientes, associada ao relevo predominantemente forte ondulado, incluindo áreas montanhosas e escarpadas, conferem a estes solos baixa capacidade para suportar até a vegetação natural. As restrições podem ser ainda mais acentuadas pela presença de pedregosidade ou às vezes de rochosidade, muito freqüente nesta classe de solo, e também pela pequena profundidade efetiva do solo, que além de limitar o espaço radicular, pode provocar limitações relacionadas à disponibilidade de água

especialmente nas épocas de seca. Apresentam alta suscetibilidade a movimentos de massa.

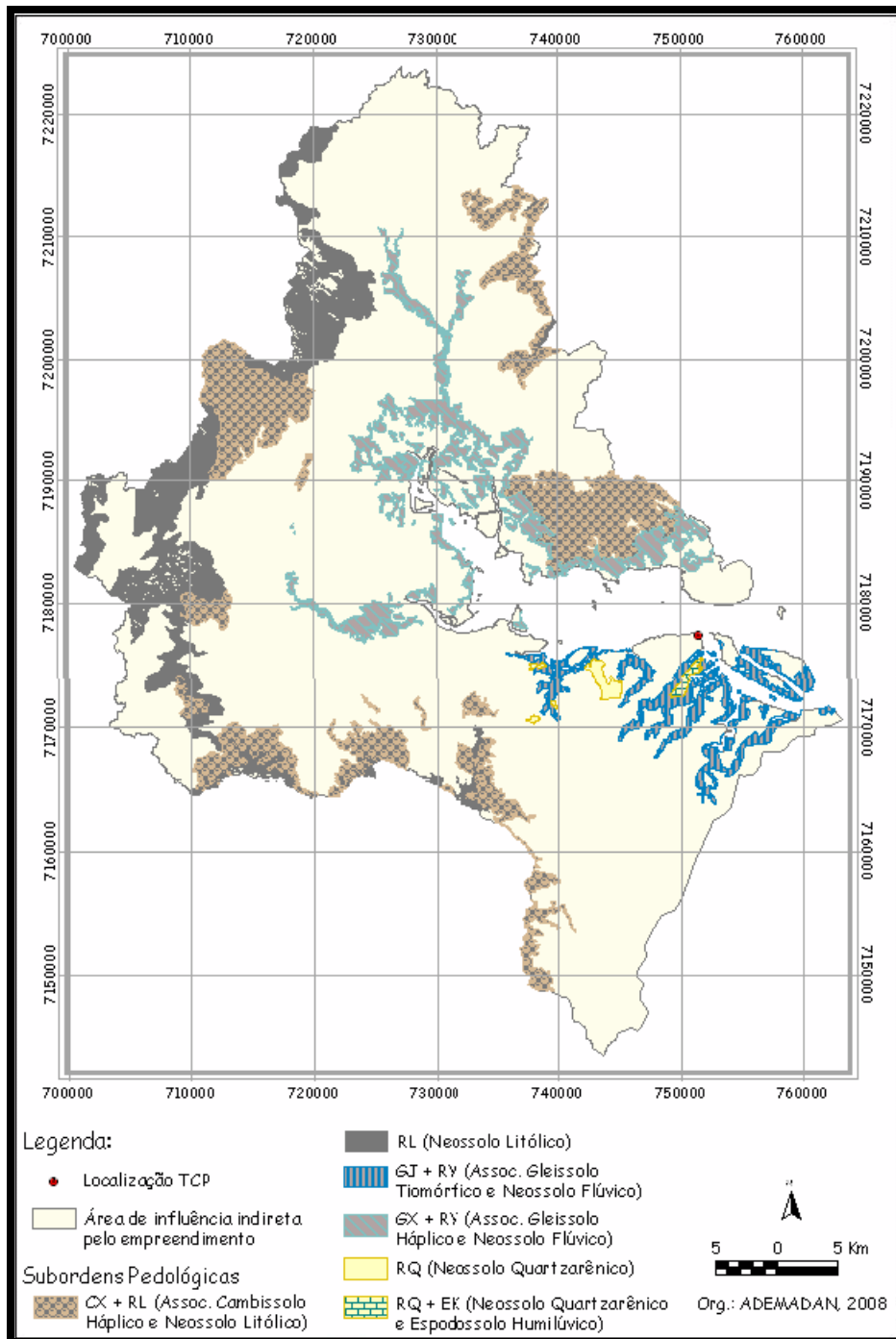


Figura 73 – Espacialidade da Sub-Ordem Pedológica dos Neossolos.

Outra subordem de neossolo refere-se aos Neossolos Flúvicos (RY), os quais são derivados de sedimentos aluviais e que apresentam caráter flúvico. Horizonte glei, ou horizontes de coloração pálida, variegada ou com mosqueados abundantes ou comuns de redução, se ocorrerem abaixo do horizonte A devem estar a profundidades superiores a 150cm.

Na área da pesquisa, podem estar associados aos Gleissolos Háplicos (GX), quando totalizam 98,78 km², ou então, associados aos Gleissolos Tiomórficos (GJ), com 52,04 km². Nas duas situações estão localizados, sobretudo, nas áreas de preservação permanente dos rios, não devendo ser usados e sim reservados como áreas de proteção da flora e da fauna. Apresentam alta suscetibilidade à erosão fluvial quando retirada a vegetação.

A terceira subordem encontrada refere-se aos Neossolos Quartzarênicos (RQ), a qual denota 5,07 km² quando encontrada isoladamente e 2,35 km² quanto associada aos Espodossolos Humilúvicos (EK). Esta subordem por estar posicionada em porções do relevo com declives entre 2% e 4% e por serem profundos e de constituição arenosa, não apresentam problemas de drenagem. As texturas extremamente arenosas, aliadas aos baixos teores de matéria orgânica, são responsáveis pela estruturação muito fraca, que os tornam muito vulneráveis à ação da água e do vento. Esses inconvenientes, somados à baixa fertilidade natural, os tornam impraticáveis para agricultura, devendo ser mantidos em estado natural. Apresenta alta suscetibilidade à erosão, principalmente eólica, devido à falta de coesão das partículas arenosas.

Organossolos

Compreende solos pouco evoluídos, com predominância de características devidas ao material orgânico, de coloração preta, cinzenta muito escura ou brunada, resultantes de acumulação de restos vegetais, em graus variáveis de decomposição, em condições de drenagem restrita (ambientes mal a muito mal

drenados), ou em ambientes úmidos de altitudes elevadas, saturados com água por apenas poucos dias durante o período chuvoso.

Em ambientes úmidos altimontanos, as condições de baixa temperatura favorecem o acúmulo de material orgânico pela redução da atividade biológica. Nesses ambientes, as condições de distrofismo e elevada acidez, podem também restringir a transformação da matéria orgânica.

Por definição são solos constituídos de material orgânico em mistura com maior ou menor proporção de material mineral e que satisfaçam um dos seguintes requisitos:

1. 60cm ou mais de espessura, se 75% (expresso em volume) ou mais do material orgânico consiste de tecido vegetal na forma de restos de ramos finos, fragmentos de troncos, raízes finas, cascas de árvores, excluindo as partes vivas;
2. Solos que estão saturados com água no máximo por 30 dias consecutivos por ano, durante o período mais chuvoso, com horizonte O hístico, apresentando as seguintes espessuras:
 - a) 20cm ou mais, quando sobrejacente a um contato lítico ou a material fragmentar constituído por 90% ou mais (em volume) de fragmentos de rocha (cascalhos, calhaus e matacões); ou
 - b) 40cm ou mais quando sobrejacente a horizontes A, B ou C; ou
3. Solos saturados com água durante a maior parte do ano, na maioria dos anos, a menos que artificialmente drenados, apresentando horizonte H hístico com espessura de 40cm ou mais, quer se estendendo em seção única a partir da superfície, quer tomado, cumulativamente, dentro de 80cm superficiais.

Uma das subordens de organossolos existentes na área de drenagem da Baía de Paranaguá é a dos Organossolos Fólicos (OO), os quais estão saturados por água, no máximo por 30 dias consecutivos por ano, durante o período mais chuvoso, e que apresentam horizonte O hístico originado de acumulação de

folhas, galhos finos, raízes, cascas de árvores, etc. em diferentes graus de decomposição, sobrejacente a contato lítico ou ocupando os interstícios de material constituído de fragmentos de rocha (cascalho, calhaus e matacões). Em geral, localizam-se em ambientes úmidos de clima altimontano, podendo estar associados a afloramentos rochosos. Na área estudada somam 7,99 km², conforme se observa na figura 74.

Outra subordem de organossolos existente na região refere-se aos Organossolos Háplicos (OX), que são encontrados somente em associação com os Espodossolos Humilúvicos (EK) e somam 34,78 km² (1,7% da área).

Cuidados especiais devem ser tomados no que diz respeito ao manejo da água, uso de máquinas pesadas (baixa capacidade de suporte), risco de fogo e perigo de dessecação irreversível com conseqüente formação de torrões. Quando sob cultivo, após a retirada do excesso d'água pela drenagem, estes solos tendem a diminuir de volume, causando rebaixamento superficial significativo. Este rebaixamento é devido, também, a ação dos microorganismos responsáveis pela decomposição dos compostos orgânicos.

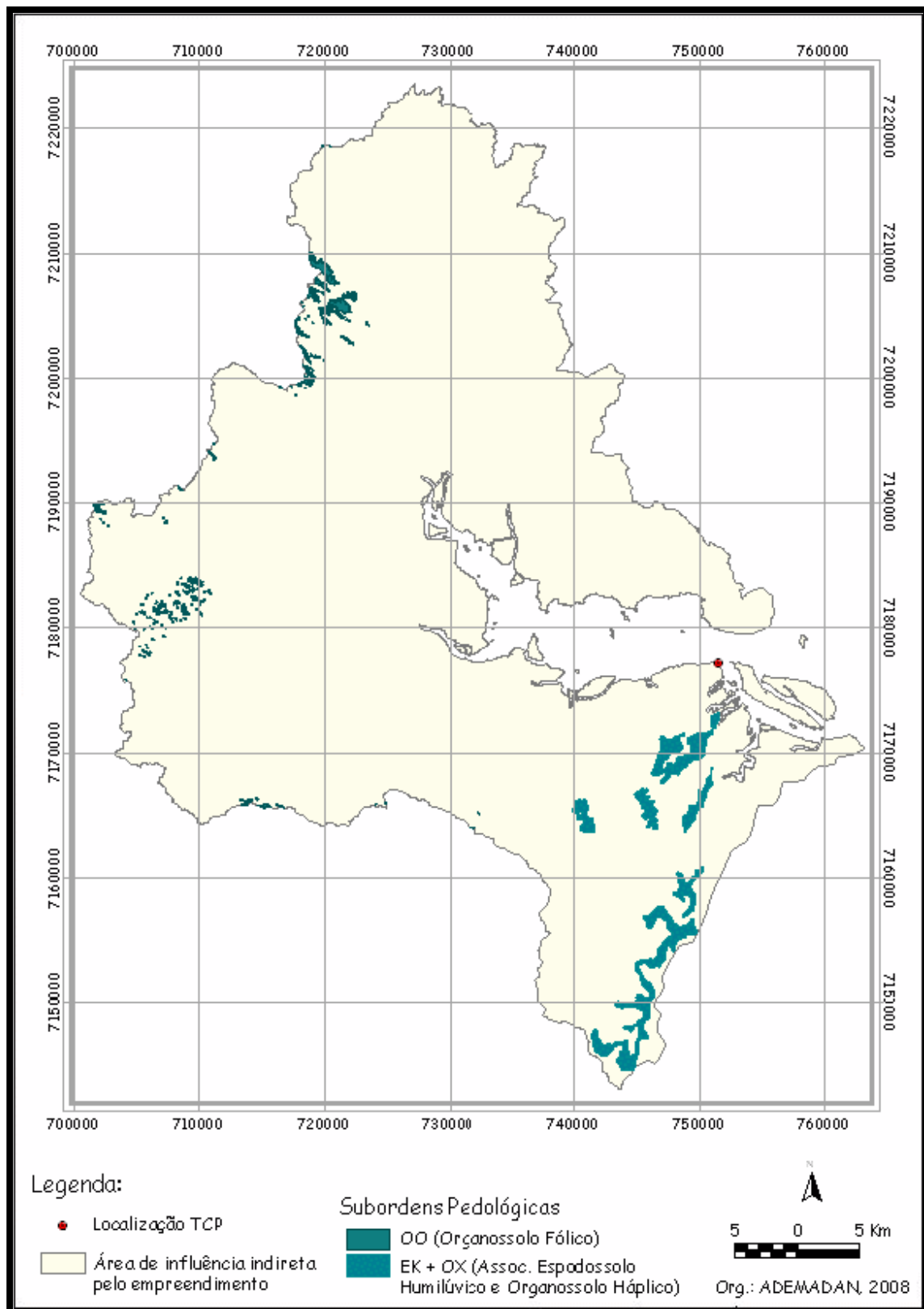


Figura 74 – Espacialidade da Sub-Ordem Pedológica dos Organossolos.

6.1.3.4 Sedimentos continentais

A cobertura sedimentar cenozóica é constituída, principalmente, por sedimentos de origens continentais e costeiras. Dentre os continentais, destacam-se os sedimentos associados a encostas, tais como leques, tálus, colúvios e sedimentos fluviais (Angulo, 1992b). Os depósitos derivados incluem duas unidades que receberam a denominação estratigráfica formal de Formação Alexandra (Bigarella *et al.*, 1959) e Formação Iquererim (Bigarella *et al.*, 1961a). 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 estado mais altos que o atual, como recentes (praias, planícies de maré, deltas de maré e dunas frontais) (Angulo, 1992b).

6.1.3.4.1 Formação Alexandra (Mioceno Inferior)

A Formação Alexandra é composta por um conjunto de diferentes fácies sedimentares continentais que ocorrem logo acima do embasamento, e são observadas em exposições superficiais na base da Serra do Mar. Angulo (1992) salienta que nesta Formação foram incluídos sedimentos de caráter diverso, que dificilmente poderiam ser considerados como pertencentes a uma única Formação.

Os depósitos sedimentares desta Formação ocorrem 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, em um único afloramento, uma camada de linhito (Angulo, 1995). As cores predominantes dos sedimentos são cinza esverdeado e vermelho, sendo que as lamas também apresentam tons azulados ou violáceos. Nos sedimentos intemperizados, as cores tendem para o vermelho, laranja e amarelo. A Formação Alexandra foi definida por Bigarella *et al.* (1959) e a seção-

tipo identificada por Angulo (1995), que na camada linhítica descreve detritos vegetais, troncos e restos de raízes *in situ*.

Os processos atuantes na formação das fácies foram interpretados por Angulo (1992b; 1995) como sendo principalmente fluxos gravitacionais do tipo fluxo de detritos (conglomerados sustentados pela matriz) e fluxo de lama (lamas e lamias arenosas). Segundo este mesmo autor, os arcóseos e arenitos arcoseanos sugeririam fluxos em canais entrelaçados (*braided*), ocorrendo transição para fluxos mais densos não confinados. Os arcóseos com estratificação gradacional foram atribuídos a fluxos densos em meio subaquoso. A camada linhítica indicaria um processo de carbonização em um ambiente do tipo pantanoso. Na interpretação geral o conjunto dos depósitos sugere um sistema deposicional de leque aluvial associado a corpos aquosos, de pequena dimensão, talvez pântanos.

Angulo (1992b; 1995) interpreta que o clima durante a deposição da Formação Alexandra poderia ter sido úmido, porém mais seco que o atual, propiciando abundância de arbustos e plantas herbáceas. A ocorrência de fluxos de lama e de detritos estaria associada à existência de um relevo acidentado, com superfícies de rocha exposta que favoreceriam o fornecimento de seixos e grânulos de quartzo e feldspato. A vegetação mais aberta, sobretudo nas partes altas da serra, não ofereceria uma proteção eficiente das encostas, como a mata atlântica atual, favorecendo a ocorrência de corridas de lama e detritos e a existência de canais entrelaçados, num ambiente de leque aluvial.

Lima & Angulo (1990), com base no conteúdo palinológico da camada linhítica, posicionaram os depósitos da Formação Alexandra no Mioceno Inferior.

6.1.3.4.2 Leques e cones aluviais (Plio-Quaternário)

Estes sedimentos são comumente caracterizados por cascalhos sustentados pela matriz areno-argilosa, com seixos e matações de até vários metros de diâmetro. A

espessura dos sedimentos é variável, sendo que a maior espessura observada foi de 10 m (Angulo, 1992).

As principais fácies sedimentares encontradas podem ser atribuídas a fluxos densos de lama e detritos e a fluxos trativos fluviais, sendo semelhantes às fácies da Formação Alexandra. A idade destes depósitos é inferida por Angulo (1992) como plio-pleistocênica.

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). Esta unidade inclui os sedimentos da Formação Iquererim definida por Bigarella *et al.* (1961a). O maior conjunto de leque e cones localiza-se na vertente oriental da Serra do Quiriri ou Iquererim, onde o desnível entre a planície e os cumes da serra alcança mais de 1.500 m. Outro grande conjunto ocorre associado à vertente oriental das serras do Marumbi e dos Órgãos, onde os desníveis têm a mesma magnitude.

Angulo (1995) observou que a ocorrência de leques é mais freqüente onde as rochas do embasamento são graníticas ou migmatíticas.

Os leques e cones aluviais apresentam forma semelhante, distinguindo-se pela sua inclinação. O raio varia entre 100 m e 400 m com declives entre 2° e 20°, sendo que os que possuem declives superiores a 10° se enquadrariam na categoria de cones de Rapp & Fairbridge (1968). Nas folhas geológicas da Comissão da Carta (Rivereau *et al.* 1969a,b,c, 1970), diversas destas estruturas (leques) foram mapeadas como depósitos de tálus.

Os leques e cones formam-se onde uma drenagem secundária alcança a planície costeira ou o vale do rio principal. Os leques e cones apresentam diversos estágios de dissecação, identificados por Bigarella *et al.* (1961a). Segundo este autor, em vários locais, é possível distinguir três gerações de leques, sendo as gerações localizadas a montante mais dissecados. 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 compõem uma paisagem composta por uma superfície suavemente inclinada, frequentemente, com a presença de grandes blocos esparsos. Em diversos locais, esses sedimentos jazem sobre uma superfície irregular cortada nas rochas do embasamento e apresentando espessuras variáveis, sendo a maior observada de 10 m.

Segundo Bessa Jr. (1996), os leques são constituídos por areias arcoseanas, lamas, cascalhos clasto 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. As principais fácies sedimentares encontradas podem ser atribuídas a fluxos densos de lama e detritos e a fluxos trativos fluviais. O mesmo autor também descreve depósitos atribuídos a canais confinados e não confinados de rios entrelaçados e depósitos lacustres. Ainda segundo o mesmo autor, as análises palinológicas, aliada a presença de fósseis vegetais e depósitos lacustres, sugerem que a formação destes leques tenha ocorrido sob clima úmido. 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, com os mais antigos do Plioceno segundo Angulo (1995).

6.1.3.5 Sedimentos costeiros

Planície costeira (Pleistoceno Superior e Holoceno)

Angulo (1992) separa os cordões litorâneos em pleistocênicos e holocênicos, não havendo informações sedimentológicas suficientes para estabelecer uma subdivisão textural.

A elevação dos cordões na planície de Paranaguá raramente ultrapassa 10 m, existindo uma inclinação geral da superfície em direção ao mar tanto no setor pleistocênico como no holocênico, indicando progradação costeira concomitante com o abaixamento do nível relativo do mar (Soares *et. al*, 1997).

As informações existentes sobre os sedimentos nesta área de deposição marinha indicam uma textura arenosa homogênea. Os depósitos sedimentares são compostos por areias finas a muito finas, bem e muito bem selecionadas.

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. Estas planícies formaram-se como consequência das oscilações do nível relativo do mar durante o Quaternário.

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 & Suguio, 1987; Angulo, 1992a, b). Os sedimentos desta unidade podem apresentar teores de finos (siltes e argilas) de até 20%, os quais Angulo (1992a; b) interpretou como de origem epigenética, e principalmente pedogenética.

Planícies paleo-estuarinas (Pleistoceno Superior e Holoceno)

Os sedimentos paleo-estuarinos estão amplamente distribuídos no litoral paranaense, ocorrem em áreas planas com altitudes inferiores a 7 m e não apresentam alinhamentos visíveis. Nestas áreas predominam areias, ocorrendo areias argilosas, areias siltosas e silte argilo-arenoso em quantidades menores, muito bem e muito pobremente selecionados (Angulo, 1992a; b).

Segundo Angulo (1992b) estes sedimentos podem ser interpretados como depositados em ambiente estuarino ou lagunar. A estratificação ondulada e bioturbações sugerem ambiente de planície de maré e sedimentos argilo-

arenosos com conchas abundantes, corresponderiam a parte inferior da planície de maré ou fundos rasos (Angulo, 1992b; Angulo & Absher, 1992).

Associados aos sedimentos paleo-estuarinos ocorrem conchas abundantes de moluscos (*Anomalocardia brasiliiana*). Descrições da composição malacológica destes bancos foram realizadas por Bigarella (1946; 1950; 1951), por Angulo (1992b) e Angulo & Absher (1992). Datações C¹⁴ destas conchas forneceram idades inferiores a 6.000 anos A.P. (Bigarella, 1971; Bigarella & Becker, 1975; Martin *et al.*, 1988), o que permite correlacioná-los ao último ciclo transgressivo-regressivo do Holoceno.

Próximo ao canal do Varadouro, porção norte do litoral do Paraná, foi identificada uma área com sedimentos paleoestuarinos contendo troncos e detritos vegetais. A datação de um fragmento de tronco forneceu idade além do alcance do C¹⁴ (> 40.000 anos A.P.).

Angulo (1992a; b) identificou estratificações cruzadas de baixo ângulo; estratificações cruzadas acanaladas, tangenciais, sigmóides, planares e truncadas por ondas; estruturas de corte e preenchimento de canal; laminações cruzadas e marcas onduladas simétricas e assimétricas; laminações convolutas e diversos tipos de bioturbações, onde podem ser destacados os tubos (Ophiomorpha) atribuídos a *Callichirus major*. Estes depósitos foram interpretados por este autor como formados principalmente em ambiente de antepraia (*foreshore*) e face litorânea superior (*upper shore face*).

As características morfológicas e datações C¹⁴ 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). Um modelo evolutivo das planícies costeiras paranaenses durante o Pleistoceno Superior e Holoceno foi proposto por Lessa *et al.* (2000), o que permitiu atribuir os depósitos ao ciclo transgressivo-regressivo do último interglacial no Pleistoceno (Angulo *et al.*, 2002).

No modelo proposto por Lessa *et al.* (2000) a barreira regressiva holocênica encontra-se sotoposta a depósitos sedimentares de paleolagunas, onde o limite inferior da *shoreface* encontra-se entre os 6 e 8 metros abaixo do nível relativo do mar. Já o modelo de Souza *et al.* (2003) associa fácies de uma sequência regressiva depositada em ambiente de plataforma rasa sobre depósitos pleistocênicos. Segundo esta autora, as idades C¹⁴ para a barreira estão entre 4.000 e 3.000 anos A. P.

Depósitos paleoestuarinos

Os depósitos paleoestuarinos se relacionam a áreas de antigos manguezais, em épocas correspondentes aos máximos transgressivos dos 120.000 e 5.000 anos A.P., e na planície costeira paranaense se localizam a retaguarda dos cordões litorâneos. Os sedimentos paleoestuarinos evidenciam predomínio de areias ocorrendo também areias argilosas e siltosas e siltes argilo-arenosos, sendo que o teor de finos varia de 0 a 70 %. As classes modais mais frequentes foram as de areia muito fina e fina (Angulo, 1992).

Tálus (Quaternário)

No sopé das vertentes mais íngremes da Serra do mar, frequentemente ocorrem acúmulos de sedimentos, cujas superfícies de deposição formam rampas de inclinação acentuada. 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 foram interpretados como depósitos de tálus (Angulo 1992b, 1995).

Colúvios (Quaternário)

Sob a denominação colúvios incluíram-se sedimentos associados as vertentes da Serra do mar, nos quais não se observam evidências de transporte por fluxos de baixa viscosidade. Trata-se de sedimentos predominantemente 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 ocorrência de mais de um colúvio superposto, com características texturais, ou de coloração diferentes, podendo ocorrer solos enterrados (Angulo *et al.*, 2006).

Segundo Angulo *et al.* (2006) 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.

Sedimentos fluviais (Quaternário)

Os sedimentos fluviais estão amplamente distribuídos 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, freqüente na Serra do Mar, são as planícies de soleira, formadas a montante de obstáculos no curso fluvial, constituídos por rochas mais resistentes. No Primeiro Planalto, as planícies são amplas e com canais meandrantos. 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 Angulo (1992b) está 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. Angulo (1992b) identificou, através da

morfologia, planícies aluviais anteriores e posteriores à transgressão pós-glacial sendo, portanto as primeiras do Pleistoceno e as últimas do Holoceno.

Planícies de maré

Segundo Reineck & Singh (1973), as planícies de maré (*tidal-flats*) se desenvolvem ao longo de costas de baixo declive, com ciclos de maré marcados, onde há sedimentos disponíveis e não há forte ação das ondas. Em diversos trabalhos sobre o litoral paranaense, essas áreas são referidas como manguezais, entretanto 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: (a) manguezais, (b) marismas e bancos não vegetados, (c) manguezal com *Acrostichum* sp. e *Hibiscus* sp., (d) zona de *Cladium* sp., (e) pântano de maré e (f) brejo de maré. A maior parte da planície de maré é ocupada pelos manguezais. Na porção inferior, entre os manguezais e o estuário ocorrem os marismas formados por *Spartina* sp. e áreas rasas denominadas “bancos arenosos e areno-argilosos”, sem vegetação. Na porção superior da planície de maré é frequente a ocorrência da zona de *Cladium* sp., que é inundada apenas durante as preamares de sizígia e as tempestades (Angulo & Müller 1990). Nas partes 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 & 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; Angulo 1992b).

Depósitos estuarinos

Os sedimentos de fundo da Baía de Paranaguá consistem basicamente de uma mistura de material detrítico terrígeno com material biogênico, produzido pelas associações vegetais (manguezais, marismas, etc.) que ocorrem nas margens e

setores internos das gamboas da baía. Os teores de carbonato biodetrítico nos sedimentos de fundo da região são de modo geral baixos (Soares *et al.*, 1997).

Bigarella *et al.* (1978) constataram que via de regra, os sedimentos tornavam-se cada vez mais finos e menos selecionados para o interior da baía de Paranaguá. Lamour *et al.* (2004), em uma caracterização dos sedimentos de fundo do Complexo Estuarino de Paranaguá salientaram que de forma geral, os sedimentos da baía de Paranaguá têm diâmetro médio entre silte fino e areia fina, são pobremente selecionados, com 40 à 60 % de sedimentos grossos, contendo de 0 à 20 % de carbonato biodetrítico (CaCO₃) e de 0 a 30 % de matéria orgânica contida (figura 75).

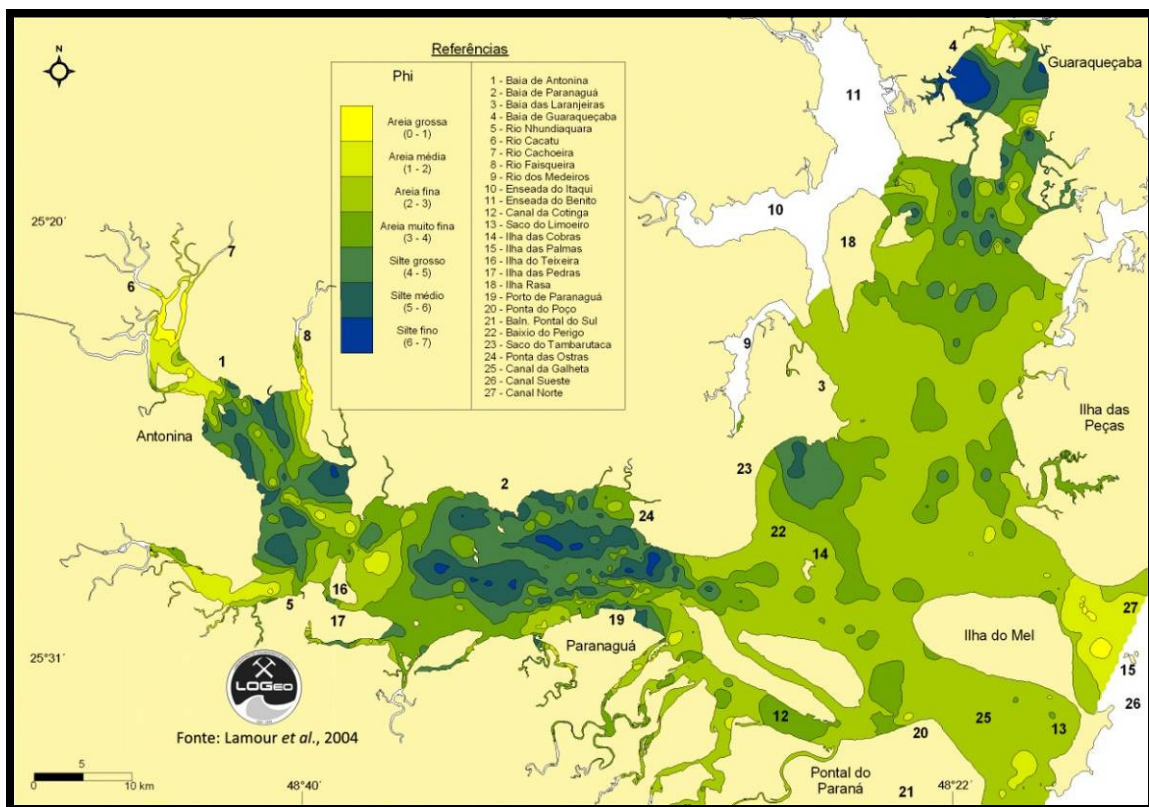


Figura 75 - Mapa de distribuição dos valores de diâmetro médio no Complexo Estuarino de Paranaguá (Fonte: Lamour *et al.*, 2004).

Esses mesmos autores concluem que em associação à grande extensão de áreas rasas nas bordas da baía de Antonina, o diâmetro médio dos sedimentos apresenta-se menor que nos canais (centro da baía). Os sedimentos grossos

estão concentrados nas desembocaduras dos grandes rios da baía de Paranaguá, como resultado do intenso processo de erosão das bacias hidrográficas da Serra do Mar. Na desembocadura Sul predominam areias finas a médias, moderadamente à bem selecionados, com quantidades inferiores a 5 % de CaCO_3 , enquanto que na desembocadura Norte ocorrem areias finas a grossas, pobremente selecionados, com 10 a 15% de CaCO_3 , e praticamente não ocorrem sedimentos finos. Teores inferiores de 5 % de matéria orgânica foram verificados em ambas as desembocaduras. A desembocadura Sul tem sido frequentemente dragada para a manutenção das profundidades de navegação do canal da Galheta o que direciona o fluxo de correntes de maré gerando um grau de seleção maior nas areias finas ali observadas. Na extensão do canal da Galheta, Lamour & Soares (2007) detectaram o padrão de afinamento dos sedimentos a partir da desembocadura em direção a Antonina.

Deltas de maré

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) 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 são deltas dominados por marés (Angulo, 1999).

Dunas (Holoceno)

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 1993). Os cordões podem ser agrupados em dois tipos principais: os desenvolvidos e os incipientes ou embrionários, podendo ocorrer formas transicionais (Angulo, 1993). Os desenvolvidos são paralelos à linha de costa, têm larguras entre 20 e 80 m, podendo alcançar até 250 m, com comprimento que 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, 1993). Os cordões incipientes são feições com altura inferior a 3 m, por vezes formados pela coalescência de pequenas dunas linguóides ou dômicas.

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. Angulo (1993) interpretou que todos os cordões dunares da costa paranaense se desenvolveram a partir de dunas frontais com o auxílio efetivo da vegetação. Bigarella *et al.* (1969a,b) determinaram que as areias das dunas, no litoral sul entre Matinhos e Pontal do Sul, tem diâmetro médio de 2,0 a 2,9 Ø, fração predominante de 2,0 - 3,0 Ø, bem selecionadas e com assimetria predominantemente negativa.

Segundo Angulo (1993) 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.

6.1.3.5.1 Classificação granulométrica e caracterização dos sedimentos da ADA (Resolução CONAMA 344/04)

A composição predominante dos sedimentos da ADA é de areias finas a médias pobremente selecionadas com teores de CaCO_3 variando entre 11,6 e 5,1%, e de matéria orgânica entre 8,6 e 6,0 % nas amostras coletadas em superfície de fundo por meio de draga. No extrato médio das perfurações realizadas, foi constatada a presença de siltes grossos a areias muito finas, de muito pobremente a pobremente selecionados, com teores de CaCO_3 entre 5,6 e 3,4 % e de matéria orgânica entre 10,2 e 3,8%. Já nas parcelas sedimentares coletadas junto a base dos testemunhos, prevaleceram areias muito finas a finas pobremente selecionadas, com teores de CaCO_3 variando entre 3,2 e 0,4 % e matéria orgânica contida entre 8,2 e 1,9% (tabelas a seguir). Em um contexto geral, as amostras apresentaram porcentagens de sedimentos grossos (areias) prevalecendo sobre os finos (siltes e argilas), o que leva a interpretação de que apesar da aparência lamosa das amostras, sua composição consiste de uma mistura de areias e matéria orgânica. A avaliação das características do pacote sedimentar amostrado leva a observação de areias na porção superior (topo) do testemunho, o que corresponde aos seus 20 cm iniciais, siltes na porção média, entre 190 e 200 cm de profundidade e areias entre os 390 e 410 cm.

Tabela 23 – Características granulométricas dos sedimentos na Área Diretamente Afetada pela expansão do Terminal de Contêineres de Paranaguá.

Amostra	Média	Classificação	Mediana	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação
TCP T1 #T*	2.516	Areia fina	2.385	1.408	Pobrememente selecionado	0.378	Muito positiva	2.812	Muito leptocúrtica
TCP T1 # M*	4.147	Silte grosso	3.115	2.145	Muito pobrememente selecionado	0.608	Muito positiva	1.075	Mesocúrtica
TCP T1# B*	2.667	Areia fina	2.453	1.266	Pobrememente selecionado	0.689	Muito positiva	2.741	Muito leptocúrtica
TCP T2 # T	2.249	Areia fina	2.260	1.427	Pobrememente selecionado	0.222	Positiva	4.101	Extremamente leptocúrtica
TCP T2# M	3.450	Areia muito fina	3.331	1.017	Pobrememente selecionado	0.649	Muito positiva	5.192	Extremamente leptocúrtica
TCP T2# B	3.396	Areia muito fina	3.299	1.095	Pobrememente selecionado	0.531	Muito positiva	4.507	Extremamente leptocúrtica
TCP T3 # T	1.039	Areia média	2.043	1.519	Pobrememente selecionado	-0.602	Muito negativa	0.804	Platicúrtica
TCP T3 # M	4.790	Silte grosso	3.356	2.162	Muito pobrememente selecionado	0.809	Muito positiva	1.205	Leptocúrtica
TCP T3 # B	3.327	Areia muito fina	3.264	1.034	Pobrememente selecionado	0.524	Muito positiva	5.945	Extremamente leptocúrtica
TCP T4# T	1.997	Areia média	1.989	1.376	Pobrememente selecionado	0.294	Positiva	2.818	Muito leptocúrtica
TCP T4# M	4.785	Silte grosso	3.312	2.213	Muito pobrememente selecionado	0.814	Muito positiva	2.831	Muito leptocúrtica
TCP T4# B	3.388	Areia muito fina	3.300	1.025	Pobrememente selecionado	0.594	Muito positiva	6.443	Extremamente leptocúrtica

* T – Topo; M – Meio, e B – Base.

Tabela 24 – Teores de CaCO₃ e matéria orgânica contida nos sedimentos Área Diretamente Afetada pela expansão do Terminal de Contêineres de Paranaguá, bem como as porcentagens das diversas classes granulométricas.

Amostra	% CaCO₃	% MO	% Cascalho	% Areia	% Silte	% Argila	% Grossos	% Finos
TCP T1 #T	8.47	8.63	1.75	85.81	11.30	1.14	87.6	12.4
TCP T1 #M	5.61	10.22	0.49	64.45	29.71	5.35	64.9	35.1
TCP T1# B	0.45	8.29	0.00	90.54	2.11	7.35	90.5	9.5
TCP T2# T	6.28	9.24	1.98	90.20	3.21	4.62	92.2	7.8
TCP T2# M	3.41	3.89	0.00	85.63	7.08	7.29	85.6	14.4
TCP T2# B	3.28	3.14	0.05	86.41	6.68	6.85	86.5	13.5
TCP T3 # T	11.61	6.06	17.65	80.44	0.60	1.31	98.1	1.9
TCP T3 # M	4.51	5.21	0.14	73.19	10.74	15.92	73.3	26.7
TCP T3 # B	2.54	1.97	0.00	88.54	4.48	6.98	88.5	11.5
TCP T4# T	5.18	8.14	0.19	92.34	5.15	2.32	92.5	7.5
TCP T4# M	4.51	5.92	0.00	75.54	6.78	17.68	75.5	24.5
TCP T4# B	2.40	2.86	0.00	87.62	4.40	7.98	87.6	12.4

Os teores de CaCO_3 na superfície dos testemunhos apresentam valores máximos no seu topo, o que pode ser considerado como uma resposta a atividade biológica de organismos com carapaça carbonática nesta porção. Os teores de matéria orgânica não apresentaram um padrão definido, já que a principal existe uma relação direta entre sedimentos finos e contaminantes (poluentes orgânicos e metais pesados) amplamente conhecida na literatura, como abordado neste tópico, mais especificamente nas descrições relativas a Resolução CONAMA 344/04.

6.1.3.5.2 Descrição dos sedimentos da Área Diretamente Afetada (ADA) pelo empreendimento (geoquímica)

Este capítulo visa estabelecer o grau de relevância das concentrações encontradas no material a ser dragado, nas imediações do empreendimento, frente aos “valores orientadores” das normas ambientais para a sua disposição. Dessa forma, procura-se o melhor gerenciamento nas áreas de influência da Baía, uma vez que o material a ser dragado deverá ser disposto em terra. De acordo com o Art. 1º da Resolução CONAMA 344/04:

§ 1º Para efeito de classificação do material a ser dragado para disposição em terra, o mesmo deverá ser comparado aos valores orientadores estabelecidos para solos pela norma da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, “Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo”, publicado no Diário Oficial da União; Empresarial; São Paulo, 111 (203), sexta-feira, 26 de outubro de 2001, até que sejam estabelecidos os valores orientadores nacionais pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA;

Metais pesados, Arsênio, Fósforo (P), Nitrogênio (N) e Carbono Orgânico Total (COT)

Os resultados das análises dos metais Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn, Hg, As, P, N e COT são apresentados na tabela a seguir, para base de comparação, a tabela contém os respectivos valores orientadores estabelecidos para solos pela norma da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB (metais) e pela resolução CONAMA 344/05 (P, N e COT). Em relação ao As, a menor concentração detectada foi de 1,8 mg/kg no testemunho 2 fundo com o maior valor 20,2 mg/kg na estação 3 superfície e além dessa estão, as amostras 2 e 4 superfície que também excederam o valor limiar da Norma CETESB que é de 15 mg/kg. Ressalta-se que a amostra do testemunho 2 meio apresenta concentração praticamente igual ao valor orientador. Os valores encontrados foram menores que os reportados por Sá (2003), que, ao avaliar os impactos das dragagens na área compreendida entre a Baía de Antonina e o Porto de Paranaguá, encontrou teores entre 18,7 e 31,2 mg/kg e, ao avaliar o efeito da dragagem no canal, observou teores de 20,025 mg/kg no canal dragado, 17,64 mg/kg na região de despejo e 16,66 mg/kg na seção não dragada antes das operações de dragagem e 15,92, 16,99 e 29,83 mg/kg nas respectivas regiões após as operações. No mesmo estudo, em sedimentos superficiais da bacia de evolução do porto de Paranaguá, as concentrações de As variaram entre 0,89 e 7,60 mg/kg e de 4,7 a 81,5 mg/kg nas imediações da indústria de fertilizantes FOSPAR. Em trabalho sobre protocolos para a avaliação de sedimentos e materiais dragados em zonas costeiras do Atlântico, Choueri (2008) encontrou valores entre 3,40 e 8,33 mg/kg, resultados estes que apontam altos valores na distribuição de As no interior da Baía de Paranaguá.

Tabela 25 – Teores de metais, As, P, N e COT.

Amostras	As	Cd	Cu	Cr	Ni	Pb	Zn	Hg	P	N	COT
	mg/Kg										(%)
1 sup.	11,5	n.d	2,8	14,4	5	5,1	24,1	n.d	307	747	1,5
1 meio	2,3	n.d	1	11	3,6	4,4	19,2	n.d	181	239	0,6
1 fund	4,1	n.d	0,7	11	3,7	4,4	16,8	n.d	n.d	217	0,7
2 sup.	17	n.d	1,5	7,4	2,4	2,2	13,1	n.d	160	203	n.d
2 meio	14,9	n.d	0,6	9,6	3,2	3,1	39,3	n.d	128	173	0,7
2 fund	1,8	n.d	0,7	11,1	3,4	3,3	15,1	n.d	56,5	166	0,4
3 sup.	20,2	n.d	n.d	3,5	2,3	1,5	6,3	n.d	20,3	157	0,5
3 meio	7,2	n.d	0,7	12,2	3,9	4,2	23	n.d	213	297	1,1
3 fund	2,8	n.d	0,9	10,3	3,5	3,3	14,6	n.d	n.d	180	0,4
4 sup.	16,3	n.d	1,1	8,2	3	2,1	13,1	n.d	209	300	0,6
4 meio	3,9	n.d	0,8	13,8	4,8	4,1	20,6	n.d	269	559	1,1
4 fund	4,5	n.d	0,8	6,4	2,1	2,5	12,1	n.d	89,9	230	0,4
Controle	n.d	n.d	0,8	2,20	0,6	1,4	6,1	n.d	89	120	n.d
Valores orientadores (Norma CETESB n.º 014-01-E)	15	3	60	75	30	100	300	0,5	2.200*	4.800*	10*

Em vermelho, destacadas as concentrações que ultrapassaram os valores orientadores pela Norma CETESB n.º 014-01-E.

n.d: não detectado (abaixo do limite de quantificação).

* Valores orientadores Resolução CONAMA 344/04 para carbono orgânico total e nutrientes.

A discussão levantada por Sá (2003) salienta que as concentrações de arsênio em sedimentos marinhos e estuarinos não contaminados variam de 5 a 15 mg/kg e que também há dados que mostram que a concentração média em sedimentos

de oceano profundo é de aproximadamente 40 mg/kg. A deposição atmosférica, intemperismo (de minerais como a arsenopirita), aporte através de gêiseres, erupções vulcânicas e fontes hidrotermais submarinas estão entre os principais aportes naturais de As ao ambiente marinho (ANNINOU & CAVE, 2009) e aliado a esses fatores as atividades antrópicas também tem um papel representativo, com o aporte através do *runoff* nas zonas costeiras.

Além disso, no estudo de Sá (2003), é discutida também a similaridade entre o comportamento geoquímico do arsênio e do fósforo na região, sendo o arsênio liberado naturalmente para o ambiente pelo intemperismo, uma vez que por estar adsorvido aos óxidos de alumínio, ferro e eventualmente com o manganês, pode ser dissolvido e mobilizado a partir dos sedimentos marinhos nas interfaces redox, o que torna a sua concentração no meio dependente dessas variáveis ambientais (MANNING & GOLDBERG, 1996; BAUER & BODAU, 2006; ANNINOU & CAVE, 2009). Ainda segundo Sá (2003), devido ao comportamento similar entre o As e o P (proveniente de rochas enriquecidas com P), as altas concentrações de As no Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá podem estar relacionadas ao aporte de efluentes decorrente da atividade de produção de fertilizantes que ocorre na região. Devido a concentração de As ser a única que ultrapassou o valor orientador da Norma CETESB n.º 014-01-E, esta ocorrência será discutida com mais detalhe no sub-capítulo inserido logo após a caracterização geoquímica dos sedimentos a serem dragados.

Os elementos Cd e Hg não foram detectados em nenhuma das amostras analisadas. Sá (2003) encontrou teores de Cd entre 1,7 e 2,4 mg/Kg, indicando decréscimo em direção à parte externa do complexo estuarino. O mesmo autor encontrou concentrações elevadas de Hg na Baía de Antonina, com teores de variando de 0,09 a 0,48 mg/Kg. Já nos trabalhos de Choueri (2008) e Morais (2009), as concentrações de Cd também estiveram abaixo do limite de detecção de 0,1 mg/kg.

De acordo com Marins *et al.* (2004), processos naturais como a ressuspensão de partículas do solo, emanações vulcânicas do solo e águas superficiais e

queimadas de florestas podem contribuir para as emissões naturais de mercúrio. As principais emissões antropogênicas de mercúrio são as de natureza pontual como descargas de efluentes ou resíduos que ocorriam em antigas plantas eletroquímicas para a produção de cloro-soda, descargas difusas (relacionadas à produção de energia, como na combustão de carvão e derivados de petróleo) e queima de lixo.

De acordo com Sá (2003), o cádmio é utilizado em uma variedade de processos, incluindo a fabricação de pigmentos, baterias, itens de produtos fotográficos, elétricos, cerâmicas, alguns biocidas, e em estabilizadores de plásticos. Embora, vários estudos tenham demonstrado uma pequena contaminação da baía pelos metais Cd e Hg, ambos não foram detectados nas amostras analisadas, demonstrando um maior controle das possíveis fontes poluidoras próximas ao local estudado.

Os níveis de Cu variaram de 0,6 mg/Kg na amostra 2 meio (menor valor) a 2,8 mg/Kg na amostra 1 superfície, entretanto nenhum desses valores excederam o valor orientador, que é de 60 mg/kg. Sá (2003) encontrou concentrações entre 0,07 e 22,97 mg/kg. Já Choueri (2008) relatou valores de 6,55 a 16,20 mg/kg e Morais (2009) encontrou concentrações de 7,72 mg/kg na região do porto de Paranaguá, 0,26 mg/kg Saco da Tambarutaca e 11,01 mg/kg na Enseada do Benito, concentrações relativamente maiores que as encontrados no presente estudo. O Saco da Tambarutaca e a Enseada do Benito são áreas consideradas longe de influência antrópica, utilizadas neste estudo como referência para sedimentos grossos e finos, respectivamente.

O Cr foi detectado no menor valor a 3,5 mg/kg na amostra 3 superfície e no maior valor a 14,4 mg/kg na estação 1 superfície, valores abaixo do valor orientador, que é de 75 mg/kg. No estudo de Sá (2003), os valores variaram entre 5,05 e 44,61 mg/Kg, corroborando com o presente estudo. Choueri (2008), no entanto, encontrou valores de 14,50 a 58,00 mg/Kg e Morais (2009), de 0,01 a 52,54 mg/Kg, ambos trabalhos que demonstraram altos níveis de Cr na região.

A análise de Ni apresentou valores variando de 2,1 mg/kg para a amostra 4 fundo e 5,0 mg/kg na estação 1 superfície, concentrações também abaixo do valor orientador, que é de 20,9 mg/kg. Sá (2003) encontrou uma variação de 0,1 a 38,35 mg/kg e Choueri (2008) teores entre 6,65 a 21,90 mg/Kg. Morais(2009) encontrou concentrações de 0,93 mg/kg no Saco da Tambarutaca, 11,61 mg/kg na Enseada do Itaquí, 25,60 mg/kg na Enseada do Benito e 25,89 mg/kg no Porto de Antonina, ambos abaixo do valor orientador (30,0 mg/kg), enquanto que na região do Porto de Paranaguá os teores foram abaixo do limite de detecção, corroborando com os baixos teores encontrados no presente estudo.

Os valores de Pb variaram entre 1,5 mg/Kg para a amostra 3 superfície e 5,1 mg/kg na estação 1 superfície. Para este elemento, o valor orientador é de 100 mg/kg. Sá (2003) encontrou valores entre 1,84 e 12,95 mg/kg. Já Choueri (2008) encontrou valores mais altos, entre 17,63 e 29,75 mg/kg, porém no estudo de Morais (2009) as concentrações ficaram abaixo dos limites de detecção, corroborando com os baixos valores encontrados.

Os níveis de Zn encontrados foram de 6,3 mg/kg para a amostra 3 superfície e 39,3 mg/kg para a amostra 2 meio e, assim como os outros metais, as concentrações estão abaixo do valor orientador. No estudo de Sá (2003), os valores encontrados foram de 0,74 a 310,8 mg/Kg, acima do valor orientador, enquanto que Choueri observou concentrações de 26,95 a 80,50 mg/Kg e Morais (2009), teores entre 17,03 e 119,70 mg/Kg.

Já na análise dos nutrientes, o P teve o menor teor detectado na amostra da estação 3 superfície, com 20,3 mg/kg e o maior teor de 307 mg/kg na amostra 1 superfície. Morais (2009) encontrou valores de 612 mg/kg na Enseada do Itaquí, e 4499 mg/kg para o Porto de Paranaguá. Para este nutriente, o valor alerta é de 2000 mg/Kg (0,20 %), valor este que segundo a resolução corresponde ao nível acima do qual representa possibilidade de causar prejuízos ao ambiente na área de disposição. De acordo com Barcellos *et al.* (2003), o P é um elemento que ocorre na superfície terrestre principalmente na forma de orto-fosfato (P₂O₇), sendo um nutriente essencial para a síntese orgânica no ambiente marinho.

Segundo Filippelli (1997), o P associado à matéria orgânica pode ser considerado uma fonte primária deste elemento aos sedimentos, através da degradação da matéria orgânica e ainda segundo Filippelli (1997), há um incremento no aporte de fósforo nas proximidades das zonas costeiras, sendo esse enriquecimento gerado por fatores antrópicos e processos biogeoquímicos, que podem explicar as concentrações encontradas.

O nitrogênio teve o seu menor teor detectado na amostra da estação 3 superfície, com valor de 157 mg/kg e o maior teor de 747 mg/kg para a amostra 1 superfície, teores também abaixo do valor orientador, que é de 4800 mg/kg. Os valores encontrados por Morais (2009) foram de 66 mg/kg na Enseada do Benito, 2912 mg/kg no Porto de Antonina e na região do Porto de Paranaguá foi de 349 mg/kg. Segundo Siqueira *et al.* (2006) em sistemas costeiros e estuarinos, as variações nas concentrações ou mesmo o aporte de nitrogênio é um importante fator para sua evolução nos ecossistemas, salientando que as concentrações médias em áreas não impactadas estão em torno de 0,29 %.

O Carbono Orgânico Total (COT) apresentou teores baixos, entre 0,4 % para as amostras das estações 2,3 e 4 fundo e 4,9% para a amostra da estação 10 e o valor alerta apresentado na resolução é de 10 %. Choueri (2008) encontrou teores entre 0,44 e 4,20 %, corroborando com os valores encontrados no presente estudo. Segundo Siqueira *et al.* (2006), o carbono e o nitrogênio nas suas formas orgânicas são os principais constituintes da matéria orgânica em sedimentos e tendo em vista a composição dos dados, há uma indicação de que esses valores tenham origem autóctone.

Contaminantes orgânicos

Os resultados das análises dos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (PAH's) e dos Pesticidas Organoclorados são apresentados no anexo 13 e contém o resultado da análise dos Pesticidas Organoclorados e das Bifenilas Policloradas.

Para base de comparação a tabela contém os respectivos valores orientadores determinados pela Norma CETESB n.º 014-01-E e Resolução CONAMA 344/04.

Em todas as amostras dos testemunhos, os compostos não foram detectados. Choueri (2008) encontrou valores totais de somatória dos PAH's entre 10,19 e 28,35 µg/kg e Morais (2009) encontrou valores totais entre 14,086 e 49,839 µg/kg e em ambos os estudos as concentrações estiveram abaixo do nível 1 da Resolução CONAMA 344/04, que é de 3000 µg/kg, corroborando os baixos níveis de contaminação por esses compostos da região.

Em relação aos PCB's , foram detectados teores apenas no testemunho 1 no meio com 1,8 µg/kg e no fundo 2,5 µg/kg. Esses valores corroboram com os reportados por Choueri (2008), que estiveram entre 1,09 e 1,47 µg/kg, valores estes abaixo do limiar de Nível 1 da Resolução CONAMA 344/04, que é de 22,7 µg/kg. Assim como os PAH's, o resultado da análise dos Pesticidas Organoclorados apontou para níveis não detectados em nenhuma das amostras.

Caracterização ecotoxicológica

Teste de Toxicidade de Sedimento Integral:

As condições da água nos frascos teste foram consideradas adequadas, segundo os critérios propostos por Melo & Abessa (2002). A salinidade variou entre 31 e 36, enquanto o pH esteve entre 8,02 e 8,61. A temperatura variou entre 23,5 e 26,0 °C, ficando dentro do intervalo de 25 ± 2 °C. Os níveis de oxigênio dissolvido variaram entre 3,0 e 7,9 mg/L, nas amostras. Os níveis de nitrogênio amoniacal total variaram de 0,20 a 0,90 mg/L. Os valores estão indicados na

tabela 26. A sensibilidade do lote de anfípodos utilizados no teste de toxicidade foi estimada por meio de teste de sensibilidade com substância de referência, cujo resultado está representado na tabela a seguir. A CL50-48h foi estimada em 6,33 (3,19 – 12,54) mg K₂Cr₂O₇/L , estando na faixa recomendada para a espécie (Abessa & Sousa, 2003), que é de 3,68 - 18,75 mg/L, e indicando que a sensibilidade dos organismos teste era adequado.

Tabela 26 - Parâmetros físicos e químicos do teste de toxicidade sedimento integral.

Amostra	pH		Salinidade		OD (mg/L)		°C		NH3-H4(mg/L)		
	Inicial	final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
1	Superfície	8,02	8,61	32	34	3,1	6,9	23,5	26,0	0,25	0,35
	Meio	8,19	8,33	33	35	3,2	6,9	23,5	26,0	0,25	0,70
	Fundo	8,24	8,49	33	34	3,4	7,0	23,3	26,0	0,80	0,90
2	Superfície	8,06	8,38	33	35	3,1	6,9	23,5	26,0	0,40	0,30
	Meio	8,20	8,48	32	35	3,2	7,2	23,5	26,0	0,40	0,55
	Fundo	8,25	8,45	33	33	3,2	6,9	23,5	26,0	0,65	0,10
3	Superfície	8,16	8,37	32	35	3,2	7,1	23,5	26,0	0,50	0,30
	Meio	8,07	8,44	33	33	3,0	7,1	23,5	26,0	0,30	0,30
	Fundo	8,22	8,49	31	34	3,0	7,2	23,5	26,0	0,25	0,50
4	Superfície	8,24	8,45	32	33	3,7	7,1	23,5	26,0	0,30	0,45
	Meio	8,20	8,26	33	34	3,4	6,7	23,5	26,0	0,25	0,45
	Fundo	8,21	8,47	32	34	3,3	7,1	23,5	26,0	0,40	0,60
Controle	8,29	8,36	33	34	4,0	7,0	23,5	26,0	0,20	0,20	

 Tabela 27 – Teste de sensibilidade do anfípodo *T. viscana*.

Concentração (mg/L)	Organismos vivos				
	R1	R2	R3	Média	Total
25	0	0	0	0	0
12,5	2	2	2	2	6
6,25	2	3	2	2,3	7
3,13	3	3	4	3,3	10
Controle	5	5	5	5	15

 OBS: CL₅₀-48h = 6,33 (3,19 - 12,54) mg K₂Cr₂O₇/L

O resultado do teste de toxicidade de sedimento integral utilizando *T. viscana* está na

tabela 28. As amostras 1 meio, 1 fundo, 2 fundo, 3 meio, 3 fundo, 4 superfície e 4 fundo induziram taxas de mortalidade entre os organismos-teste as quais foram consideradas significativamente diferentes da observada no controle – pelo teste estatístico aplicado, sendo então considerada tóxicas. Em função de boa parte das amostras consideradas tóxicas terem apresentado textura plástica, aparentemente com sedimentos compactados (amostras 1 meio, 1 fundo, 2 fundo, 3 meio, 3 fundo e 4 superfície), a interpretação dos dados pode ser feita à luz da granulometria, já que amostras muito argilosas e com alta plasticidade podem afetar fisicamente os organismos-teste. Por outro lado, outras amostras com aspecto similar não produziram taxas de mortalidade significativas. Foram consideradas não tóxicas as amostras 1 superfície, 2 superfície, 2 meio, 3 superfície e 4 meio.

Tabela 28 – Resultado do teste de toxicidade com sedimento integral.

Amostras	Desenvolvimento larval (%)					Classificação
	R1	R2	R3	Média	DP	
1 Superfície	90	40	90	73	29	Não tóxica
1 Meio	60	60	50	57	6	Tóxica
1 Fundo	50	40	0	30	26	Tóxica
2 Superfície	40	70	80	63	21	Não tóxica
2 Meio	100	60	60	73	23	Não tóxica
2 Fundo	50	50	30	43	11	Tóxica
3 Superfície	90	80	70	80	10	Não tóxica
3 Meio	30	30	50	37	11	Tóxica
3 Fundo	40	70	30	47	21	Tóxica
4 Superfície	40	40	30	37	6	Tóxica

Amostras	Desenvolvimento larval (%)					Classificação
	R1	R2	R3	Média	DP	
Meio	70	60	90	73	15	Não tóxica
Fundo	50	50	60	53	6	Tóxica
Controle	80	80	90	83	6	Não tóxica

Teste de Toxicidade com Interface Sedimento-água:

Quanto à sensibilidade dos embriões dos ouriços coletados, o resultado do teste de sensibilidade com substância de referência, é apresentado na **tabela 29**. A CI 50, concentração de inibição (do desenvolvimento larval, no caso) de 50% dos embriões expostos é de 0,2656 (0,2327 - 0,2929) mg ZnSO₄/L. Esse valor está dentro da faixa da carta controle do Laboratório da Lecotox, indicando que a sensibilidade dos organismos teste foi adequada.

As condições dos parâmetros físicos e químicos no teste com interface sedimento-água são apresentadas na

tabela 30. O pH variou entre 7,5 e 8 no início e 7,9 e 8 no fim do teste. O parâmetro oxigênio dissolvido (OD) variou entre 2 e 4,3 mg/L no início e 1,8 e 3,4 no fim do teste, evidenciando uma queda dos teores durante o experimento. A salinidade manteve-se entre 35 e 36 durante o teste, não apresentando variações, assim como a temperatura, controlada a 25 °C. Em relação à amônia (NH₃, especificamente), Prósperi (2002) salienta que a presença desse composto, que pode ter origem natural ou antrópica, pode interferir na interpretação dos resultados em análises de sedimento, sendo a toxicidade atribuída a esse fator e, além disso, em seu estudo foi estimado um limiar de efeito para larvas de *Lytechinus variegatus* a partir de teores acima de 0,05 mg NH₃/L. No presente

estudo, os teores variaram entre 0,02 e 0,09 mg/L durante o experimento, com valores acima do limiar de efeito e nas amostras 2,4,6,9,11, e 12.

Tabela 29 – Teste de sensibilidade dos embriões de *E. lucunter*.

Concentração (mg/L)	Desenvolvimento larval (%)					
	R1	R2	R3	R4	Média	Total
1,6	0	0	0	0	0	0
0,66	0	0	0	0	0	0
0,35	34	20	19	10	23	93
0,18	76	51	49	50	56	226
0,09	79	63	37	84	65	263
0,05	77	73	63	69	70	282
0,02	78	71	62	84	72	295
Controle	82	78	77	81	80	318

CI = 0,2656 (0,2327- 0,2929) mg ZnSO₄/L

Tabela 30 - Parâmetros físicos e químicos do teste de toxicidade com interface sedimento-água.

Amostra	pH		O.D. (mg/L)		Salinidade		NH ₃ (mg/L)		(°C)	
	inicial	final	inicial	Final	inicial	final	Inicial	final		
1	Superfície	7,7	7,9	4,2	2,5	35,0	35,0	0,03	0,03	25,0
	Meio	7,5	7,9	2,4	2,3	35,0	35,0	0,03	0,05	25,0
	Fundo	7,8	7,8	2,4	3,4	35,0	35,0	0,06	0,09	25,0
2	Superfície	8,0	7,8	2,4	2,3	35,0	35,0	0,05	0,02	25,0
	Meio	7,7	7,9	2,3	1,8	36,0	35,0	0,04	0,07	25,0
	Fundo	8,0	7,8	2,2	2,3	36,0	35,0	0,06	0,07	25,0
3	Superfície	7,9	7,9	2,6	2,3	36,0	35,0	0,03	0,02	25,0
	Meio	7,8	7,8	2,5	2,3	35,0	35,0	0,04	0,08	25,0

Amostra	pH		O.D. (mg/L)		Salinidade		NH ₃ (mg/L)		(°C)
	inicial	final	inicial	Final	inicial	final	Inicial	final	
Fundo	7,8	7,8	2,0	1,8	35,0	35,0	0,05	0,06	25,0
Superfície	7,9	7,7	2,2	2,1	35,0	35,0	0,02	0,00	25,0
4 Meio	7,7	7,8	2,4	2,1	35,0	35,0	0,06	0,08	25,0
Fundo	8,0	7,8	2,3	1,8	35,0	35,0	0,09	0,08	25,0
Controle	8,0	8,0	3,4	3,0	35,0	35,0	0,00	0,00	25,0

O resultado do teste de toxicidade com interface sedimento-água é apresentado na

tabela 31. No geral, todas as amostras apresentaram baixos índices de desenvolvimento larval, que, comparados estatisticamente com o controle, resultaram em toxicidade. Entretanto, considerando o limiar de efeito ao composto NH₃, sugerido por Prósperi (2002), é possível que a toxicidade encontrada nas amostras possa estar relacionada a esses níveis, exceto para as amostras 2, 3 e 4 superfície, nas quais os teores de NH₃ foram abaixo de 0,05 mg/L. Com isso, o resultado do teste para estas amostras é considerado inconclusivo.

Tabela 31 – Resultado do teste de toxicidade com interface sedimento-água.

Amostra	Desenvolvimento larval (%)						Classificação
	R1	R2	R3	R4	∑	DP	
Superfície	62	33	36	67	50	17	Tóxica
1 Meio	37	39	48	12	32	18	Tóxica
Fundo	0	8	10	1	6	5	Tóxica
2 Superfície	3	10	14	18	11	6	Inconclusivo

Amostra	Desenvolvimento larval (%)						Classificação
	R1	R2	R3	R4	Σ	DP	
Meio	30	10	38	22	25	12	Tóxica
Fundo	17	12	11	17	14	3	Tóxica
Superfície	3	8	13	56	22	29	Inconclusivo
3 Meio	2	1	1	5	2	2	Tóxica
Fundo	7	0	2	2	3	3	Tóxica
Superfície	4	23	36	35	25	18	Inconclusivo
4 Meio	0	12	6	5	6	5	Tóxica
Fundo	3	2	3	3	3	1	Tóxica
Controle	94	89	86	81	88	5	Não tóxica

Testes de toxicidade com elutriatos:

As condições e parâmetros físicos e químicos no teste com os elutriatos são apresentados na tabela a seguir. O pH variou entre 7,5 e 8,14 no início e 7,86 e 8,29 no final do teste, enquanto que os teores de oxigênio dissolvido (OD) variaram entre 1,29 e 3,46 mg/L no início e 2,2 e 3,51 mg/L no final do experimento. A salinidade esteve entre 35 e 36 e a temperatura controlada em 23,2 °C. Os níveis de NH₃ variaram entre 0,01 e 0,06 mg/L durante a realização do teste.

Tabela 32 - Parâmetros físicos e químicos do teste de toxicidade com elutriatos.

Amostras	pH		O.D. (mg/L)		Salinidade		NH ₃ (mg/L)		(°C)
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	
Superfície	7,18	8,07	2,75	2,20	35	35	0,00	0,01	23,2
1 Meio	7,80	8,13	3,09	3,16	35	35	0,02	0,03	23,2
Fundo	8,02	8,06	3,46	3,08	35	35	0,04	0,02	23,2

Amostras	pH		O.D. (mg/L)		Salinidade		NH3 (mg/L)		(°C)
	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	
Superfície	7,59	8,01	1,27	3,33	35	35	0,01	0,01	23,2
2 Meio	7,96	8,35	3,38	2,95	36	36	0,03	0,04	23,2
Fundo	7,98	8,18	3,30	3,51	36	36	0,04	0,03	23,2
Superfície	7,50	7,86	2,40	2,58	36	36	0,00	0,01	23,2
3 Meio	8,06	8,14	3,19	3,5	35	35	0,02	0,03	23,2
Fundo	8,14	8,18	1,53	3,43	35	35	0,02	0,04	23,2
Superfície	8,00	8,12	1,50	3,26	35	35	0,01	0,01	23,2
4 Meio	8,06	8,29	1,69	3,26	35	35	0,05	0,06	23,2
Fundo	8,14	8,26	1,69	3,29	35	35	0,06	0,05	23,2
Controle	8,03	8,03	3,35	3,30	35	35	0,00	0,00	23,0

O Resultado do teste de toxicidade com elutriatos é apresentado na tabela a seguir. Assim como no teste com interface sedimento-água, os índices de desenvolvimento larval foram baixos, resultando em efeitos tóxicos caracterizados por apresentarem diferenças significativas em relação ao controle ($p \leq 0,05$). Apenas a amostra 4 superfície não foi considerada tóxica, e as amostras 4 meio e 4 fundo apresentaram níveis de NH3 acima de 0,05mg/L e portanto, foram consideradas inconclusivas.

Tabela 33 – Resultado do teste de toxicidade com elutriatos.

Amostras	Desenvolvimento larval (%)						Classificação
	R1	R2	R3	R4	Média	DP	
superfície	6	21	17	2	12	9	Tóxica
1 meio	0	0	0	0	0	0	Tóxica
fundo	0	0	0	0	0	0	Tóxica

Amostras	Desenvolvimento larval (%)						Classificação	
	R1	R2	R3	R4	Média	DP		
2	superfície	25	15	15	25	20	6	Tóxica
	meio	0	0	0	0	0	0	Tóxica
	fundo	0	0	0	0	0	0	Tóxica
3	superfície	6	3	8	2	4	2	Tóxica
	meio	0	0	0	0	0	0	Tóxica
	fundo	0	0	0	0	0	0	Tóxica
4	superfície	97	95	95	0	96	1	Não tóxica
	meio	0	0	0	0	0	0	Inconclusivo
	fundo	0	0	0	0	0	0	Inconclusivo
Controle	93	92	88	89	91	2	Não tóxica	

Síntese dos testes de toxicidade:

A tabela a seguir contém uma síntese dos resultados dos testes de toxicidade com as diferentes formas de exposição empregadas. Baseado nos resultados dos testes, as amostras foram classificadas quanto ao nível de efeito tóxico. Conjugando os resultados, pode-se destacar as amostras 1 e 2 fundo, 3 meio e fundo, que apresentaram toxicidade em todas as formas de exposição empregadas.

Tabela 34 - Síntese dos testes de toxicidade quanto às formas de exposição, sendo: SI= sedimento integral, ISA interface sedimento-água e ELU= elutriatos;

Amostra	Forma de exposição			Efeito	
	SI	ISA	ELU		
1	Superfície	Ótima	Tóxica	Tóxica	Crônico
	Meio	Ruim	Tóxica	Tóxica	Agudo e crônico
	Fundo	Péssima	Tóxica	Tóxica	Agudo e crônico
2	Superfície	Ótima	Inconclusivo	Tóxica	Crônico
	Meio	Ótima	Tóxica	Tóxica	Crônico
	Fundo	Péssima	Tóxica	Tóxica	Agudo e crônico
3	Superfície	Ótima	Inconclusivo	Tóxica	Crônico
	Meio	Péssima	Tóxica	Tóxica	Agudo e crônico
	Fundo	Péssima	Tóxica	Tóxica	Agudo e crônico
4	Superfície	Péssima	Inconclusivo	Não tóxica	Agudo
	Meio	Ótima	Tóxica	Inconclusivo	Crônico
	Fundo	Ruim	Tóxica	Inconclusivo	Agudo e crônico

6.1.3.5.3 Integração dos resultados (granulometria e geoquímica)

A tabela a seguir apresenta os resultados obtidos através da análise estatística de correlação para os dados granulométricos e geoquímicos provenientes dos testemunhos coletados no local do empreendimento.

A atividade de dragagem e o despejo do material dragado (neste caso confinado) promovem a remobilização dos elementos analisados e, conseqüentemente, modificações parciais ou totais na distribuição de elementos metálicos e arsênio nestas áreas. Porém, apenas a concentração do elemento As ultrapassou o valor orientador estabelecido pela Norma CETESB.

Analizando a tabela de correlação, nota-se que este elemento possui correlação significativa (em vermelho) positiva com carbonatos e sedimentos grossos - este comportamento já foi observado por Sá (2008) no CEP. Segundo este autor, devido à relação negativa do arsênio com o sedimento fino presentes no setor mediano do canal de navegação (local do empreendimento), pode-se supor que, assim como as demais regiões deste setor, o arsênio dissolvido está sendo retirado da solução por óxi-hidróxidos de ferro.

Tabela 35 – Matriz de correlação entre os dados granulométricos e geoquímicos.

Variáveis	Correlação significativa $p < 0,05$ $n=12$												
	CaCO ₃	M.O.	% Grossos	% Finos	As	Cu	Cr	Ni	Pb	Zn	P	N	COT
CaCO ₃	1,0												
M.O.	0,37	1,0											
% Grossos	0,20	-0,15	1,0										
% Finos	-0,20	0,15	-1,0	1,0									
As	0,67	0,29	0,6	-0,6	1,0								
Cu	0,17	0,43	0,0	0,0	0,05	1,0							
Cr	-0,30	0,12	-0,6	0,6	-0,55	0,52	1,0						
Ni	-0,06	0,19	-0,5	0,5	-0,39	0,48	0,94	1,0					
Pb	-0,27	0,23	-0,6	0,6	-0,60	0,47	0,92	0,87	1,0				
Zn	-0,24	-0,07	-0,4	0,4	-0,03	0,19	0,54	0,46	0,49	1,0			
P	0,30	0,45	-0,5	0,5	0,13	0,63	0,54	0,57	0,40	0,38	1,0		
N	0,27	0,32	-0,2	0,2	-0,04	0,73	0,66	0,59	0,59	0,25	0,79	1,0	
COT	0,16	0,16	-0,4	0,4	-0,12	0,42	0,72	0,72	0,72	0,48	0,64	0,82	1,0

Outra observação ressaltada por Sá (2008), e que também foi verificada neste estudo, é que há o enriquecimento de As nas camadas sedimentares superiores. As variações nas concentrações de As na coluna sedimentar variam similarmente às mudanças das taxas de sedimentação do CEP (Sá, 2008), sendo que o perfil de ²¹⁰Pb mostra que este compartimento ambiental é perturbado. Provavelmente, a atividade de dragagem é a forma mais considerável de ocasionar este impacto. A intensificação desta atividade na região como um todo, juntamente com a geologia local e processos intempéricos, podem explicar este aumento da concentração de As nas camadas superficiais, bem como algumas atividades antrópicas presentes no CEP. Esta hipótese é discutida com mais detalhes a seguir.

Discussão sobre a ocorrência do Arsênio (As)

A caracterização da região nos mostra uma geologia bastante complexa e suscetível a processos intempéricos, principalmente os depósitos de ouro (Au) associados aos veios de quartzo-sulfetos, os quais são enriquecidos em arsênio. Em ambiente superficial estas rochas e minerais encontram-se sob condições adversas daquelas que foram formadas, em permanente desequilíbrio. Em abundância de oxigênio e água, baixas pressões e temperaturas esses materiais geológicos, bem como resíduos urbanos ou industriais sofrem impacto destrutivo (LINCH, 2001), ocorrendo novas relações de equilíbrio e conseqüente avanço nos processos intempéricos. Os componentes minerais ou orgânicos mais frágeis ou lábeis podem liberar os elementos constituintes rapidamente, dependendo das condições climáticas prevalentes. Portanto, existem diversas fontes naturais de arsênio que podem contribuir para as concentrações deste metalóide nos sedimentos na região estudada.

Nesta caracterização geoquímica as concentrações do elemento arsênio estão acima do valor de prevenção (15 mg/kg) estabelecido pela Norma CETESB N.º 014-01E, em três (T2 sup, T3 sup e T4 sup) de um total de 12 amostras coletadas. Os valores encontrados foram de 17,0 mg/kg para a amostra T2 sup, de 20,2 mg/kg para a amostra T3 sup e de 16,3 para a amostra T4 sup, com uma concentração excedente de 2 mg/kg, 5,2 mg/kg e 1,3 mg/kg respectivamente. Nota-se que as concentrações excedentes são baixas em relação ao valor de referência, correspondendo a apenas 11,7%, 25,7% e 7,9%, respectivamente.

Se compararmos o valor do padrão analisado com o obtido, notamos uma variação de 11%. Sendo assim as concentrações excedentes seriam reais apenas em duas das amostras, e significativamente apenas na amostra T3 superfície.

A distribuição espacial das concentrações de arsênio nos sedimentos superficiais das baías de Paranaguá e Antonina apresenta variações em toda sua extensão (SÁ, 2008). Este comportamento geoquímico é determinado pela ressuspensão e

retrabalhamento do arsênio associado ao material depositado, causado pela hidrodinâmica local, como veremos a seguir.

O arsênio presente na coluna d'água do CEP, predominantemente na fração dissolvida, é retirado da solução pela adsorção e co-precipitação com óxi-hidróxidos de ferro para os sedimentos superficiais. Devido à hidrodinâmica local, principalmente o balanço entre marés de enchente e vazante, estes óxi-hidróxidos de ferro formados ainda na coluna d'água são transportados pelo interior do estuário. Por isso, os maiores enriquecimentos e índice de geoacumulação estão presentes nas margens do CEP. Correntes residuais e a formação de frentes estuarinas favorecem a deposição do arsênio adsorvido aos óxi-hidróxidos de ferro nesta região.

Isto é devido ao balanço entre as marés de enchente e vazante em um sistema estuarino que gera o retrabalhamento, devido a processos de resuspensão, dos sedimentos de fundo. Sendo que as forças de maré vazante são sempre superiores as de enchente, estas favorecem a exportação de materiais em suspensão para a plataforma adjacente, enquanto as marés de enchente redistribuem este material no interior do sistema. Nesta ocasião ocorre a formação de frentes estuarinas, em ambas as margens do estuário, caracterizadas com alta concentração de material particulado em suspensão (figura 76). Em estudo realizado na seção em frente ao Porto de Paranaguá (MANTOVANELLI, 1999), a componente transversal da corrente é em direção a margem Norte durante a maré enchente e em direção a margem Sul durante a de vazante. Esta mesma autora define que na maré de sizígia o material particulado em suspensão de fundo é, em média, 10 vezes superior às concentrações na quadratura. ZEM (2008) (comun. pessoal) verificou que a predominância das direções das correntes neste estuário são de nordeste e sudoeste, além da presença de correntes residuais na Baía de Paranaguá.

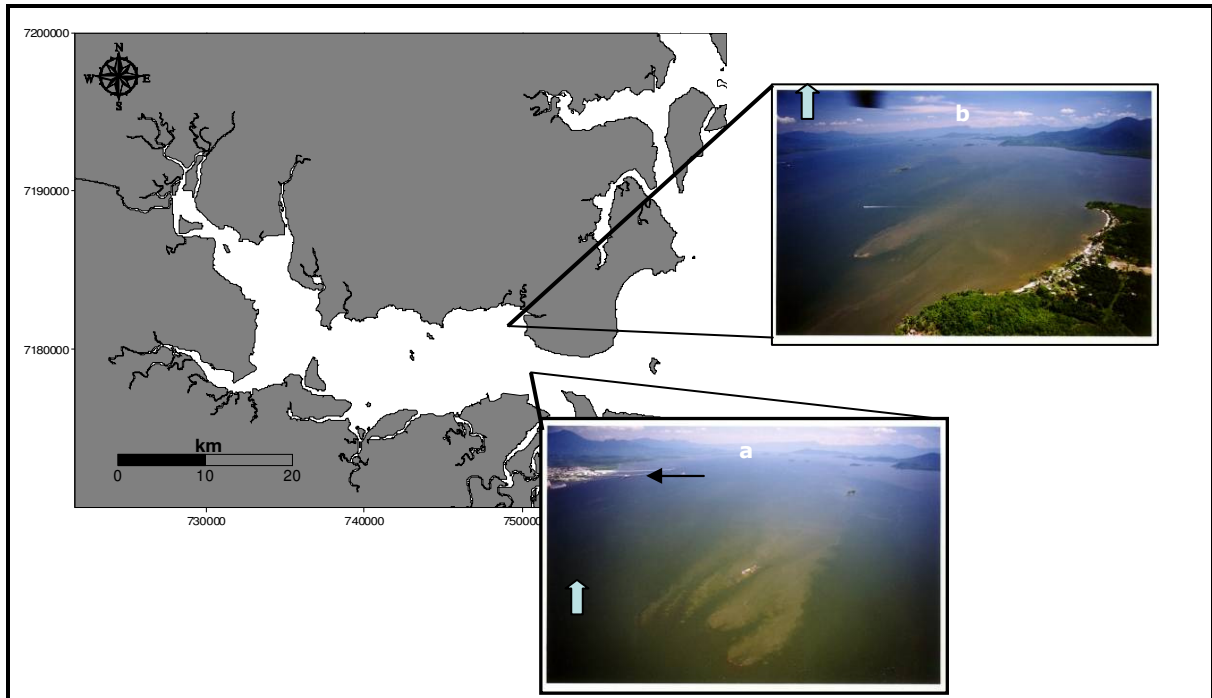


Figura 76 – Fotos aéreas em direção à montante do sistema estuarino mostrando os processos de ressuspensão (a) e a formação de frente estuarina (b) na margem do CEP durante maré de enchente.

Fonte: Maurício Noernberg.

Além das forçantes naturais da hidrodinâmica local, outros fatores antrópicos como as dragagens, favorecem os processos de ressuspensão de sedimentos. Como dito anteriormente as correntes de marés são responsáveis por processos de mistura e transporte, definidos como frentes estuarinas, conforme mostra a figura 77.



Figura 77 – Foto das frentes estuarinas, geradas durante a maré enchente, nas margens do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá.

Fonte: Maurício Noernberg.

Devido à presença do Porto de Paranaguá, o estuário apresenta constantes trabalhos de dragagem necessários para a manutenção do canal de navegação. Quanto a estas atividades de dragagem realizadas no Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, SÁ (2003) notou comportamento diferenciado nos sedimentos superficiais por diversos elementos analisados quando comparadas as fases de pré-dragagem, pluma de dispersão e pós-dragagem, demonstrando a influência desta atividade na ressuspensão de sedimentos. Por exemplo, a concentração do elemento Cd diminuiu após a dragagem, enquanto que as concentrações de outros elementos como As, Zn e Pb aumentaram. A atividade de dragagem e o despejo do material dragado promovem a remobilização dos elementos analisados e, conseqüentemente, modificações parciais ou totais na distribuição de elementos metálicos e arsênio nestas áreas.

O incremento nas concentrações de arsênio nas margens condiz com os fatores hidrodinâmicos descritos, acumulando este material orgânico e inorgânico, favorecendo o enriquecimento de arsênio e, provavelmente, outros elementos metálicos. Este comportamento também é observado em outros estuários (MICHEL *et al.*, 2001), como no estuário de Seine (França) onde as maiores concentrações encontradas estão presentes na zona de maior turbidez. Neste caso, trata-se de um estuário pequeno e com menor interação entre a água doce e o ambiente marinho, apresentando uma localidade bem definida onde estes processos de remoção e remobilização de arsênio ocorrem.

PATCHINEELAM *et al.* (1988) mostraram que nos sedimentos superficiais ocorre a associação preferencialmente com matéria orgânica e com o aumento da profundidade com alumino-silicatos. Isto pode explicar a maior correlação do elemento arsênio com o teor de finos nos sedimentos superficiais do canal de navegação do eixo L – O do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, devido aos sedimentos, do canal de navegação serem mais profundos e re-expostos através das atividades de dragagem (SÁ, 2008).

Processos diagenéticos determinam a forma química de elementos-traço presentes na coluna sedimentar. Minerais de sulfetos de ferro são importantes ligantes para metais traços, possuindo um importante papel no ciclo global desses elementos (HORST & ZABEL, 2000). A incorporação do arsênio em pirita (FeS_2) diagenética recente e em sulfetos voláteis em ácido (AVS) são comumente propostos como mecanismos de remoção de arsênio dissolvido, proveniente da água intersticial em sedimentos marinhos e estuarinos (SULLIVAN & ALLER, 1996; HUERTA-DIAZ *et al.*, 1998; MUCCI *et al.*, 2000; WILKIN & FORD, 2006).

A piritização do arsênio é um dos processos diagenético mais importante para a fixação deste elemento nos sedimentos do CEP. Nota-se a existência de graus de piritização distintas entre os locais analisados por SÁ (2008). Em Paranaguá este grau é também elevado, porém a fração reativa (As ligado à matéria orgânica, sulfetos voláteis, carbonatos, entre outros) aumenta com a profundidade da camada sedimentar, determinando que o processo de formação de pirita neste

local seja um pouco mais lento. Evidenciado, provavelmente, pela formação sulfetos de ferro metaestáveis (AVS), enquanto em regiões com menor influência hidrodinâmica a piritização é mais rápida e eficiente.

Arsênio ligado à fração pirita em sedimentos é determinada pela abertura da amostra com ácido nítrico concentrado (HNO_3), a mesma utilizada para a caracterização química deste trabalho. Portanto, a discussão levantada por SÁ (2008) sobre a influência de sulfetos na concentração de As corroboram com os resultados apresentados neste relatório.

SAULNIER & MUCCI (2000) mostraram que o ferro liberado pela ressuspensão de sedimentos anóxicos para a coluna d'água é removido muito rapidamente, em menos de 1 (uma) hora, enquanto Mn e As permanecem na solução por mais de uma semana. A similaridade entre o tempo de residência entre Mn e As sugere que uma fração significativa de As (III) é oxidado para As (V) por óxi-hidróxidos de manganês novamente precipitados. Contudo, os resultados revelam que muito do As (III) liberado para a solução pode ter sido adsorvido e co-precipitado por óxi-hidróxidos de ferro nas primeiras horas após a ressuspensão (SAULNIER & MUCCI, 2000).

O crescimento da atividade portuária na região e, conseqüente, aprofundamento do canal de acesso aos portos de Paranaguá e Antonina influenciaram nas taxas de sedimentação do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá (SÁ, 2008). Diferenças nestas taxas implicam em modificações nos fluxos de água doce e marinha, indicando que alterações morfodinâmicas ocorreram neste sistema estuarino. Tais mudanças físicas, juntamente com o início e aumento nas atividades industriais e urbanas da região refletem as concentrações de arsênio na coluna sedimentar. O enriquecimento deste metalóide aumenta em direção às camadas mais superficiais indicando que influências naturais (ressuspensão de sedimentos pela hidrodinâmica) e antrópicas (instalações de indústrias de fertilizantes e, principalmente, dragagens periódicas) estão elevando suas concentrações através dos anos.

No Brasil, existem poucos trabalhos referentes ao elemento arsênio em ambientes estuarinos, sendo que a maioria destes relaciona a ocorrência de elevadas concentrações às atividades antrópicas. Tanto os trabalhos realizados na Baía de Sepetiba (MAGALHÃES & PFEIFFER, 1995) quanto na Lagoa dos Patos (MIRLEAN, *et al.*; 2003) encontraram elevadas concentrações de arsênio nos sedimentos superficiais, 360 µg/g fortemente ligado e 140 µg/g fracamente ligado; e 33,8 µg/g fracamente ligado e 49,7 µg/g fortemente ligado, respectivamente. Em ambos os trabalhos, tanto na Baía de Sepetiba quanto na Lagoa dos Patos, estas elevadas concentrações estão associadas a atividades industriais locais, como o passivo ambiental da Mineradora Ingá e indústrias de fertilizantes, respectivamente. SÁ (2008) determinou que o máximo das concentrações de arsênio nos sedimentos superficiais do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá encontrado, através de uma extração forte (água régia), foi de 10,99 mg/kg e 21,7 mg/kg no canal de navegação. SEIBERT (2002) estudou o elemento arsênio na baía Norte da Ilha de Santa Catarina, região com características geológicas similares a investigada neste relatório, e encontrou concentrações bastante similares nos sedimentos. Este autor avaliou também a concentração deste metalóide em tecidos de molusco cultivados nesta região, concluindo que os riscos existentes de contaminação atual não são expressivos.

Como demonstrado no capítulo referente aos testes toxicológicos, as amostras dos perfis correspondentes à região de expansão (sedimentos a serem dragados) apresentaram toxicidade tanto aguda quanto crônica. No entanto, essa toxicidade parece estar associada à presença de outros contaminantes, não exigidos pela resolução e também a interferentes físicos como a textura dos sedimentos e a presença de compostos de origem natural como amônia, e não diretamente com as concentrações excedentes de arsênio.

Considerações finais (ocorrência do Arsênio)

1. Com base nos dados obtidos nesta pesquisa, comparados a conclusões de vários outros autores e fundamentos da geoquímica de superfície, é possível afirmar que as fontes mais prováveis de arsênio no ambiente

- pesquisado são os diferenciados minerais e rochas, e seus produtos de alteração, existentes na região da bacia de drenagem do CEP;
- 2.A natureza e intensidade dos processos e ambientes geoquímicos predominantes na região do CEP provavelmente condicionaram a solubilização de arsênio nas áreas-fonte, o seu transporte, sua captação, fixação e acumulação nos sedimentos argilosos e ricos em matéria orgânica da baía;
 - 3.Com base na característica geoquímica regional obtida, e em inúmeras referências da literatura, verifica-se que os níveis de concentração de arsênio nos sedimentos da baía são compatíveis com os considerados normais de materiais similares de outras regiões. Ou seja, os níveis de teores de arsênio nos materiais a serem dragados no CEP podem ser considerados dentro da normalidade considerando o ambiente geoquímico de onde foram retirados;
 - 4.As concentrações de metais pesados e arsênio no CEP devem decorrem, sobretudo, de processos naturais acumulativos durante milhões de anos, relacionados com a evolução das paisagens regionais e locais;
 - 5.A dinâmica interna do CEP favorece o acúmulo de sedimento fino e de precipitados de arsênio nas margens da baía, local do atual empreendimento.

6.1.3.5.4 Integração dos resultados (toxicidade)

Correlações múltiplas

As correlações são apresentadas na tabela 36 e a matriz completa no Anexo 13. O elemento arsênio, que para essas estações apresentou excedências do nível 1 em algumas amostras, teve correlações negativas com grande parte das variáveis analisadas sendo elas significativas com o Cr e Pb, indicando origens distintas desses elementos e também negativamente com a toxicidade de sedimento integral. O Cr apresentou correlações fortes com o Cu, Ni, Pb e Zn, o

que pode sugerir a mesma origem desses elementos, que no caso em função dos baixos níveis detectados pode ser de origem natural.

Os parâmetros COT e N apresentaram correlações positivas significativas com Cr, Ni e Pb, assim como o N, que além desses elementos, se correlacionou também com o Cu e o P. Esses resultados sugerem que alguns desses elementos analisados possam estar associados ao enriquecimento orgânico, através de processos geoquímicos como os de complexação e quelantes (Morais, 2009).

Os testes de toxicidade não apresentaram correlações positivas com nenhuma das variáveis analisadas, o teste com sedimento integral (SI) apresentou correlação negativa com o As e o teste com interface sedimento-água (ISA) se correlacionou negativamente com o elemento Cu, não podendo ser atribuída aos contaminantes analisados.

Tabela 36 – Correlações significativas entre as variáveis analisadas.

	As	Cu	Cr	Ni	Pb	P	N
Cu	0,0112						
Cr	-0,4896	0,5878					
Ni	-0,3297	0,4435	0,886				
Pb	-0,5504	0,4839	0,9113	0,861			
Zn	-0,1198	0,3992	0,7649	0,6271	0,7031		
N	0,0455	0,6555	0,5858	0,7063	0,55	0,4863	
COT (%)	-0,0329	0,2257	0,5714	0,7908	0,6542	0,2586	0,7475
PCB	-0,3955	-0,0399	0,1934	0,1658	0,4235	-0,3919	-0,11
SI	-0,4707	0,0912	0,2938	0,0098	0,215	-0,3289	-0,2001
ISA	-0,3335	-0,5062	-0,1439	-0,3131	-0,2021	-0,4094	-0,4392

Em amarelo, correlações significativas em destaque.

Análise Fatorial

Com o uso da análise fatorial, por meio da extração dos componentes principais, as associações entre variáveis químicas e os resultados dos testes de toxicidade foram representadas por 3 fatores principais conforme a

tabela 37, os quais explicam 76% da variância total dos dados.

O fator 1 representou 43,15% da variância total e a ele estão associados significativamente de forma positiva as variáveis Cu, Cr, Ni, Pb, Zn, P, N e COT e negativamente a toxicidade da interface sedimento-água (tabela 38). Esse padrão indica associação entre essas variáveis, sugerindo uma origem de mesma fonte, corroborando o resultado da análise de correlações múltiplas. Com isso, o fator 1 foi significativo para as amostras 1 superfície e meio, 3 meio e 4 superfície e meio, pois apresentaram *scores* positivos para esse fator.

O Fator 2 representou 21,99% da variância total dos dados, estando a ele associado significativamente de forma negativa o elemento As, além de associações positivas das variáveis Pb e PCB's com a toxicidade de sedimento integral e interface sedimento-água, as quais podem estar relacionadas a presença desses contaminantes. Esse fator foi significativo para as amostras 1 meio e fundo, 2 fundo, 3 meio e fundo e 4 fundo, corroborando os teores de PCB's encontrados para essas amostras além da sua correlação com o Pb encontrada através da análise de correlações.

O Fator 3 representou 10,87% da variância total dos dados e a ele está associado a correlação do Zn com a toxicidade dos elutriatos. Esse fator foi significativo para a grande parte das amostras: 1 meio e fundo, 2 meio e fundo, 3 superfície, meio e fundo e 4 meio. Esse resultado sugere que a toxicidade nos elutriatos poderia estar relacionada ao Zn nessas amostras, no entanto a baixa representatividade na variância total do fator, não torna efetiva essa afirmação.

Tabela 37 – Autovetores dos fatores gerados pela análise fatorial.

Fator	Autovetores	% Variância	Autovetores acumulados	Variância acumulada
1	5,609621	43,15	5,609621	43,15
2	2,859726	21,99	8,469347	65,15
3	1,413168	10,87	9,882515	76,02

 Tabela 38 – Correlações das variáveis com os fatores (*factor loadings*).

Variáveis	fator 1	fator 2	fator 3
As	-0,104419	-0,812095	-0,350987
Cu	0,773859	-0,106467	-0,255204
Cr	0,814390	0,438257	0,273888
Ni	0,864906	0,277059	0,280771
Pb	0,743947	0,518567	0,382288
Zn	0,475960	-0,095001	0,493467
P	0,829375	-0,267022	-0,136873
N	0,916415	-0,137444	0,005302
COT (%)	0,847023	0,015238	0,237727
PCB	-0,022250	0,645735	0,061149
SI	-0,157231	0,818923	-0,422971
ELU	-0,115218	0,169918	0,915075
ISA	-0,567415	0,451611	0,142549

Em amarelo, correlações significativas em destaque.

Tabela 39 – Associações dos fatores com as amostras (*factor scores*).

Amostra		fator 1	fator 2	fator 3
1	superfície	2,47004	-0,78231	-0,06434
	Meio	0,28168	0,67709	0,28401
	Fundo	-0,28603	1,92780	0,02423
2	superfície	-0,58778	-0,83126	-0,75394
	Meio	-0,13302	-1,19105	1,32990
	Fundo	-0,44773	0,69257	0,16305
3	superfície	-1,35434	-1,62785	0,23313
	Meio	0,38208	0,66101	0,31642
	Fundo	-0,59638	0,70282	0,27226
4	superfície	0,24115	-0,20554	-2,72882
	Meio	0,95846	-0,02864	0,93584
	Fundo	-0,92812	0,00536	-0,01175

Em amarelo, correlações significativas em destaque.

6.1.3.6 Considerações finais

O empreendimento não contempla nenhuma alteração do relevo superficial local, mas sim a criação de uma nova estrutura, o que poderá trazer impactos à hidrodinâmica local, os quais serão tratados nos capítulos 6.1.4 e 7.1.

Quanto a Geologia Regional, não foram constatados possíveis distúrbios gerados pela obra, já que os compartimentos rochosos permanecerão ilesos mesmo após a sua implantação.

Ressalta-se a presença dos maciços submersos conhecidos como “Pedras Palanganas”, na região adjacente a Ponta da Cruz da Ilha da Cotinga, as quais constituem perigo à navegação ao Porto de Paranaguá como um todo. Este local já foi alvo de estudos ambientais para derrocagem destes maciços, uma vez que

a segurança da navegação deve ser mantida e está sob responsabilidade das autoridades portuárias competentes. Neste contexto, há a possibilidade de utilização do Canal do Surdinho pelo Terminal de Contêineres de Paranaguá (TCP). Para tanto efetuar o monitoramento hidrodinâmico e morfo-sedimentar deste canal servirá como subsídio para tomadas de decisões futuras referentes a esta questão.

No contexto da dinâmica sedimentar, devem ser avaliadas as diversas possibilidades de mudanças nos padrões de erosão e deposição associadas às novas condições hidrodinâmicas, tanto nas áreas imersas (fundo estuarino) quanto emersas (linha de costa) adjacente ao empreendimento. Recomenda-se assim, o monitoramento da posição de linha de costa, a caracterização da evolução batimétrica e sedimentológica da Área de Influência Direta (raio 10 km a partir do empreendimento). Estes monitoramentos consistem em uma importante ferramenta na avaliação das possíveis alterações no ambiente, para o estabelecimento de suas causas (naturais e/ou antrópicas).

Também, pode-se afirmar que, considerando que a obra de ampliação do cais do TCP será desenvolvida em área imersa pelas águas da baía de Paranaguá, não haverá nenhuma alteração ou impacto direto sobre os compartimentos pedológicos nas proximidades do empreendimento.

Contudo, o gerenciamento dos resíduos gerados no canteiro de obras deve ser controlado, visando à correta segregação, disposição e destinação dos resíduos da construção civil, evitando, assim, contaminação do solo, dos sedimentos e da água.

No que diz respeito à geoquímica e testes toxicológicos, segundo Casado-Martínez *et al.* (2006), os principais grupos de contaminantes presentes em sedimentos portuários e que trazem risco ambiental incluem os metais, bifenilas policloradas (PCB), os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAH), os pesticidas organoclorados, óleos e graxas, radionuclídeos e os compostos organoestânicos (TBT, TPT), porém com o avanço e desenvolvimento dos

processos industriais, o número de compostos nocivos aos ecossistemas costeiros tende a aumentar.

Destes grupos de compostos, apenas os níveis de metais, arsênio (As), PCB's, PAH's, pesticidas organoclorados junto com o carbono orgânico (COT), o nitrogênio (N) e o fósforo (P) são exigidos pela resolução CONAMA 344/04, para caracterização e gestão de sedimentos dragados.

Nesse sentido, apenas o As apresentou valores acima do valor orientador da Norma (a qual acima dela indica possibilidade da contaminação causar efeitos adversos), porém como o Arsênio também possui a sua origem natural, é possível que a sua distribuição esteja relacionada ao comportamento geoquímico do elemento, fato corroborado pelas correlações negativas com as demais variáveis.

Considerando os métodos de abertura e extração utilizados (com recuperações em torno de 90-100%), os metais pesados analisados apresentaram valores abaixo dos valores orientadores e corroboraram com os resultados de outros estudos já realizados na região. Os metais apresentam potencial tóxico e podem ser adsorvidos nas partículas dos sedimentos, formando complexos com carbonatos (CaCO_3), óxidos de ferro (FeOOH) e manganês (Mn-OOH), carbono orgânico (COT) e sulfetos voláteis (AVS), sendo esses carreadores geoquímicos que regulam a sua biodisponibilidade e toxicidade (Chapman, 1999). Dos contaminantes orgânicos analisados, foram detectados apenas PCB's no perfil da estação 1 e no entanto, assim como os metais, os teores foram baixos. Os hidrocarbonetos poliaromáticos e os pesticidas organoclorados não foram detectados.

Com isso, os sedimentos da área de ampliação do cais leste do Porto de Paranaguá apresentam boa qualidade no que se refere aos níveis dos contaminantes exigidos pela Norma CETESB, exceto em relação ao As, o qual mesmo acima do valor orientador carece de estudos relacionados ao seu comportamento geoquímico para uma melhor interpretação.

Com base nos dados obtidos nesta pesquisa, comparados a conclusões de vários outros autores e fundamentos da geoquímica de superfície, é possível afirmar que as fontes mais prováveis de arsênio no ambiente pesquisado são os diferenciados minerais e rochas, e seus produtos de alteração, existentes na região da bacia de drenagem do CEP. A natureza e intensidade dos processos e ambientes geoquímicos predominantes na região do CEP provavelmente condicionaram a solubilização de arsênio nas áreas-fonte, o seu transporte, sua captação, fixação e acumulação nos sedimentos argilosos e ricos em matéria orgânica da baía.

Conforme a característica geoquímica regional obtida, e em inúmeras referências da literatura, verifica-se que os níveis de concentração de arsênio nos sedimentos da baía são compatíveis com os considerados normais de materiais similares de outras regiões. Ou seja, os níveis de teores de arsênio nos materiais a serem dragados no CEP podem ser considerados dentro da normalidade considerando o ambiente geoquímico de onde foram retirados.

As concentrações de metais pesados e arsênio no CEP devem decorrer, sobretudo, de processos naturais acumulativos durante milhões de anos, relacionados com a evolução das paisagens regionais e locais. Ressalta-se que a dinâmica interna do CEP favorece o acúmulo de sedimento fino e de precipitados de arsênio nas margens da baía, local do atual empreendimento.

Sobre os testes de toxicidade, as amostras apresentaram toxicidade para todas as formas de exposição empregadas. Dentre as limitações e interferentes que podem influenciar nos resultados dos testes, Melo e Nipper (2007) analisaram a influência da granulometria na sobrevivência do *T. viscana* e atentaram para a condição de que frações muito finas (predomínio de argilas muito plásticas) podem danificar as brânquias dos organismos e as frações grosseiras (Areias Grossas ou Muito Grossas), induzirem um elevado gasto energético dos organismos durante a escavação, o que também pode ocorrer em sedimentos com grau de compactação relevante, como o caso de sedimentos originados de perfil, no entanto a interpretação mais precisa deverá ser feita frente à análise da granulometria conforme já salientado.

Dos compostos que também possuem origem natural, é importante ressaltar os possíveis efeitos relacionados à amônia e aos sulfetos. Embora baixos níveis de amônia tenham sido detectados nos testes, é possível que estes junto com os sulfetos tenham contribuído para esses efeitos. Estudos de Losso *et al.* (2007), ao avaliarem a influência de sulfetos (que segundo os autores podem contribuir com a toxicidade) no desenvolvimento de larvas do ouriço do mar *P. lividus* e da ostra *C. gigas*, estimaram valores de sensibilidade para essas espécies, não encontrando correlações entre o efeito observado e os teores de sulfetos estimados nas frações líquidas de sedimentos.

Embora inconclusivo, é necessário o conhecimento da sensibilidade do ouriço-do-mar *E. lucunter* aos níveis de amônia, uma vez que o valor de efeito de 0,05 mg NH₃/L estimado por Prosperi (2002) se refere à espécie *L. variegatus*, e também aos níveis de sulfetos, fornecendo subsídios para o entendimento do papel desses compostos, que podem estar relacionados também à toxicidade encontrada nas fases líquidas das amostras testadas.

Por outro lado, é importante ressaltar também que a quantidade de compostos exigidos pela resolução é limitada, tendo em vista a complexidade da contaminação em áreas portuárias. Além disso, a questão dos valores orientadores serem derivados de legislações norte americanas e canadenses, também é relevante, e denota a carência de estudos que possibilitem uma derivação adaptada às características locais.

Por fim, a partir dos dados levantados no presente estudo e seguindo resolução CONAMA 344/04, a partir das considerações expostas, as seguintes conclusões podem ser apresentadas:

- As análises químicas apontaram teores de As acima do valor orientador para amostras superficiais dos perfis, na área a ser dragada;
- Não foram detectados níveis de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAH) e de pesticidas organoclorados;

- Níveis de Bifenilas policloradas foram detectados apenas em amostras do perfil da estação 1, abaixo do valor orientador;
- Os teores de N, P e COT apresentaram-se abaixo do valor de alerta da Norma em todas as amostras de todas as estações;
- As amostras dos perfis correspondentes à região de expansão (sedimentos a serem dragados) apresentaram toxicidade tanto aguda quanto crônica. No entanto, essa toxicidade parece estar associada à presença de outros contaminantes, não exigidos pela Resolução. Além do que é preciso considerar que existem interferentes físicos como a textura dos sedimentos e a presença de compostos de origem natural como amônia.

Alterações na qualidade da água associadas à atividade de dragagem e despejo do material dragado na AID (10 km de raio), pela expansão do berço do TCP, podem ocorrer devido à liberação de contaminantes e nutrientes do sedimento para a coluna d'água. Tal ocorrência pode mudar a qualidade da água gerando conseqüências para a biota. Por isso, sugere-se ao TCP a implementação do Programa de monitoramento da qualidade da água na AID durante e após a operação de dragagem na área de berço, bem como o monitoramento da qualidade da água após a operação de despejo do material dragado com o objetivo de verificar possíveis mudanças nas características da coluna d'água.

6.1.4 Oceanografia e hidrodinâmica

A Baía de Paranaguá encontra-se no litoral do Estado do Paraná, a aproximadamente 25° 30' de latitude Sul e 48° 30' de longitude Oeste. Apresenta uma área líquida de aproximadamente 600 km², sendo que o eixo L-O do CEP (figura 78), que inclui as baías de Antonina e Paranaguá, possui uma área de 256 Km², volume de 1,4x10⁶ m³ e profundidades médias e máximas de, respectivamente, 5,4 e 33 m (Knoppers et al., 1987; Noernberg et al., 2006). Este eixo está conectado diretamente à zona costeira adjacente por dois canais principais denominados de Barra Norte e Galheta, sendo que o eixo N-S conecta-se também ao complexo estuarino de Cananéia (SP) e a zona costeira por um sistema de canais na região de Guaraqueçaba.

Um corpo de água com características estuarinas diferencia-se de águas oceânicas ou até mesmo costeiras, mas de face ao mar aberto, porque é no complexo estuarino onde a troca de propriedades entre a terra e o mar aberto encontra-se maximizada. As principais forçantes que provocam a mistura ou troca de propriedades dentro de um complexo estuarino como o da Baía de Paranaguá são, na ordem de importância:

- marés e suas correntes associadas;
- balanço de água doce (aporte dos rios, chuvas, lençol freático, etc.);
- radiação solar;
- ventos;
- ondas.

No caso de um complexo como o da Baía de Paranaguá, o relativamente reduzido aporte de água doce, a limitada ação dos ventos e a pouca energia das ondas dentro do estuário, fazem que o principal motor das trocas de propriedades seja o mecanismo das marés. Os efeitos da radiação solar e do regime de aporte de água doce sofrem uma variação importante ao longo do ano, sendo suas diferenças sazonais suficientemente marcadas para provocar variações sazonais

nas propriedades de mistura. Por outro lado, efeitos meteorológicos de meso-escala são responsáveis por variações do nível do mar (maré meteorológica), que também modificam, durante os breves momentos em que ocorrem, as propriedades dinâmicas do estuário e sua correspondente capacidade de mistura e transporte de propriedades.

Os processos de mistura, circulação e estratificação do complexo estuarino são governados basicamente por três forçantes: a descarga de água doce, as correntes de maré e a transferência de momentum pelo cisalhamento do vento em sua superfície livre; aos quais somam-se as influências exercidas pela geometria do corpo estuarino e pela salinidade e padrões de circulação da região costeira adjacente.

Cada uma dessas três forçantes governa um tipo particular de circulação da água:

- a) a descarga de água doce induz a circulação gravitacional;
- b) as correntes de maré governam a circulação residual;
- c) e a fricção do vento causa a circulação induzida pelo vento.

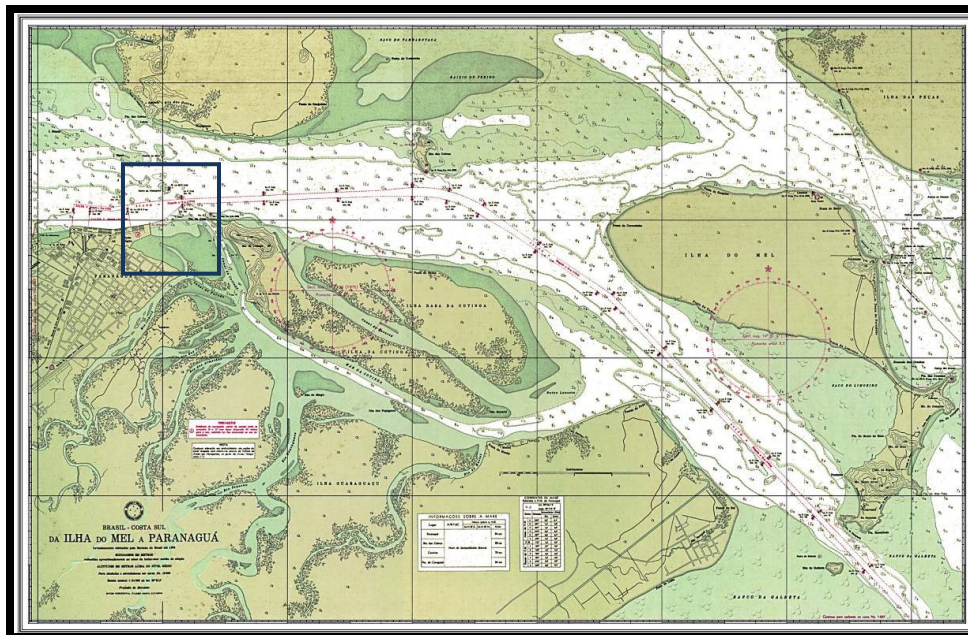


Figura 78 – Eixo L-O, ao Sul do CEP da Carta Náutica da DNH, sendo que o quadro indica a localização aproximada do empreendimento.

6.1.4.1 Área de Influência Indireta (AII)

6.1.4.1.1 Campo de massa e aporte de água doce

O Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá (CEP) recebe a drenagem de aproximadamente 70% da área da bacia hidrográfica litorânea do Estado do Paraná. Somente as bacias de Antonina e Paranaguá correspondem a 54% da drenagem do CEP, sofrendo, desta forma, uma maior influência do aporte de água doce continental. O aporte de água doce influencia fortemente a salinidade da água, e conseqüentemente sua densidade. A região de Antonina apresenta rápida resposta a elevados valores de precipitação, ocorrendo, nestes casos, valores de salinidade próximos a zero e elevado aporte de sedimentos em suspensão. Já no eixo Sul-Norte, entre a Ponta do Poço e Guaraqueçaba as variações de salinidade são menores, onde os valores mínimos de salinidade são superiores a 5 g/kg.

De um modo geral, a descarga de água doce dos rios que deságuam a montante do local da obra apenas superariam os 200 m³/s nos períodos chuvosos (final do verão), sendo menores que 100 m³/s no período de seca (inverno). O aporte de água doce extravasado pelos inúmeros canais de maré não tem sido avaliado, ainda, para o complexo como um todo, mas estudos localizados mostram que boa parte do estoque acumulado no lençol freático percola principalmente na vasta rede de canais de maré sendo conduzido por gravidade e o bombeamento de maré até o corpo de água principal da baía, se misturando com as águas do mar e dos rios. Estimativas iniciais indicam que a ordem de grandeza deste aporte pode ser comparável ao aporte das chuvas diretas sobre o espelho de água, no mínimo, e equivalente ao aporte dos rios, no máximo.

O tempo de renovação da água doce (tempo de fluxo ou descarga) na Baía de Paranaguá situa-se entre 3 e 10 dias. Em condições de elevado e constante aporte de água doce, o que geralmente ocorre no verão, o tempo de renovação tende a ser menor.

De modo geral, a circulação induzida pela descarga de água doce na seção do Porto de Paranaguá é de uma a duas ordens de grandeza inferior à induzida pela corrente residual.

No que diz respeito à estratificação halina, o estuário é classificado como parcialmente misturado (Tipo B) (Knoppers et al., 1987; Marone et al., 1995), podendo apresentar-se lateralmente não homogêneo em alguns locais e estágios da maré (Marone et al., 1995). Verticalmente, a estrutura da coluna d'água é principalmente homogênea, com exceção de certos momentos, principalmente no início da maré enchente, quando duas camadas de densidades diferentes aparecem bem marcadas. Uma maior estratificação pode ser observada em períodos de elevada vazão fluvial (Knoppers et al., 1987). Mantovanelli (1999) classificou a região montante de Paranaguá como um estuário parcialmente misturado, tipo 2, com estratificação vertical de salinidade realçada durante o verão. Com relação à distribuição de suas propriedades, o sistema apresentou-se verticalmente e lateralmente não homogêneo. A salinidade varia entre menos de 5 g/kg e 34,5 g/kg, podendo ser observado um gradiente halino horizontal, com valores maiores próximos à desembocadura e valores mais reduzidos na região de Antonina sob maior influência dos aportes fluviais. Padrões bem marcados de sazonalidade e variabilidade espacial são características marcante em toda baía (Brandini et al., 1988). No que diz respeito à estratificação halina, o estuário é classificado como parcialmente misturado (Tipo B) (Knoppers et al., 1987; Marone et al., 1995a), podendo apresentar-se lateralmente não homogêneo em alguns locais e estágios da maré (Marone et al., 1995a). Uma maior estratificação pode ser observada em períodos de elevada vazão fluvial (Knoppers et al., 1987). Mantovanelli (1999) classificou a região montante de Paranaguá como um estuário parcialmente misturado, tipo 2, com estratificação vertical de salinidade realçada durante o verão. Com relação à distribuição de suas propriedades, o sistema apresentou-se verticalmente e lateralmente não homogêneo.

A região de Antonina apresenta rápida resposta a elevados valores de precipitação, ocorrendo, nestes casos, valores de salinidade próximos a zero (

figura 79) e elevado aporte de sedimentos em suspensão. Com isto, a análise da distribuição da salinidade do corpo aquoso como um todo, deve considerar, principalmente, a precipitação dos sete dias anteriores à análise em vez da precipitação total mensal. Já no eixo Sul-Norte, entre a Ponta do Poço e Guaraqueçaba as variações de salinidade são menores, onde os valores mínimos de salinidade são superiores a 5 g/kg (figura 80).

Outra importante diferença nos padrões do CEP pode ser observada entre o verão e o inverno. Não somente os ranges de temperatura variam de acordo com a estação, mas os valores salinos são fortemente influenciados pelos períodos de chuvas e de secas. O pequeno aporte médio de água doce dos rios apresenta variações de até duas ordens de grandeza entre as épocas de estiagem e as de chuva. Todos os fenômenos acima relacionados modificam os padrões de transporte de propriedades, especialmente de calor e massa.

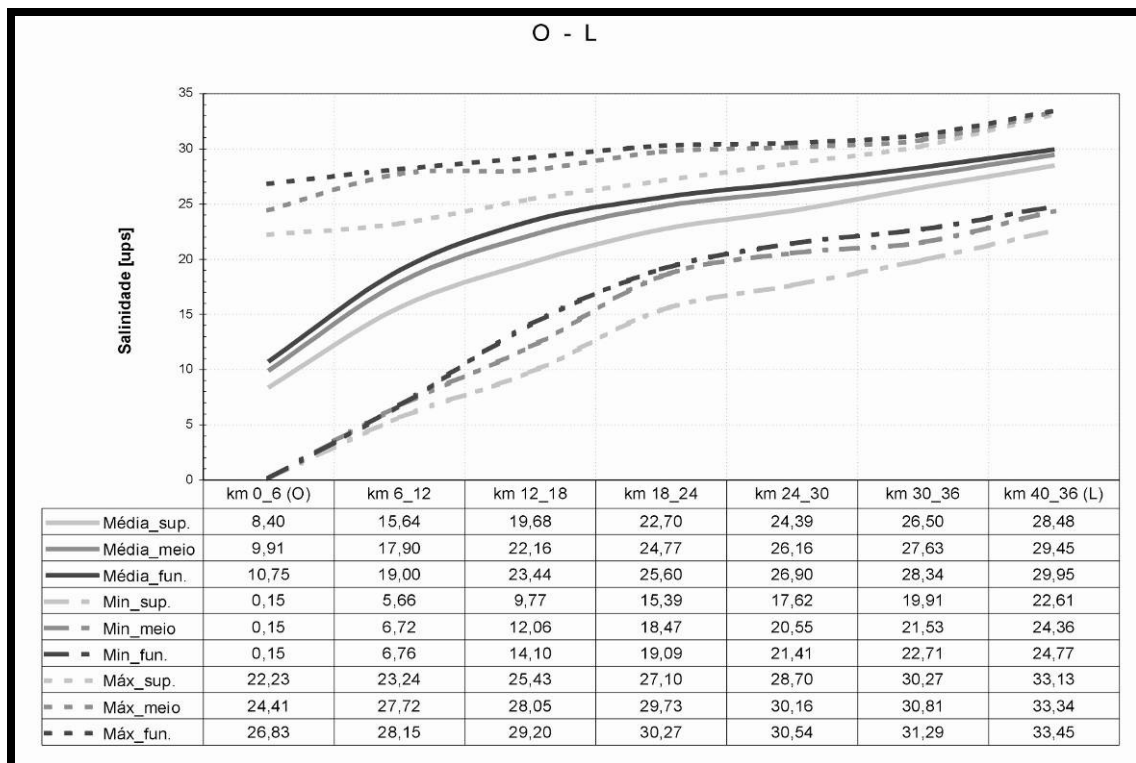


Figura 79 – Variação espaço-temporal da salinidade entre Antonina e Ilha do Mel em um intervalo de 2 anos, agrupada em setores de 6 km. São apresentadas as variações para as camadas de superfície, meio e fundo (Noernberg, 2001).

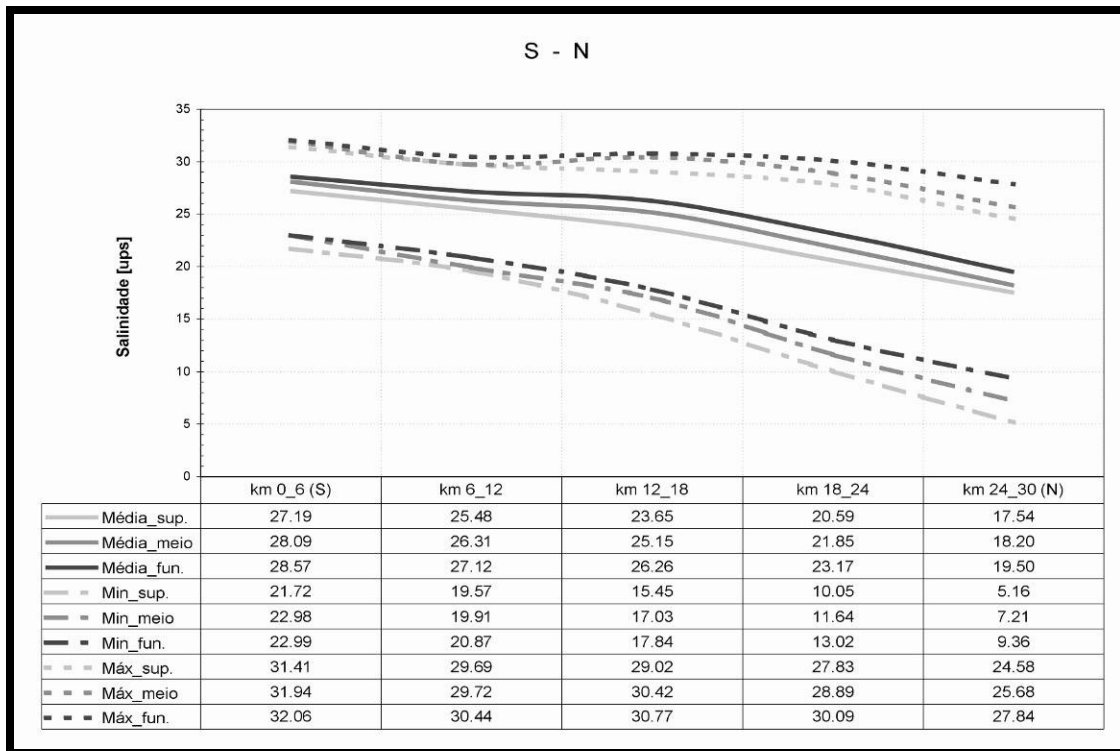


Figura 80 – Variação espaço-temporal da salinidade entre Ponta do Poço e Guaraqueçaba em um intervalo de 2 anos, agrupada em setores de 6 km. São apresentadas as variações para as camadas de superfície, meio e fundo (Noernberg, 2001).

6.1.4.1.2 Campo de correntes e Marés

O litoral do Estado do Paraná possui regime de marés semi-diurno. A amplitude da maré costeira é inferior a 2m em períodos de sizígia, o que caracteriza um regime de micromarés.

A influência da maré é marcante na região do CEP, apresentando range médio de 2,0 m e caráter predominantemente semidiurno dentro do complexo, embora ocorram desigualdades e efeitos não lineares (Marone et al. 1995a) (figura 81). Também são comuns alterações anormais do nível médio do mar, principalmente durante o inverno, atribuídas à passagem de frentes frias oceânicas e a ventos fortes, que geram grandes ondas e causam o empilhamento de água na costa (Marone & Camargo, 1994). A intrusão da maré alcança aproximadamente 13 km,

no comprimento de mais de 40 km do CEP no sentido L-O, e a renovação de água do sistema ocorre em 3,5 dias (tempo de fluxo) (Marone et al. 1995a), sendo esta favorecida pelo regime mesotidal e pela reduzida profundidade do sistema. As variações médias de range de maré para quadratura e sizígia, correspondem a 1,3 e 1,7m, na desembocadura (Ilha da Galheta), e 2,0 e 2,7m na cabeceira (Baía de Antonina). O sinal da maré é amplificado na direção de montante do sistema.

A baía de Paranaguá apresenta-se como um estuário hipersíncrono, onde o efeito de convergência excede o de atrito, resultando numa amplificação da variação do nível do mar em direção à montante. Esta variação começa com 1.2 m em Pontal do Sul e atinge até 2.8 m em Antonina (Lessa et al, 1998; Mantovanelli, 1999). Esta amplificação da maré é controlada basicamente por ressonância, que depende da frequência de oscilação da onda de maré e do comprimento do estuário (Camargo, 1998). Alterações anormais do nível médio do mar são comuns, principalmente durante o inverno, atribuídas à passagem de frentes frias oceânicas e a ventos fortes, que geram grandes ondas e causam o empilhamento de água na costa (Marone & Camargo, 1994). A intrusão da maré alcança aproximadamente 13 km e a renovação de água do sistema ocorre em 3,5 dias (tempo de fluxo) (Marone et al., 1995a), sendo esta favorecida pelo regime mesotidal e pela reduzida profundidade do sistema (Kjerfve et al., 1982).

A seguir, é apresentado um resumo das principais características da maré no CEP, começando pelo valor do Prisma de Maré, que é a quantidade de água que entra e sai do CEP entre uma baixa-mar e a preamar subsequente. Por outro lado, o prisma de maré pode ser visto como um fluxo que entra e sai do corpo receptor durante um ciclo de maré e, por tanto, transformado em velocidades médias por unidade de área ou totais, ou a vazão devida à maré. Assim, de uma maneira simples pode ser realizado um cálculo baseado nas expressões acima e na hipótese, contida no conceito do prisma de maré, de mistura turbulenta completa no corpo d'água.

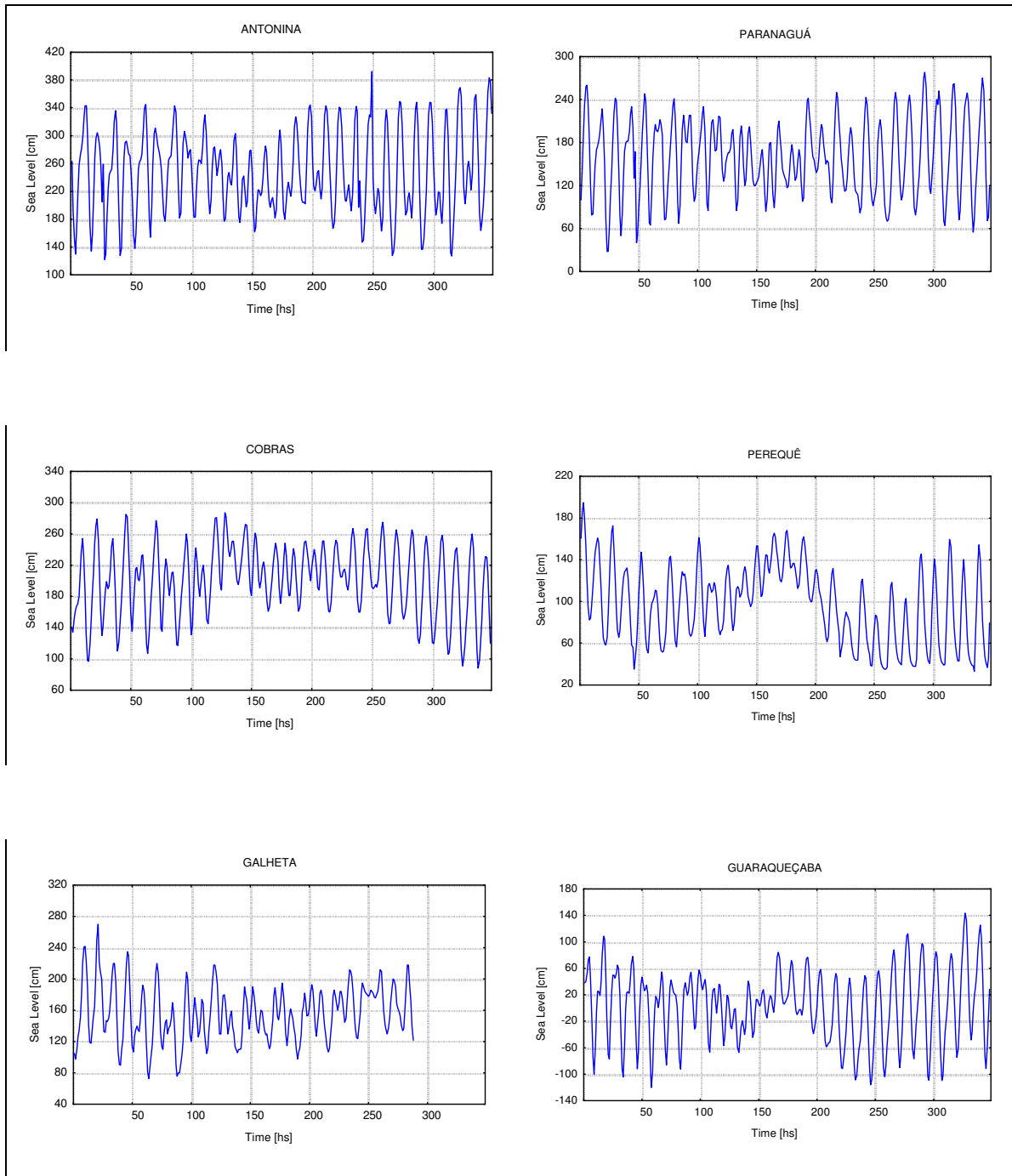


Figura 81 – Variações do nível médio do mar devidas principalmente ao efeito da maré astronômica em diversos locais do CEP.

Tabela 40 - Informações da maré

Local	Defasagem Sizígia(min)		Defasagem Quad.(min)		Tempo	Tempo	Range	Range
	alta	baixa	alta	baixa	de Enchente	de Vazante	de Sizígia	de Quadratura
Galheta	-	-	-	-	6.8 hs	5.5 hs	1.74 m	1.30 m
Cobras	69	55	91	75	-----	-----	2.07 m	1.68 m
Paranaguá	88	68	106	93	7.5 hs	4.8 hs	2.09 m	1.70 m
Antonina	100	110	132	151	8.1 hs	4.2 hs	2.74 m	2.02 m

Tabela 41 - Informações por setores do Complexo

Local	Área (km ²)	Prof. Média (m)	Prof. Máxima (m)	Descarga da Maré (m ³ /s)	Razão Maré/Rio	Prisma (km ³)
Antonina	35	1.9	8	2352	0.127	0.0945
Paranaguá	117	4.3	17	7862	0.037	0.2808
Galheta	256	7.0	33	17204	0.014	0.5632

Sendo que as principais forçantes no CEP estão ligadas com o regime de marés, deve-se destacar que as correntes a este fenômeno relacionadas são principalmente oscilatórias, provocando um fluxo e refluxo de água costeira e oceânica, pelo menos duas vezes por dia, dentro do estuário. Ligeiras correntes residuais e de características permanentes, transportam, no caso da Baía de Paranaguá, alguma quantidade de água, e suas propriedades como calor, massa, etc., na direção de mar aberto. Situação típica de estuários conhecidos como positivos, que é a de exportar água e suas propriedades para mar aberto. As proporções entre a água doce e as correntes residuais provocadas pela maré, as diferenças de densidade, o efeito de rotação da terra, etc. (que determinam o fluxo estuário afora) e o volume de água que entra e sai num ciclo de maré (prisma de maré) é que definem, em primeira instância, a capacidade de mistura e

transporte de propriedades existentes no interior do estuário na direção do mar aberto.

A circulação residual, induzida pelas marés, ocorre principalmente em duas camadas (superfície e fundo) e é mais desenvolvida nos canais profundos. As regiões rasas constituem canais preferenciais de vazante. A componente da corrente transversal na seção é em direção à margem Norte durante a enchente, e em direção à margem Sul durante a vazante.

As velocidades máximas das correntes de maré em superfície, na plataforma interna, no par de bóias 3-4 são de 0,6 nós (32 cm/s) na enchente (direção 310°) e 1,6 nós (87 cm/s) na vazante (direção 115°). Neste ponto pode ser observado um desvio entre as margens do canal e as direções de fluxo de maré, o que implica na obstrução parcial dos fluxos de maré vazante, pela margem NE do canal, enquanto que na margem oposta o mesmo ocorre no período de maré enchente. No setor externo da baía de Paranaguá, localizado entre as bóias 11-12, as velocidades máximas de correntes de maré são de 1,1 nós (59 cm/s) nos períodos de maré enchente (direção 320°) e 1,8 nós (97 cm/s) nos períodos de maré vazante (direção 140°). Na Ponta do Poço as velocidades máximas de correntes de maré alcançam 2,6 nós (141 cm/s) nos períodos de maré enchente (direção 270°) e 2,2 nós (119 cm/s) nos períodos de maré vazante (direção 75°). Neste local as correntes de vazante inflectem para o canal da Cotinga, concentrando o fluxo próximo à Ponta do Poço. Na enchente o fluxo inflecte para o canal da Galheta.

Através da realização de fundeios e perfilagens principalmente na frente do Porto de Paranaguá, nas proximidades do Porto de Antonina e no setor externo do Canal da Galheta, o Grupo de Física Marinha (GFM) do Centro de Estudos do Mar produziu nos últimos anos cartas de correntes do Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, apresentadas nesta seção.

Outras perfilagens de correntes, por outro lado, foram realizadas nos mais diversos locais do CEP. Nestas medições, com duração mínima de um ciclo completo de maré, em períodos de inverno e verão, e em intervalos de 20 minutos

a 2 horas, um ou vários pontos numa seção transversal ao canal, foram amostrados em toda a coluna d'água. Outras observações foram realizadas com perfilagens não numa seção transversal, mas em áreas de interesse, amostrando-se durante os horários de máximas correntes (enchente e vazante) e nos estofos de maré.

O atual banco de dados de correntes do GFM possui valores de velocidades (intensidade e direção) das correntes em diferentes pontos do CEP. Estes dados foram obtidos com correntômetros tradicionais (modelos SensorData SD6000 e SD30) e correntômetros electromagnéticos (modelo InterOcean S4). Dois métodos de observação foram utilizados, de maneira genérica, para a obtenção dos valores das correntes: fundeios e perfilagens. Nos principais fundeios realizados, principalmente na frente do Porto de Paranaguá, nas proximidades do Porto de Antonina e no setor externo do Canal da Galheta, as amostragens foram realizadas a intervalos de 15 minutos a 1 hora, durante períodos superiores a vários meses, com amostragens em condições de verão e inverno, notadamente diferentes desde o ponto de vista hidrodinâmico. Os fundeios consistiram sempre em dois equipamentos, um amostrando as condições da camada de superfície e outro da camada de fundo.

Para facilitar visualização das correntes que podem vir a carrear sedimentos no Complexo Estuarino de Paranaguá, diversos mapas e cartas de correntes podem ser apresentados em função dos dados existentes no banco de dados do GFM-CEM. Na carta (figura 82), resultados de fundeios de longa duração são apresentados esquematicamente de duas maneiras diferentes:

- a- Elipse de marés ou diagrama polar das correntes: neste caso, em vermelho, são apresentados os vetores das correntes de enchente e vazante observados nos fundeios de Antonina, Paranaguá e Canal da Galheta;
- b- Vetores progressivos: em linha preta, acompanhada de setas, é representada a trajetória ideal que uma partícula seguiria durante um par de ciclos de maré (em escala).

Nesta carta, também são apresentadas as áreas de manguezais obtidas de diversas imagens de satélite utilizadas neste e outros estudos.

Finalmente, os diagramas de corrente mostram as características principais observadas ao longo do ano, na coluna d'água, e num transecto que começa em Antonina e termina na região do Canal da Galheta (área externa).

As correntes de vazante são, em média, 10 a 15 % superiores às de enchente. Isto ocorre devido à influência dos atritos lateral e de fundo, que são gradativamente maiores em direção à cabeceira e, também, devido ao aporte de água doce e à circulação residual.

Na tabela 42, os valores das correntes (direção e sentido) nas preamares de sizígia, são apresentados, com a sua correspondente localização (latitude e longitude obtidas com GPS). Nestas tabelas, somente alguns dos pontos observados, os mais relevantes, são incorporados. O tempo de defasagem entre a preamar num local e outro é também apresentado, considerando-se a origem na entrada do Complexo (assim, para se conhecer a preamar num ponto a montante, basta adicionar o tempo de defasagem ao horário da preamar na entrada do complexo).

Nas tabelas a seguir, são colocados os dados de correntes máximas de enchente na superfície, em períodos de sizígia (por tanto, médias das máximas correntes de enchente de sizígia observadas e sua direção com referência ao Norte geográfico), sua posição geográfica (latitude e longitude obtida com GPS). Na tabela 44, as mesmas informações, mas para as correntes máximas de vazante, são apresentadas.

A penetração da onda de maré de sizígia no interior CEP produz normalmente uma frente estuarina, importante processo de mistura e transporte. Este fenômeno conspícuo é capaz de trapear material em suspensão e flutuante na zona de convergência da frente, sendo de enorme importância como retentor de poluentes. Mais importante ainda é mencionar que a zona de máxima turbidez no

eixo L-O ocorre a montante do Porto de Paranaguá, atingindo a região até quase a desembocadura do rio Nhundiaquara (Mantovanelli, 1999; Noernberg, 2001).

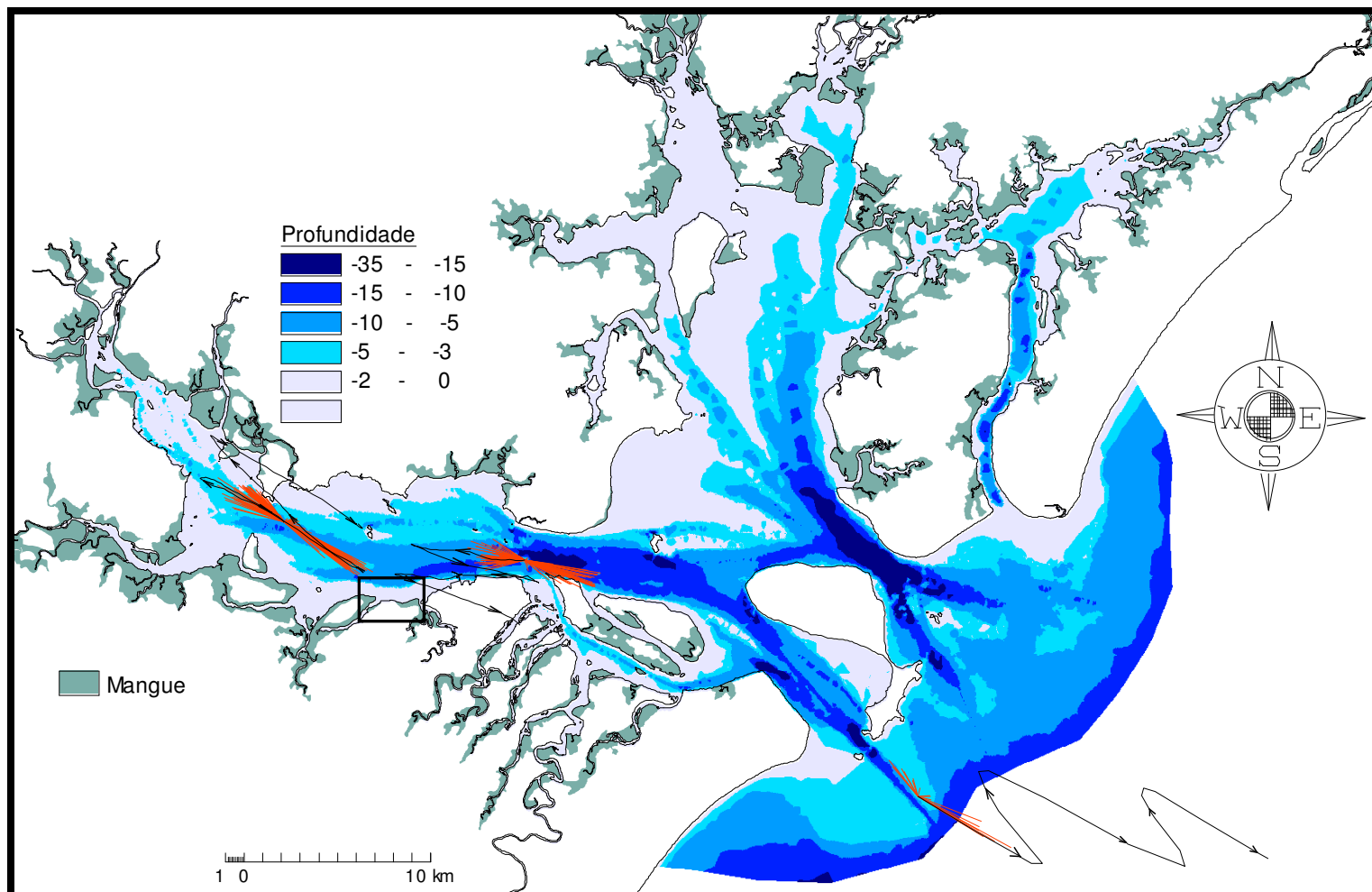


Figura 82 – Elipses de Correntes e vetores progressivos (área aprox. do empreendimento no quadro).

Tabela 42 – Correntes médias na preamar de sizígia em superfície. A última coluna mostra, aproximadamente, quanto tempo após a preamar na entrada do estuário (0 min) ocorre a preamar no respectivo local (coluna 1).

Local (aprox.)	Latitude S	Longitude W	Vel. (nós)	Direção (°)	Após (min)
Bóias 3-4	25° 36.36'	48° 17.44'	0,3	150	0
C. da Galheta	25° 34.49'	48° 19.21'	0,2	130	10
Canal Norte	25° 29.37'	48° 18.88'	0,2	140	--
Ponta do Poço	25° 32.42'	48° 22.85'	0,5	200	35
Embogaçu	25° 30.23'	48° 33.56'	0,3	250	45
I. das Cobras	25° 29.28'	48° 24.65'	0,3	210	79
Paranaguá – 1	25° 29.60'	48° 30.00'	0,1	70	98
Paranaguá – 2	25° 28.90'	48° 29.92'	0,3	130	98
Fospar	25° 30.09'	48° 33.01'	0,3	40	100
Nhundiaquara	25° 27.20'	48° 39.80'	0,2	100	102
Ponta do Félix	25° 27.30'	48° 40.68'	0,3	110	104
Antonina	25° 26.52'	48° 41.61'	0,3	160	110
Guaraqueçaba	25° 17.95'	48° 19.92'	0,2	200	--

Tabela 43 – Correntes máximas de enchente (médias) de sizígia em superfície. As máximas correntes de enchente acontecem aproximadamente entre 3,4 a 4 horas antes da preamar local (duração maior a montante).

Local (aprox.)	Latitude S	Longitude W	Vel. (nós)	Direção (°)
Bóias 3-4	25° 36.36'	48° 17.44'	0,6	310
Canal da Galheta	25° 34.49'	48° 19.21'	1,1	320
Canal Norte	25° 29.37'	48° 18.88'	1,1	315
Ponta do Poço	25° 32.42'	48° 22.85'	2,6	270
Embogaçu	25° 30.23'	48° 33.56'	1,0	250
Ilha das Cobras	25° 29.28'	48° 24.65'	1,3	250

Local (aprox.)	Latitude S	Longitude W	Vel. (nós)	Direção (°)
Paranaguá –1	25° 29.60'	48° 30.00'	1,3	260
Paranaguá -2	25° 28.90'	48° 29.92'	0,9	240
Fospar	25° 30.09'	48° 33.01'	1,9	260
Nhundiaquara	25° 27.20'	48° 39.80'	1,0	290
Ponta do Félix	25° 27.30'	48° 40.68'	1,4	320
Antonina	25° 26.52'	48° 41.61'	0,6	320
Guaraqueçaba	25° 17.95'	48° 19.92'	1,0	25

Tabela 44 – Correntes máximas de vazante (médias) de sizígia em superfície. As máximas correntes de vazante acontecem aproximadamente entre 2,1 e 2,8 horas após a preamar local (diminui a montante).

Local (aprox.)	Latitude S	Longitude W	Vel. (nós)	Direção (°)
Bóias 3-4	25° 36.36'	48° 17.44'	1,6	115
Canal da Galheta	25° 34.49'	48° 19.21'	1,8	140
Canal Norte	25° 29.37'	48° 18.88'	1,3	145
Ponta do Poço	25° 32.42'	48° 22.85'	2,2	75
Embogaçu	25° 30.23'	48° 33.56'	1,1	50
Ilha das Cobras	25° 29.28'	48° 24.65'	0,6	160
Paranaguá - 1	25° 29.60'	48° 30.00'	1,5	100
Paranaguá – 2	25° 28.90'	48° 29.92'	1,6	40
Fospar	25° 30.09'	48° 33.01'	2,0	80
Nhundiaquara	25° 27.20'	48° 39.80'	1,2	110
Ponta do Félix	25° 27.30'	48° 40.68'	1,9	130
Antonina	25° 26.52'	48° 41.61'	1,4	140
Guaraqueçaba	25° 17.95'	48° 19.92'	1,5	205

6.1.4.1.3 Influência dos ventos

Nas regiões litorâneas, a combinação dos efeitos meteorológicos e oceânicos tem fundamental importância, uma vez que fenômenos climáticos como passagem de sistemas meteorológicos podem causar um aumento excessivo do nível do mar, e a modificação dos padrões da circulação litorânea, bem como a circulação em baías. O intercâmbio de propriedades entre o sistema interno e o mar aberto é principalmente governado pelo regime de marés, sendo substancialmente diferente nas marés de sizígia e quadratura. Segundo Marone & Camargo (1994) uma das situações mais comuns de modificação do sinal típico de maré astronômica (figura 83) é conhecida como “ressaca” (storm surges), e ocorre associada a marés meteorológicas. Uma maré meteorológica observada em 18 de agosto de 1994 ocasionou uma elevação de 80 cm acima do nível da maré previsto para aquele dia, o que significou um volume de água represada na Baía de Paranaguá estimado em $4,8 \times 10^8 \text{ m}^3$. Na figura 83 pode ser visto o resultado de modelo numérico que mostra as anomalias do nível médio do mar para o Porto de Paranaguá, sendo esta anomalia a chamada “maré meteorológica”.

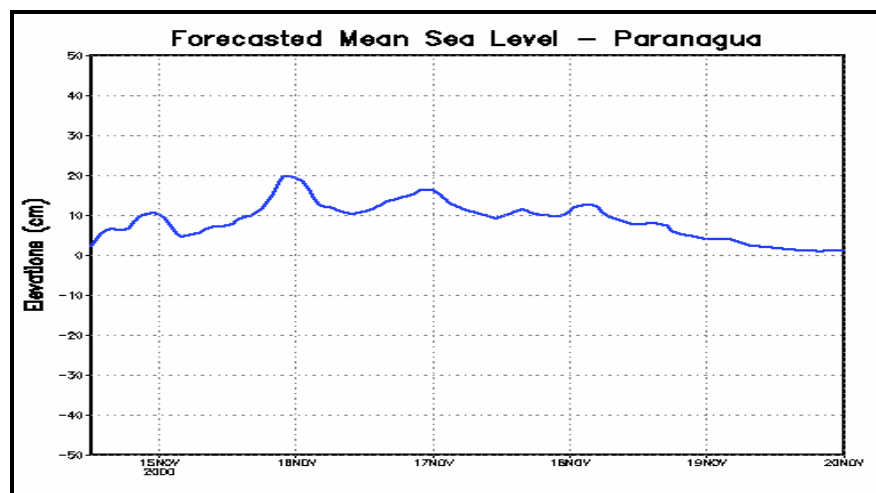


Figura 83 - Saída do modelo POM para o nível médio do Mar em Paranaguá (Camargo, 1998).

Na desembocadura do CEP, o predomínio de ondas do quadrante S-SE gera uma deriva litorânea orientada para Norte. Segundo Angulo (1992) a ocorrência de deriva litorânea para Norte pode ser observada na orientação das desembocaduras fluviais e morfologia dos deltas de vazante dos estuários de Paranaguá e Guaratuba. O lançamento de garrafas de deriva nos canais Norte e Galheta confirmou que as correntes predominantes na zona costeira adjacente ao CEP são na direção Norte (Marone et. al., 1995).

Os estudos de ondas no litoral do Paraná são muito reduzidos. Bandeira (1974) analisou as ondas em praia de Leste, a partir de um ano de observações visuais. Entre agosto e dezembro de 1982 um ondógrafo registrou dados de onda a 13 km da praia de Leste e a 2,6 km a Nordeste da Ilha dos Currais. As ondas predominantes foram dos quadrantes ESSE e SE, com altura máxima mensal entre 2,3 e 3,9 metros e período médio entre 11,9 e 16,8 segundos (PORTOBRAS, 1983). A distribuição do percentual de ondas que chega à costa do Paraná correspondeu a 90%, variando no quadrante Leste para Sul-Sudeste, e cerca de 10 % das direções entre Leste e Nordeste (Gobbi, 1999).

Dentro do complexo estuarino, porém, pouco do efeito do clima de ondas oceânicas é sentido, devido à proteção natural da costa e, especialmente, à Ilha do Mel na entrada do CEP. Todavia, a existência de áreas de largura considerável dentro do CEP oferecem uma pista de ventos suficiente para que ondas geradas localmente pelos ventos provoquem, em situações e horários particulares (notadamente no final da tarde), agitação marítima que deve ser considerada em termos de potencial agente de mistura superficial de propriedades (ou de sedimentos em suspensão, ou poluentes).

6.1.4.2 Área de Influência Direta (AID)

6.1.4.2.1 Campos de Massa e aporte de água doce

A distribuição de propriedades na seção transversal em frente ao Porto de Paranaguá apresenta-se verticalmente e lateralmente não homogênea. Os

processos de estratificação e mistura são controlados principalmente pelas marés e secundariamente pela descarga de água doce, causando variação sazonal na magnitude total da estratificação vertical da salinidade. De modo geral, a circulação induzida pela descarga de água doce (circulação gravitacional) é de uma a duas ordens de grandeza inferior à induzida pela velocidade residual (maré). A circulação residual em duas camadas (superfície e fundo) é mais desenvolvida nos canais profundos. As regiões rasas constituem canais preferenciais de vazante.

Os processos advectivos são dominantes em condições de intensa estratificação vertical e de velocidades de correntes relativamente baixas. Já os processos de dispersão são dominantes em condições de correntes intensas e de baixa estratificação, predominantes em marés de sizígia e em épocas de baixa precipitação (inverno) (Mantovanelli et al., 2004).

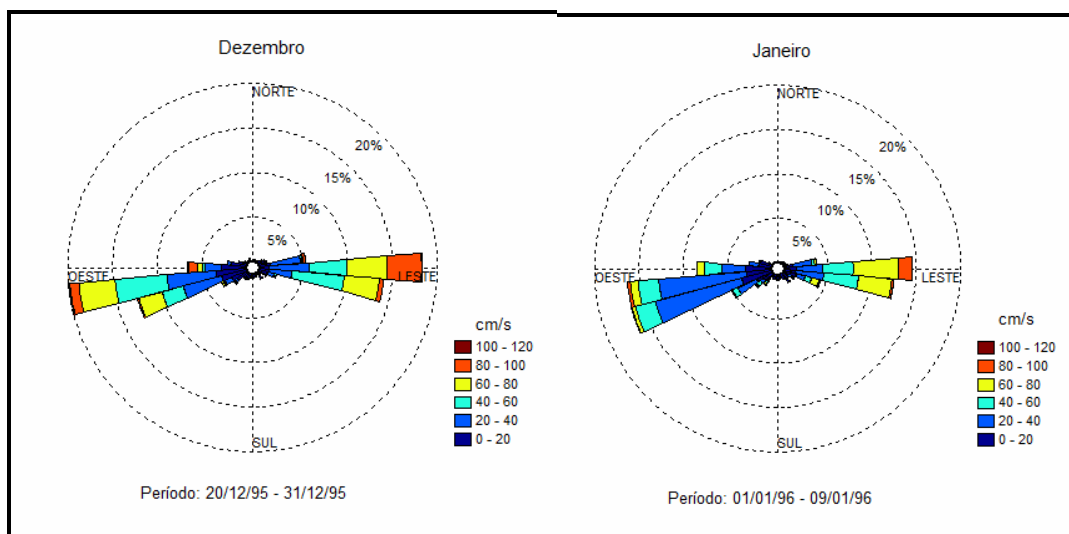
6.1.4.2.2 Campos de correntes e marés

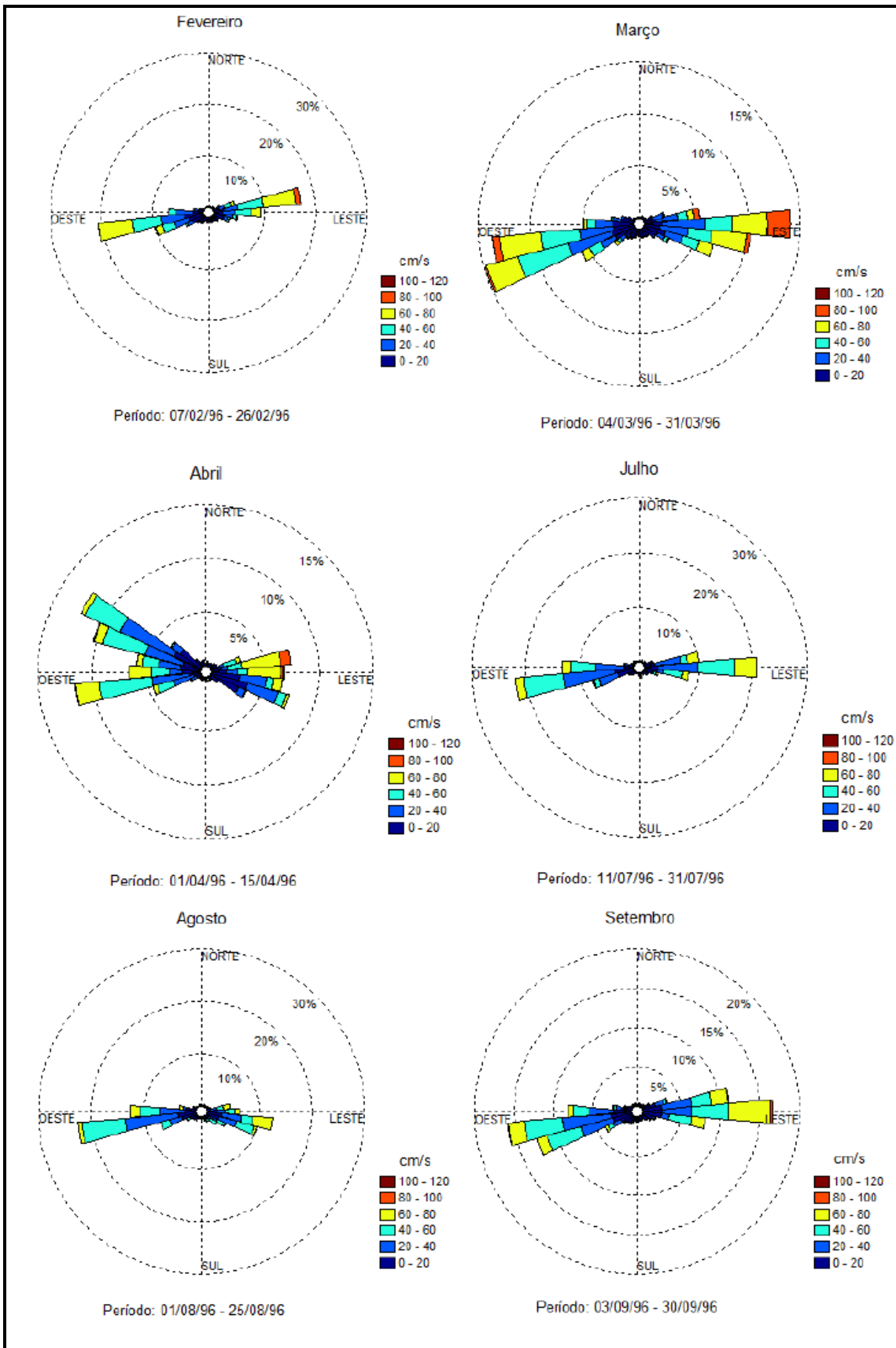
As componentes da maré astronômica mais importantes são a M_2 e S_2 (semidiurnas), representando cerca de 50% da altura da maré. As componentes ter-diurna (M_3), quarto diurna (M_4) e as compostas, não lineares ou de pequeno fundo (MN_4 e MS_4), apresentam grande importância no comportamento da onda de maré, em termos de elevação e velocidades de correntes (Marone et al, 1995b, Camargo, 1998; Marone & Jamiyanaa, 1997).

As marés apresentam variação máxima de até 2 m nas sizíguas e de 1 m nas quadraturas, aproximadamente. A maré se comporta no local como uma onda progressiva, o que implica que, ao redor do tempo de ocorrência das preamares e baixamares, acontecem os estofos das marés, quando as correntes são quase nulas, com duração aproximada de pouco mais de uma hora. Se bem que a maré apresenta características semi-diurnas na maior parte do tempo. Isto é verdadeiro principalmente em períodos de sizígia ou maré de lua, já que nos períodos de quadratura (marés de quarto), as interações não lineares das correntes com o fundo provocam o aparecimento de quatro a mais preamares e baixamares por dia.

As correntes de maré são fortes, atingindo velocidades máximas de enchente e vazante superiores a 80 cm/s e 110 cm/s respectivamente, o que caracteriza um estuário do tipo positivo (Marone et al., 1995). Isto é devido à influência do atrito lateral e de fundo, o qual é gradativamente maior em direção à cabeceira e gradativamente menor em direção à desembocadura (Camargo, 1998) assim como ao aporte de água doce e à circulação residual (Marone et al, 1995). A assimetria na velocidade das correntes de maré, presente no CEP, primariamente condiciona o transporte líquido do material em suspensão em uma determinada direção do corpo estuarino (importação ou exportação). Efeitos episódicos de alta energia (e.g. tempestades) apresentam particular importância, podendo movimentar, em um curto período de tempo, uma carga de MPS superior à verificada durante longos períodos em condições normais. As correntes residuais de maré (modo barotrópico) podem ser significativamente modificadas pelo vento, tanto na região costeira como no interior da baía (Camargo, 1998).

Em fundeio realizado na frente do Porto de Paranaguá, com duração de um ano e amostragem horária das direções e intensidades das correntes de superfície (figura 84), é possível observar a simetria nas direções das correntes de enchente e vazante, bem como sua variabilidade ao longo dos meses. Na análise destes diagramas polares mensais é importante salientar que o período de observação de cada mês disponível é variável, e está informado no respectivo diagrama.





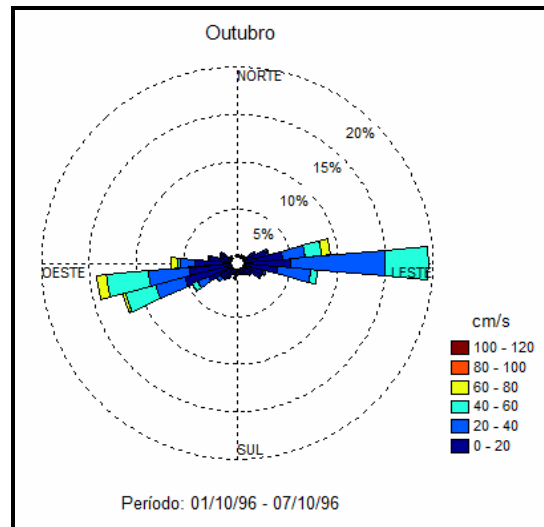


Figura 84 – Distribuição das direções e intensidades de correntes de superfície no canal de navegação em frente ao Porto de Paranaguá de dezembro/95 a outubro/96.

Nesta seção do canal, também estudada por Mantovanelli (1999), na frente do TCP, há predomínio da difusão turbulenta nas sizígias de inverno, sob condições de reduzido aporte de água doce e elevadas velocidades de correntes, com correntes residuais estuário acima. O grau de turbulência ao longo da coluna d'água controla a distribuição vertical de MPS. Na quadratura há um predomínio da advecção sobre a ressuspensão.

A penetração da onda de maré de sizígia no interior CEP produz normalmente uma frente estuarina, importante processo de mistura e transporte. Este fenômeno conspícuo é capaz de trapear material em suspensão e flutuante na zona de convergência da frente, sendo de enorme importância como retentor de poluentes. Mais importante ainda é mencionar que a zona de frente estuarina no eixo L-O ocorre a montante do Porto de Paranaguá, atingindo a região até quase a desembocadura do rio Nhundiaquara.

Na área do Porto de Paranaguá, existem dados de dinâmica das correntes e das marés suficientes para fundamentar a análise sobre as conseqüências da remodelagem do cais e da ampliação do TCP. No que se refere à remodelagem do terminal, pode-se afirmar que ocorrerão mudanças no campo de correntes da região,

as que só podem ser estimadas com o uso de modelos numéricos apropriados e acompanhadas com um monitoramento adequado após as obras.

Os ciclos de erosão, ressuspensão e deposição de sedimentos são controlados principalmente pela dinâmica do material particulado em suspensão na água. Os ciclos de maré de sizígia, sujeitos a correntes intensas, são importantes nos processos de ressuspensão e remobilização dos sedimentos de fundo. Nos ciclos de quadratura os processos de advecção são dominantes, e a ressuspensão é baixa. Contudo, a relação entre as concentrações médias de material particulado em suspensão e a velocidades médias das correntes não é linear (Mantovanelli et al., 2004).

A assimetria da maré faz com haja diferenças nas velocidades de correntes máximas de enchente e vazante. As velocidades de correntes máximas, observadas na superfície, em frente ao Porto de Paranaguá são de 85 cm/s durante a enchente e 110 cm/s na vazante.

A decomposição dos vetores de corrente em componente longitudinal ao canal (u) e transversal (v) mostra que a componente da corrente transversal ao canal (S - N) é em direção à margem Norte durante a enchente, e em direção à margem Sul durante a vazante (MANTOVANELLI, 1999). Esta situação faz com os sólidos em suspensão, como o sedimento ressuspendido durante obras e dragagens, sejam transportados no sentido do canal de navegação durante as correntes de enchentes, e, durante a vazante sejam transportado em direção à margem sul da baía de Paranaguá. Este fato faz com os sólidos em suspensão sejam transportados em direção ao rio Itiberê durante as vazantes.

Há uma variação em relação à intensidade das correntes de fundo e superfície (figura 85 e figura 86). Na componente longitudinal ao canal (u), as correntes de superfície são mais intensas que as de fundo. Entretanto, na componente transversal ao canal (v) as correntes de fundo são mais intensas que as de superfície.

Em coletas realizadas com ADP em secções do canal principal mostradas na figura 87 é possível observar as heterogeneidades verticais e horizontais do campo de corrente em três secções dentro da AID.

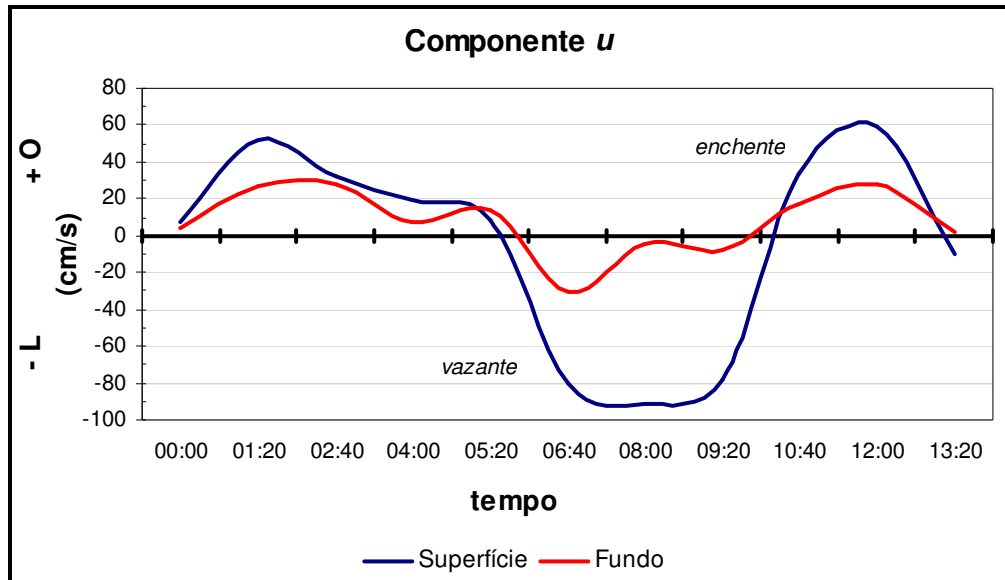


Figura 85 – Componente da corrente longitudinal (u) ao canal em frente ao Porto de Paranaguá durante um ciclo completo de maré de sizígia.

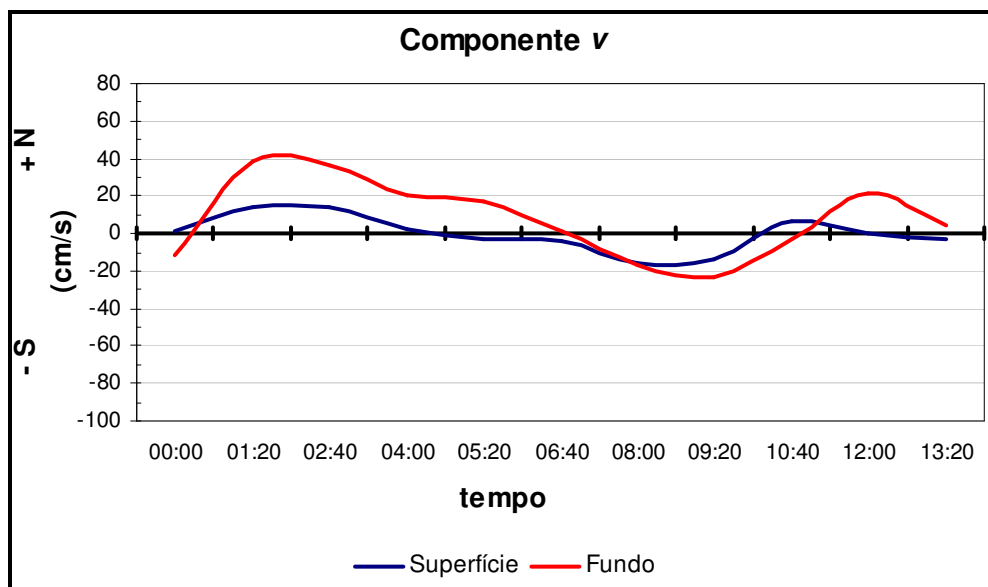
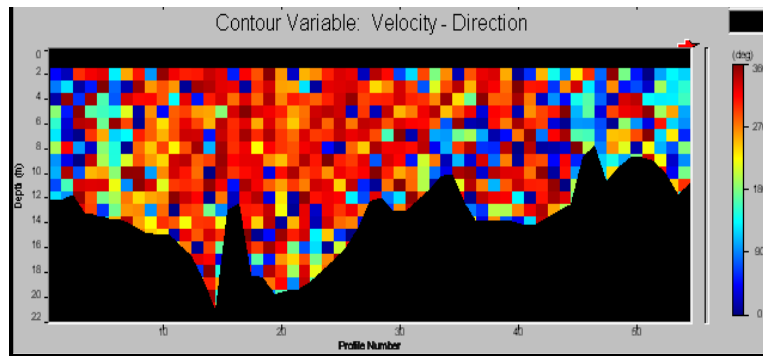
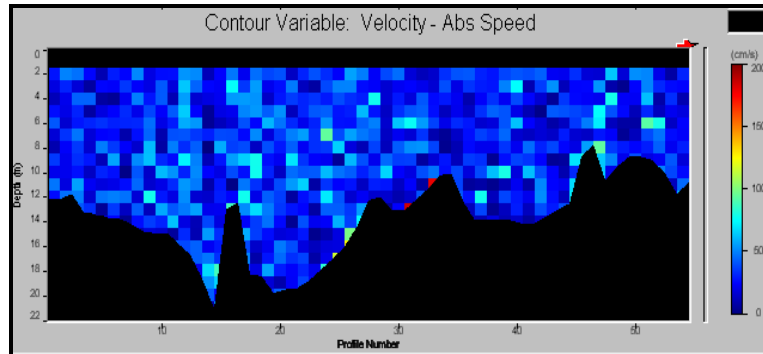
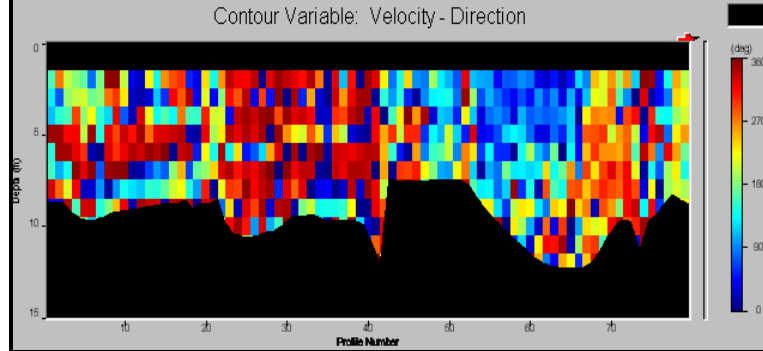
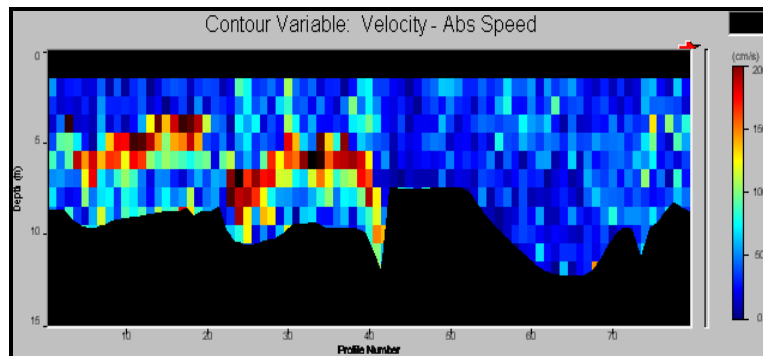


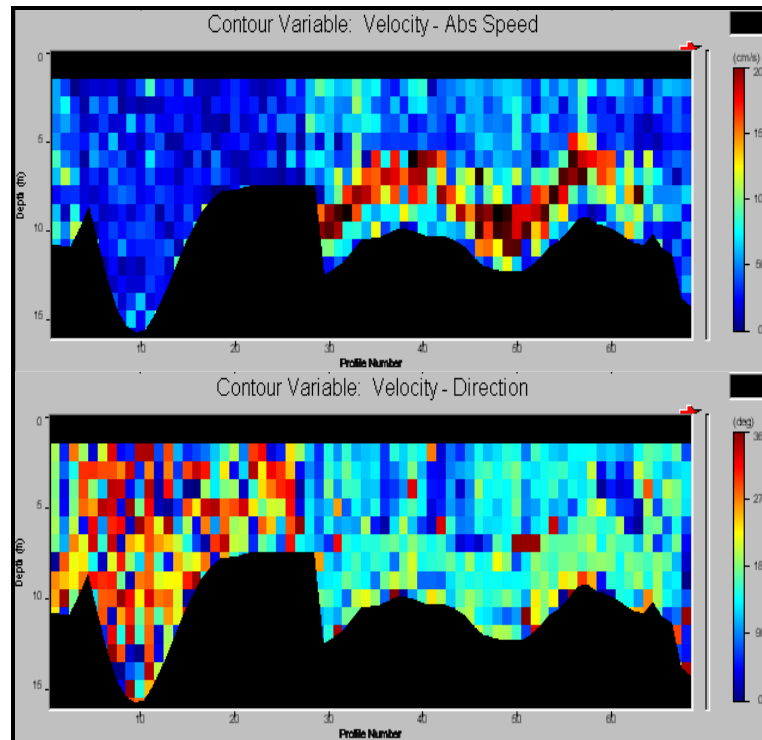
Figura 86 – Componente da corrente transversal (v) ao canal em frente ao Porto de Paranaguá durante um ciclo completo de maré de sizígia.



PORTO DE PARANAGUÁ



PÍER DO ROCIO



FOSPAR

Figura 87 – Registros de velocidade (direita) e direção (esquerda) de observações de correntes com ADP Sontek na área do Porto de Paranaguá na frente do píer da Fospar, do píer do Rocio e do TCP.

6.1.4.2.3 Influência do vento

As correntes residuais de maré (modo barotrópico) podem ser significativamente modificadas pelo vento, tanto na região costeira como no interior da baía (Camargo, 1998). Como em toda a região, as marés meteorológicas são significativas e podem atingir valores superiores a 80 cm acima da maré astronômica.

Não existem registros quantitativos da agitação marítima na AID, mas observações visuais mostram que a área pode apresentar um complexo padrão de agitação marítima em pelo menos três situações particulares: apesar de pouco freqüente, algumas ondas de longo período, vindas do oceano, podem se refratar seguindo a linha da costa de Pontal do Sul à Ponta do Poço girando em direção à AID; em outros casos, os ventos com forte componente na direção a mar aberto, orientados paralelos ao canal L-O, possuem uma pista suficientemente longa (>30 km) para

promover ondas de curto período e alturas de várias dezenas de centímetros, o mesmo acontecendo com ventos soprando de Norte a Sul, com a pista de vento da baía das Laranjeiras.

6.1.4.3 Área Diretamente Afetada (ADA)

6.1.4.3.1 Campo de Massa e aporte de água doce

Nesta escala espacial, apenas o escoamento superficial da água de chuva contribui como aporte de água doce na ADA e o campo de massa e sua dinâmica dependem das escalas espaciais maiores relatadas na AID e AII.

Por outro lado, a descarga de água doce do rio Iteberê deve ser considerada como o maior modificador do campo de massa após a circulação de maré.

6.1.4.3.2 Campo de correntes e marés

Estudos prévios indicam que as correntes são ligeiramente maiores que 1 m/s na vazante, tendo valores ligeiramente abaixo de 1 m/s na enchente, nas condições de sizígia ou maré de lua. Estes valores máximos diminuem entre 30 e 40% durante os períodos de lua de quarto ou maré de quadratura. Ao acompanharem as marés, verifica-se nas correntes similar comportamento nas sizígias (duas enchentes e duas vazantes por dia) e nas quadraturas (mais de quatro ciclos de enchente e vazante por dia).

Em fundeio realizado por mais de um ano na região, o estudo do diagrama de vetores progressivos indica que a tendência do transporte no local é na direção da foz do rio Iteberê (figura 88). Neste diagrama, representa-se a trajetória que uma partícula percorreria ao longo do tempo caso o campo de correntes fosse homogêneo. Este fato é de relevância para os trabalhos na medida em que o material em suspensão produto das explosões tenderá a migrar na direção das correntes e, nos períodos favoráveis, se dirigir ao rio Itiberê, onde seria depositado.

De toda forma, com o adequado planejamento das explosões de maneira a aproveitar as correntes de vazante para eliminar os sedimentos em direção a jusante, e considerando que a turbidez e a quantidade de sedimentos que devem ser re-suspendidos, a princípio baixa, não se esperam impactos mensuráveis que perdurem mais do que alguns minutos ou, no máximo, poucas horas após as explosões.

Finalmente, deve ser destacado que o padrão das correntes na área é muito complexo e, na seção transversal ao canal tem sido verificadas, como feições permanentes e semi-permanentes, preponderância de alguns setores do canal a se comportarem como canais de enchente ou vazante preferencialmente. Este é um fato comum em estuários ou baías onde o comprimento da área desde a desembocadura até seu fundo é grande o bastante para que a defasagem da maré seja significativa. Assim, quando a maré começa a encher na boca, ainda está vazando no interior. O que gera a necessidade da natureza estabelecer dois caminhos para as correntes de enchente e vazante que podem acontecer simultaneamente no tempo num dado local.

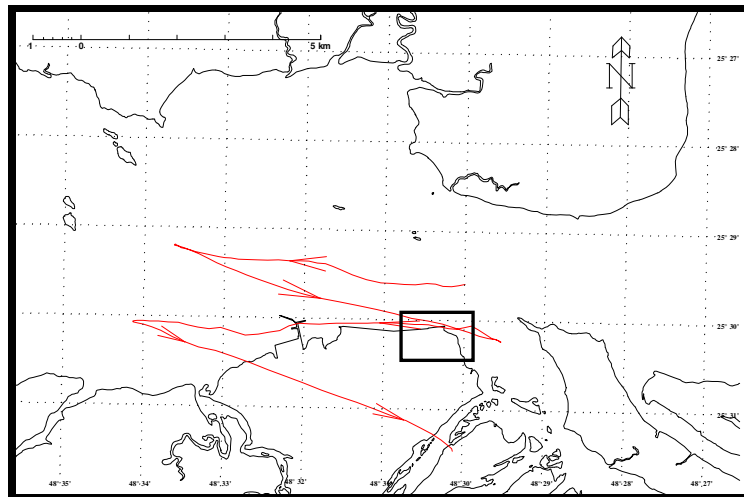


Figura 88 - Diagrama de vetores progressivos na região da Pedra da Palangana e do Porto de Paranaguá (24 horas, sizígia – área aproximada do empreendimento indicada pelo quadro).

6.1.4.3.3 Influência do vento

Não existem registros quantitativos da agitação marítima na ADA, mas observações visuais mostram que a área pode apresentar um padrão de agitação marítima de baixa energia em situações particulares quando os ventos orientados paralelos ao canal L-O possuem uma pista suficientemente longa (>30 km) para promover ondas de curto período e alturas de várias dezenas de centímetros.

As características meteorológicas locais são fundamentalmente irrelevantes no que concerne à obra na ADA, exceção feita aos imprevisíveis ventos de origem orográfica, de curta duração e em rajadas, que podem superar os 100 km/h e que correspondem à descida precipitada e brusca de massas de ar frio do planalto e da Serra do Mar até o litoral. Estes ventos podem criar problemas durante a execução das obras.

6.1.5 Recursos hídricos e qualidade da água

A compreensão dos mecanismos de circulação e transporte do material particulado condicionados pela hidrodinâmica do sistema estuarino e suas conseqüentes alterações na morfologia do mesmo, apresenta grande importância na manutenção da quantidade e qualidade de água, dos processos ecológicos atuantes e no planejamento das atividades portuárias. Neste último caso, tem destacada relevância os altos custos de dragagem dos canais de navegação e deposição nas áreas de despejo, sem mencionar, os impactos gerados por estas atividades (MANTOVANELLI, 1999).

O aporte e sazonalidade de água doce e de sólidos em suspensão ou arraste vindos do continente é um dos fatores que condicionam os processos hidrodinâmicos e de transporte de sedimentos dentro do sistema estuarino. Por isso, faz-se importante estabelecer quantitativa e qualitativamente o comportamento de toda a rede de drenagem que escoar para o estuário, pois assim, além de compreender as bacias hidrográficas, fornece-se parte dos dados necessários para o estudo dos mecanismos do próprio estuário.

A análise do processo sedimentológico na área em questão se reveste ainda mais de importância por se tratar de um espaço geográfico de fundo de baía, onde diversos rios carregam sedimentos para um mesmo local. Além disto, estes sedimentos vêm de uma região com altos relevos e fortes precipitações, oriundos de rochas não consolidadas, como os aluviões e solos propensos à erosão (BOLDRINI, 2005). O referido processo natural de produção de sedimentos é intensificado pelo desmatamento na Serra do Mar, das matas ciliares e em solos propensos à erosão.

Além dos fatores citados acima, diversos estudos mencionam que o incremento de vazão no rio Cachoeira, ocasionado pela transposição do rio Capivari, intensifica o aporte de sedimentos que adentram à Baía de Antonina (NOERNBERG, 2001; ODRESKY, 2002; BRANCO, 2004; LESSA *et al.*, 1998; MANTOVANELLI, 1999; GONÇALVES *et al.*, 2005; CURCIO *et al.*, 1998). A maioria destes estudos atestam que estas alterações podem ser explicadas pela existência de uma relação direta

entre a vazão e a capacidade de carga de transporte de um rio (SANTOS *et al.*, 2001).

6.1.5.1.1 Delimitação da área de estudo

A unidade de estudo que interessa na análise da hidrologia superficial é a bacia hidrográfica. No caso do empreendimento em questão, importa analisar não somente a bacia hidrográfica na qual estará inserido, mas também as bacias hidrográficas que colaboram com a hidrodinâmica e com o transporte de sedimentos dentro da área do estuário que possui alguma influência ou pode ser influenciado pela área do empreendimento.

A bacia hidrográfica do litoral paranaense ocupa uma área de quase 6000 km², correspondendo a quase 3% da área total do Estado (MAAK, 1981). A bacia litorânea do Paraná abrange os municípios de Guaraqueçaba, Antonina, Morretes, Paranaguá, Pontal do Paraná, Matinhos e Guaratuba. Esta bacia representa um grau de importância considerável no que se refere a reservas de água, assim como, representa considerável energia erosiva potencial.

O Complexo Estuarino de Paranaguá corresponde a cerca de 70% da área da bacia hidrográfica litorânea do Estado do Paraná.

As bacias hidrográficas que drenam para as Baías de Antonina e Paranaguá são os locais do Complexo Estuarino de Paranaguá cuja dinâmica das águas e do material sólido em suspensão pode ter alguma relação com o local do empreendimento. Assim, foram estas bacias as unidades físicas consideradas como áreas de influência indireta.

De forma geral, pode-se considerar as Baías de Paranaguá e Antonina como compostas de quatro bacias hidrográficas: Laranjeiras, Antonina, Nhundiaquara e Paranaguá. Para fins de aplicação no presente estudo, estas bacias foram subdivididas por rios principais que deságuam diretamente no corpo do estuário e por

áreas incrementais (AI) continentais adjacentes ao contorno do corpo hídrico do estuário e que são constituídas por pequenos cursos d'água (figura 89).

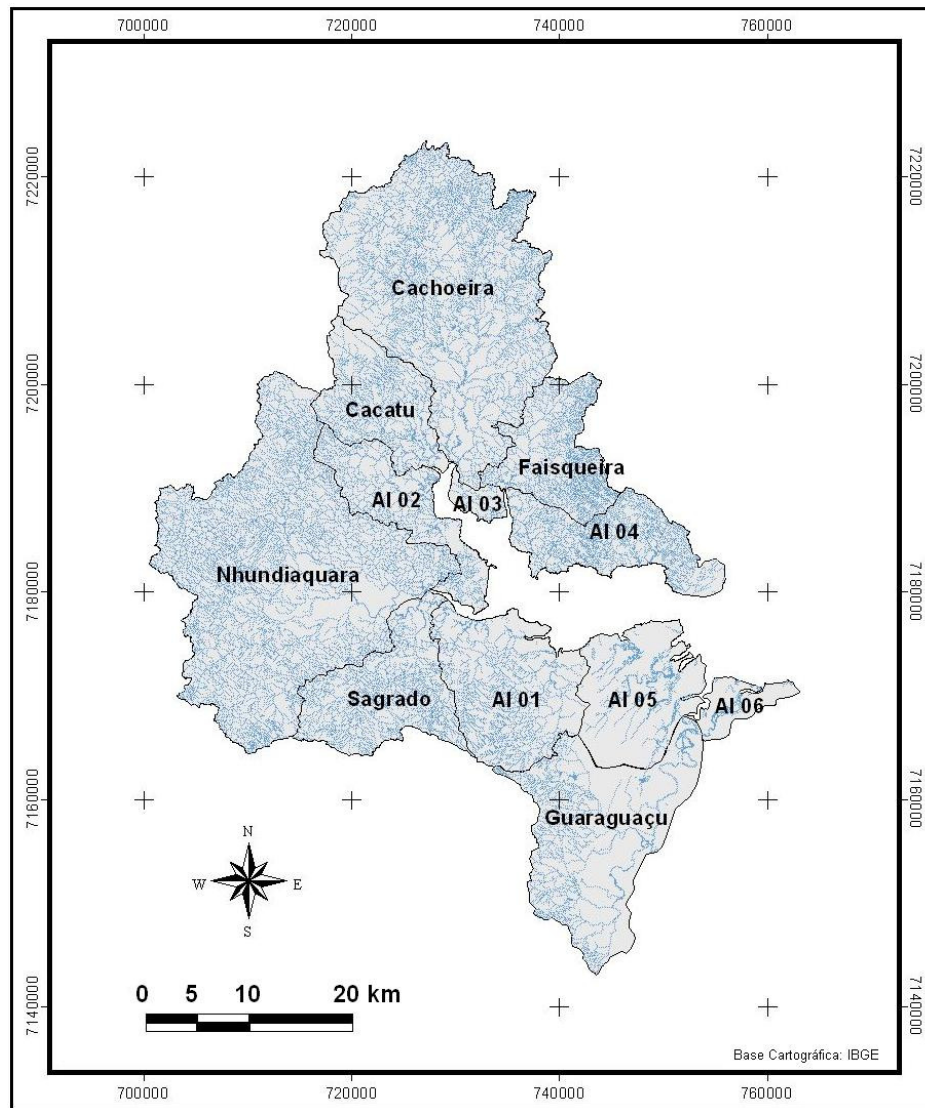


Figura 89 – Bacias hidrográficas analisadas

As bacias hidrográficas analisadas somam uma área de drenagem de 2080 km², que corresponde a cerca de 37% da área da bacia litorânea do Paraná, e 54% do Complexo Estuarino de Paranaguá. As sub-bacias dos rios principais são: Guaraguaçu, Sagrado, Nhundiaquara, Cacatu, Cachoeira e Faisqueira.

No caso da análise da hidrologia superficial, a área tida como de influência direta do empreendimento, é a bacia incremental denominada AI05 (figura 89). Considerou-se esta bacia como área de influência direta, pois parte desta drena diretamente para o local do empreendimento. Além disto, esta área incremental está quase totalmente inserida no círculo de 10 quilômetros de raio, tomado como área de influência direta em outros temas do estudo.

Neste trabalho, cada uma destas bacias e áreas incrementais foi tratada separadamente, sendo calculados para cada uma delas, parâmetros fisiográficos relacionados ao regime fluvial e estatísticas hidrológicas. Em uma análise qualitativa, foi realizado um resumo de um estudo que apresentou diversas estimativas do aporte de água e material particulado em suspensão, baseadas em diversas campanhas de medição e que abrangeu 80% da área estudada. O balanço hídrico foi determinado considerando toda a área analisada como uma unidade física (influência direta e indireta).

6.1.5.1.2 Ciclo hidrossedimentológico

O transporte de sedimentos é um processo natural que envolve remoção, transporte e deposição de material, contribuindo nas modificações geomorfológicas (SANTOS *et al.*, 2001). Pode-se dizer que este processo é de alta complexidade e depende de processos erosivos que ocorrem nas vertentes da bacia e no leito e margens dos rios, e que fornecem material que, por sua vez, depende da energia do fluxo para ser transportado. A combinação dessas variáveis, fornecimento de material e energia do fluxo, resulta em um fenômeno com grande variação no tempo e no espaço.

O ciclo hidrossedimentológico coexiste ao ciclo hidrológico, porém, ao contrário deste último, é um ciclo aberto, intimamente vinculado e totalmente dependente do hidrológico. A água interceptada pela bacia hidrográfica, em seu movimento rumo à exutória, flui sobre e dentro dos solos que revestem as vertentes e as calhas da rede de drenagem. Os obstáculos que o fluxo encontra determinam os caminhos que a

água vai seguir e a velocidade com que se deslocará. Ao longo deste trajeto boa parte da energia do fluxo é dissipada, ao mesmo tempo que partículas sólidas vão sendo removidas e transportadas vertente ou rio abaixo (BORDAS e SEMMELMANN, 1993).

A formação do material intemperizado na bacia hidrográfica e seu transporte até os rios é consequência da interação dos fatores hidrológicos, sendo os mais importantes a quantidade e a distribuição da precipitação, a estrutura geológica e pedológica, as condições topográficas, a cobertura vegetal e o uso e o manejo do solo (SHEN & JULIEN, 1992). Em função das características do relevo e da cobertura vegetal, parte do sedimento proveniente dos processos erosivos é depositada na própria vertente, portanto, não chega a atingir a rede de drenagem perene, e parte é transportada e depositada nos rios, lagos e estuários.

Com relação ao transporte de sedimentos pelos rios, considera-se que uma parcela da carga detrítica dos cursos de água é proveniente da ação erosiva que o movimento da água exerce sobre as margens e o fundo do leito (*bed load*). Entretanto, a maior parte é fornecida pela remoção superficial das vertentes (*wash load*), ou seja, é proveniente dos processos erosivos que ocorrem na bacia. Assim, reconhece-se que o transporte de sedimentos é governado pelos fatores hidrológicos que controlam as características e o regime do escoamento superficial e pelas características das partículas que compõem a carga de sedimentos.

Os deslocamentos dos sedimentos carregados pelo escoamento superficial e outros processos acabam provocando o remanejamento e a redistribuição pela bacia de ponderáveis massas de partículas sólidas, a ponto de poderem alterar o ciclo hidrológico e afetar o uso, a conservação e a gestão dos recursos hídricos. Estes deslocamentos de sedimentos podem causar alguns prejuízos, tais como:

- remoção intensa de solos, fertilizantes e pesticidas das vertentes, por causa de práticas agrícolas inadequadas de utilização das terras;
- perdas de produção agrícola decorrentes do recobrimento de áreas agricultadas por sedimentos estéreis e do encharcamento das mesmas, resultante da obstrução de drenos naturais;

- assoreamento de reservatórios;
- deterioração de sistemas de irrigação e de drenagem;
- assoreamento ou erosão nas vias navegáveis e portos.

Nota-se a complexidade e importância da compreensão dos processos de produção, transporte e deposição de sedimentos em bacias hidrográficas. Ultimamente, a gestão integrada dos recursos hídricos, os riscos de degradação dos solos, dos leitos dos rios e dos ecossistemas fluviais e estuarinos, ou da contaminação dos sedimentos por produtos químicos, têm levado pesquisadores e a própria sociedade a dar maior importância aos problemas decorrentes das alterações do ciclo hidrossedimentológico natural. Os processos de produção e transporte de sedimentos na bacia vêm sendo estudados há algum tempo e muito se evoluiu no conhecimento dos processos e formas de erosão e os mecanismos envolvidos no transporte de sedimentos pelos rios.

6.1.5.1.3 Caracterização da área de estudo

Características gerais

As Baías de Antonina e Paranaguá localizam-se na planície costeira do Estado do Paraná, sendo delimitadas pelas planícies marginais, cujas altitudes variam de 0 a 100 m. Estas planícies por sua vez, são circundadas por morros cristalinos (100 a 500 m). A Serra do Mar, cujas altitudes ultrapassam os 1000 m delimitam a bacia de drenagem da baía e separam a região litorânea do Primeiro Planalto Paranaense (ANGULO, 1992).

Nas Baías de Antonina e Paranaguá a circulação é basicamente regida pelas correntes de maré, sendo que, a sazonalidade do aporte de água doce possui relevada importância (KNOPPERS *et al.*, 1987, *apud* MANTOVANELLI, 1999). Em estuários parcialmente misturados, caso das Baías de Antonina e Paranaguá, os sólidos em suspensão derivados dos rios são transportados em direção ao mar através da camada superficial, enquanto que os sedimentos marinhos mais os sedimentos fluviais que sofreram deposição para a camada inferior, são carreados

junto ao fundo em direção à terra (Open University Course Team, 1998, *apud* MANTOVANELLI, 1999). Com isso, apesar do grande aporte de água doce, grande parte dos sedimentos encontrados nos estuários é originada no mar (DYER, 1995, *apud* MANTOVANELLI, 1999).

Na cabeceira do estuário e trecho adentro dos canais que afluem à baía, as águas sofrem influência de marés. Conforme ANGULO & SOUZA (1998), a costa paranaense apresenta regime semidiurno de micromarés (< 2 m). As amplitudes médias para a quadratura e sizígia correspondem, respectivamente a 2,0 e 2,7 m, na cabeceira do estuário. As marés de sizígia ocorrem nos períodos de lua nova e crescente, correspondendo a amplitudes maiores de maré, verificando-se o inverso nos ciclos de quadratura, cujas ocorrências estão ligadas aos períodos de lua crescente e minguante.

A alta instabilidade natural verificada na região de serras e morros resulta, para a maioria das bacias estudadas, em um alto potencial erosivo, inclusive com deslizamento de terra. Os movimentos de massa encontram-se ligados às condições climáticas úmidas, ao intemperismo químico profundo, e à inclinação e altura das vertentes. Apresentam-se com frequência em áreas montanhosas acidentadas, e ocorrem com maior frequência em terrenos antropicamente degradados (BIGARELLA *et al.*, 1978). A vegetação natural das encostas de serra é o principal elemento estabilizador da paisagem. A retirada desta vegetação provoca a ação intensa de escoamento superficial laminar e concentrado, e dada a alta pluviosidade da região (média anual maior que 3000 mm), condiciona estes locais a preferenciais para movimentos de massa (OKA-FIORI & CANALI, 1998).

A erosividade pela chuva R é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva esperada em dado local de causar erosão em uma área sem proteção. Em CARVALHO (1994) é proposta uma hierarquização desses índices transcrita na seguinte tabela.

Tabela 45 - Classes de erosividade pela chuva

Classes de Erosividade	R (t.m.mm/ha.h.ano)
1 – Muito baixa	$R < 250$
2 – Baixa	$250 < R < 500$
3 – Média	$500 < R < 750$
4 – Alta	$750 < R < 1000$
5 – Muito Alta	$R > 1000$

Fonte: CARVALHO (1994).

Em Santos & Gomes (1998) é apresentada uma caracterização do potencial de erosividade das chuvas na porção oriental do Estado do Paraná. A figura 90 apresenta o mapa de isoerosividade pela chuva da porção oriental do Estado do Paraná e foi reproduzida de Santos (1997).

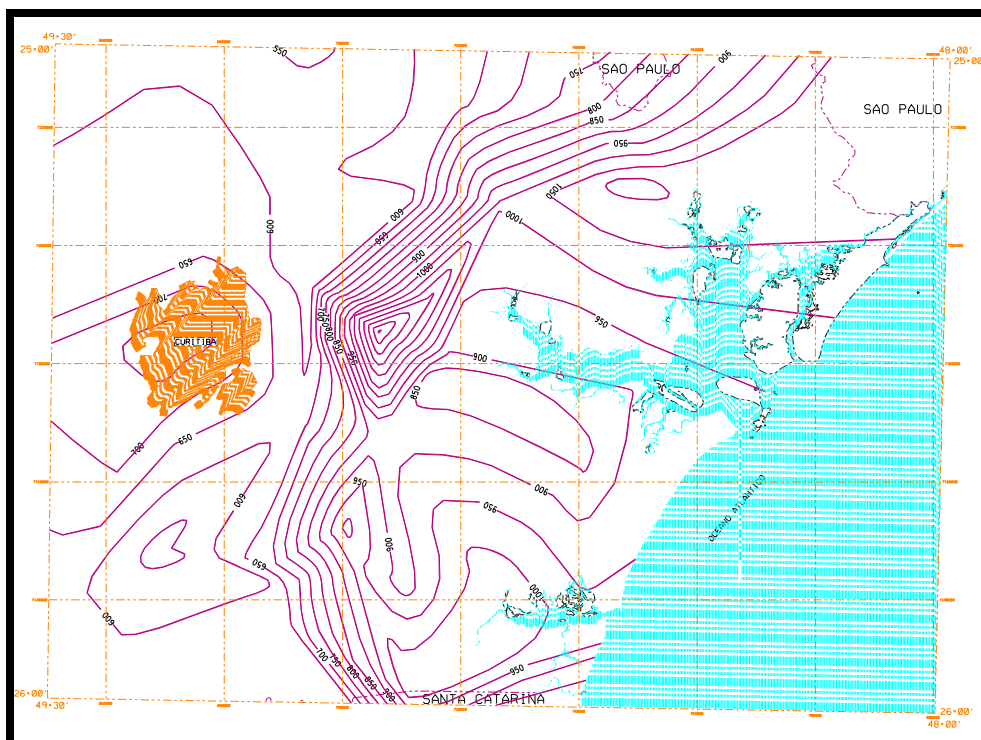


Figura 90 – Mapa de isoerosividade pela chuva.

Fonte: SANTOS (1997).

Um importante empreendimento instalado na área de interesse é a Usina Governador Parigot de Souza – GPS, da Companhia Paranaense de Energia – COPEL. Essa usina possui 247 MW de potência nominal instalada e seu município sede é Antonina. O reservatório desta usina barra o rio Capivari em ponto que drena 945 km², e pertence à bacia hidrográfica do Ribeira, localizando-se à sudeste desta bacia, quase nos limites da bacia litorânea do Estado do Paraná. As águas da represa do Capivari são transpostas para a bacia do rio Cachoeira, na bacia litorânea (COPEL, 1996). O aqueduto subterrâneo que leva a água do reservatório para a usina percorre parte da Área Especial de Interesse Turístico Marumbi (SUDERHSA, 1998). A localização da usina e reservatório pode ser identificada na figura 91.

As águas da barragem do rio Capivari são conduzidas à usina através de um sistema de derivação, com 14 km de túnel de adução e 1084 m de conduto forçado subterrâneo. GPS é a maior usina subterrânea do Brasil e apresenta parte do canal de restituição (2200 m) também subterrâneo, correndo nos últimos 500 m a céu aberto, até descarregar no rio Cachoeira.

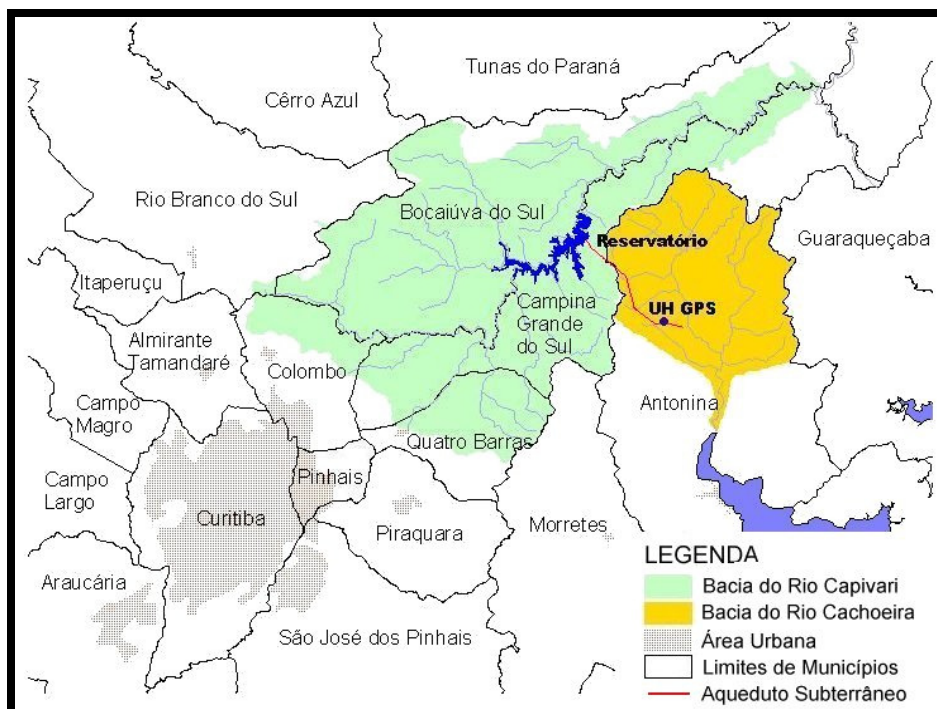


Figura 91 – Localização de GPS na bacia litorânea e do reservatório no rio Capivari

O enchimento do reservatório iniciou-se em julho de 1970, ano em que a usina de Capivari entrou em operação com a primeira turbina (COPEL, 1996).

Potamografia

A Serra do Mar é um ambiente de grande pluviosidade, possuindo um dos maiores índices pluviométricos do Sul do Brasil. A Serra do Mar, em sua vertente leste, constitui-se palco da maioria das nascentes dos rios que drenam a bacia litorânea, cujas águas são drenadas para as Baías Antonina, Laranjeiras, Pinheiro, Paranaguá e Guaratuba (CARNEIRO, 2007).

O sistema hidrográfico do litoral paranaense é geologicamente recente, uma vez que seus rios são constantemente rejuvenescidos pelos levantamentos epigenéticos. Isto pode explicar as inúmeras corredeiras e saltos. Do ponto de vista geológico e geomorfológico, a região apresenta movimentos de massa que constituem sérios problemas em áreas que foram degradadas pelas atividades antrópicas. O desmatamento acelerado, associado aos altos índices pluviométricos, favorece deslizamentos que provocam o assoreamento dos rios e da baía.

A maioria dos principais rios que compõem as bacias litorâneas possui um curso superior localizado na área serrana, com fortes declives, vales fortemente encaixados e um padrão de canal retilíneo. O curso inferior, localizado nas planícies, possui geralmente um amplo vale de fundo plano e um padrão de canal meandrante influenciado pelas marés.

As Baías de Paranaguá e Antonina são compostas de quatro bacias hidrográficas, cuja delimitação foi fornecida por MAACK (BIGARELLA, 1978). Estas bacias são a das Laranjeiras, mais ao norte; a de Antonina, que aflui à baía na sua região central; adjacente a de Antonina, encontra-se a bacia do rio Nhundiaquara e; por fim, mais ao sul, a de Paranaguá. Entre estas bacias, como já explicado anteriormente, a única que não será considerada é a das Laranjeiras.

Na bacia hidrográfica de Antonina destacam-se o rio Cachoeira, o principal desta bacia, além dos rios Faisqueira, Pequeno, Cacatu, Nunes, do Meio e das Pedras. O rio Nhundiaquara é formado principalmente pelo Mãe Cotia, São João e Ipiranga. Na bacia de Paranaguá, o principal rio é o Guaraguaçu.

Os afluentes da bacia de Antonina nascem nas Serras do Capivari, na Serrinha e na Serra dos Órgãos. Os afluentes do rio Guaraguaçu (bacia de Paranaguá) nascem na Serra da Prata ou na planície da Praia de Leste. A bacia do rio Nhundiaquara tem suas nascentes ocorrendo na Serra dos Órgãos, do Leão, da Igreja e Canavieiras.

Um dos principais rios de interesse neste estudo, por drenar parte da área diretamente afetada é o rio Guaraguaçu, que tem suas nascentes na Serra da Prata e sua foz no Canal da Cotinga, na Baía de Paranaguá. Grande parte do seu curso inferior é influenciado pelas marés. Os afluentes mais importantes deste rio encontram-se na sua margem esquerda, sendo os principais rios o Pequeno, o São Joãozinho, o Vermelho, o das Pombas, o da Colônia Pereira, o Branco, o Pai Antônio, o Cambará e o Jacareí. Pela margem direita destaca-se o rio Peri.

O rio Jacareí e o rio da Colônia Pereira têm nascentes na Serra da Prata, a mais de 800 m de altitude. Sendo assim, a bacia do Guaraguaçu, como a maioria dos outros rios da bacia litorânea, está nitidamente dividida em dois grandes compartimentos, que são as áreas dominadas pela Serra do Mar, de relevo bastante acidentado e as áreas arenosas da planície litorânea.

O rio Guaraguaçu não possui série de dados confiáveis de vazão, devido à influência de maré em quase toda a sua extensão. Há registros de vazão em um dos seus afluentes, o rio Cambará, a 10 m de altitude, por períodos muito curtos de tempo.

Pequenos rios que drenam a planície costeira são alimentados principalmente por águas do lençol freático, sendo muito difícil delimitar suas bacias hidrográficas. Ainda completam a hidrografia atual da região diversos canais artificiais no município Pontal do Paraná, escavados pelo Departamento Nacional de Obras de Saneamento

(DNOS) com fins de drenagem e navegação. Estes canais alteraram a configuração de diversos rios, notadamente o Perequê, o Peri e o Pai Antônio.

A cidade de Paranaguá está localizada entre dois rios, Emboguaçu, que desemboca a oeste do Porto de Paranaguá e Itiberê, a leste do Porto. No perímetro urbano de Paranaguá localizam-se vários cursos d'água que têm suas nascentes na Serra do Mar e correm na direção nordeste, desaguando diretamente na Baía de Paranaguá, destacando-se: o rio Embocuí, localizado na porção noroeste do perímetro urbano, entre a ilha do Curral e o continente, o rio Emboguaçu-Mirim e Emboguaçu (banha a cidade na sua porção oeste), o rio Itiberê (banha o sul e leste da cidade e separa a cidade da Ilha dos Valadares), e os rios mais distantes da cidade: rio dos Almeidas, Pequeno e Guaraguaçu (limite leste da área em estudo). Nas Ilhas da Cotinga e Rasa da Cotinga correm alguns pequenos rios. Na primeira, o mais expressivo é o rio Furado e na segunda, o rio do Cerco (CANEPARO, 1999).

Índices fisiográficos

Este item apresenta os índices relacionados à rede de drenagem ou indicativos de tendências às cheias. Os índices focados são: área da bacia, comprimento do rio principal, comprimento axial da bacia, perímetro da bacia, coeficiente de compacidade, fator de forma, densidade de drenagem, índice de sinuosidade, declividade média do rio, declividade inicial do rio e tempo de concentração.

O coeficiente de compacidade é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. Quanto mais irregular for a bacia, maior será seu coeficiente de compacidade, que pode assumir, no mínimo, o valor um. Quanto mais próximo da unidade for o coeficiente de compacidade, mais compacta é a bacia e maior será o indicativo de tendência para maiores enchentes. Isto se explica pelo fato de, com distâncias menores o tempo de trânsito dos escoamentos sofre redução. Além disto, as bacias mais compactas estão mais sujeitas à uma precipitação intensa sobre toda a sua superfície do que uma bacia irregular ou alongada.

O fator de forma é a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia, sendo o comprimento axial o percurso total do curso d'água mais longo medido em segmentos de linha reta (desprezando a sinuosidade), e a largura média a relação entre a área e o comprimento axial da bacia. O fator de forma além de indicar a forma aproximada da bacia, é um fator indicativo da tendência a enchentes. Um fator de forma baixo, que se afaste do valor máximo um, corresponde a uma bacia alongada e menos propícia à ocorrência de chuvas intensas em toda sua área, ou seja, com pequena propensão a enchentes.

A densidade de drenagem da bacia relaciona o comprimento total dos cursos d'água da bacia com sua área e fornece uma indicação da eficiência da drenagem, ou seja, da maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica. Para densidades superiores a 3,5, o deflúvio atinge rapidamente os cursos d'água e, conseqüentemente, indica picos altos nas enchentes e deflúvios baixos na estiagem. Já índices da ordem de 0,5 ou menos indicam drenagem pobre.

O índice de sinuosidade do curso d'água é a relação entre o comprimento do rio principal e o comprimento da bacia.

A declividade média do rio é dada pelo quociente entre a diferença de nível e o comprimento do rio, desprezando-se os 15% do seu comprimento inicial. O fato de se descartar no cálculo o trecho de cabeceiras ajuda na obtenção de uma declividade mais representativa do rio, pois esta é uma região pouco contribuinte na área de drenagem, porém com declividade muito elevada.

O tempo de concentração foi calculado conforme metodologia apresentada por Ven Te Chow (TUCCI, 1993). Este índice indica o tempo necessário para que toda a bacia contribua para o escoamento superficial na seção considerada, ou seja, o tempo em que a precipitação que ocorre no ponto mais distante leva para atingir a exutória.

Os índices fisiográficos foram calculados para cada uma das bacias apresentadas na figura 89. A tabela 46 apresenta os valores de área da bacia, comprimento do rio principal (L rio), comprimento axial da bacia (L bacia), perímetro da bacia, coeficiente

de compacidade (Kc), fator de forma (Kf), densidade de drenagem (Dd), índice de sinuosidade (Sin), declividade média do rio e tempo de concentração (Tc).

Para as áreas incrementais foi possível obter apenas a área, perímetro e a densidade de drenagem, cujos valores são apresentados na tabela 47, ressaltando que estes resultados não se referem à unidade de bacia hidrográfica. Os valores destacados em amarelo nesta tabela referem-se à área de influência direta.

Tabela 46 - Parâmetros fisiográficos das bacias dos principais rios

Parâmetro	Bacia Hidrográfica					
	Guaraguaçu	Sagrado	Nhundiaq.	Cacatu	Cachoeira	Faisqueira
Área (km ²)	232,20	137,70	519,29	107,08	429,17	103,59
L rio (km)	45,0	23,4	32,9	22,0	50,2	18,7
L bacia (km)	30,1	17,2	25,4	17,3	32,2	14,2
Perímetro (km)	87,70	71,80	140,22	55,67	126,62	61,54
Kc	1,62	1,73	1,74	1,52	1,72	1,71
Kf	0,26	0,47	0,80	0,36	0,41	0,51
Dd (km/km ²)	2,08	3,80	3,47	3,26	3,32	4,55
Sin	1,50	1,36	1,30	1,27	1,56	1,32
Declividade (m/km)	0,8	7,0	7,8	34,2	10,3	3,7
Tc (horas)	11,4	3,6	4,4	2,1	5,2	3,8

Tabela 47 - Principais parâmetros fisiográficos para as áreas incrementais

Parâmetro	Área incremental					
	AI01	AI02	AI03	AI04	AI05	AI06
Área (km ²)	165,32	95,80	15,57	116,00	128,50	29,60
Perímetro (km)	69,77	76,60	21,36	70,52	68,90	37,20
Dd (km/km ²)	2,73	3,11	2,55	4,30	0,91	0,77

Entre os parâmetros fisiográficos apresentados na tabela 46 e na tabela 47, chama a atenção a densidade de drenagem, que assume para a maioria das bacias valores altos, exceto para as bacia hidrográfica do rio Guaraguaçu e as áreas incrementais vizinhas a esta bacia (AI05 e AI06). Estes baixos valores podem ser explicados pelos altos índices de urbanização destas bacias, com canalização e tubulação de alguns córregos.

Os parâmetros Kf, Kc e Dd indicaram, para a maioria dos casos, pouca tendência a cheias duradouras. Os tempos de concentração das bacias são baixos indicando picos altos e ascensão e recessão dos hidrogramas ocorrendo em curtos intervalos de tempo, característicos de bacias ditas de resposta hidrológica rápida.

6.1.5.1.4 Disponibilidade de dados

A região de estudo conta com oito estações fluviosedimentométricas e uma fluviométrica em operação e sob responsabilidade da Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA (tabela 48 e figura 92).

Tabela 48 - Estações disponíveis na área de estudo

Nº	Código	Nome	Tipo	Rio	Latitude	Longitude	AD _{local} (km ²)	AD _{local} / AD _{total}	Início
1	82065000	Pinguela	Flu-Sed	Cachoeira	7.206.283	726.877	180	0,42	04/1992
2	82121002	Vila Nova	Flu-Sed	Cachoeira	7.197.614	730.628	371	0,86	07/2006
3	82121003	P. Velha BR101	Flu	Cachoeira	7.197.614	730.628	371	0,86	12/1989
4	82139500	Cacatu	Flu-Sed	Cacatu	7.197.394	726.301	30	0,28	07/2006
5	82140700	R. do Nunes	Flu-Sed	Nunes	7.195.085	724.205	29	0,91	07/2006
6	82170000	Morretes	Flu-Sed	Nhundiaq.	7.180.440	718.141	214	0,41	08/1938
7	82195002	Morretes	Flu-Sed	Marumbi	7.177.245	713.728	77	0,75	09/1975
8	82198000	Anhaia	Flu-Sed	Pinto	7.173.879	716.365	60	0,71	09/1975
9	82198300	Sagrado	Flu-Sed	Sagrado	7.174.894	726.049	85	0,62	07/2006

Obs: Flu-Sed – Estação fluviosedimentométrica; Flu – Estação fluviométrica; AD_{local}: área de drenagem no local da estação; AD_{total}: área de drenagem do rio na foz.

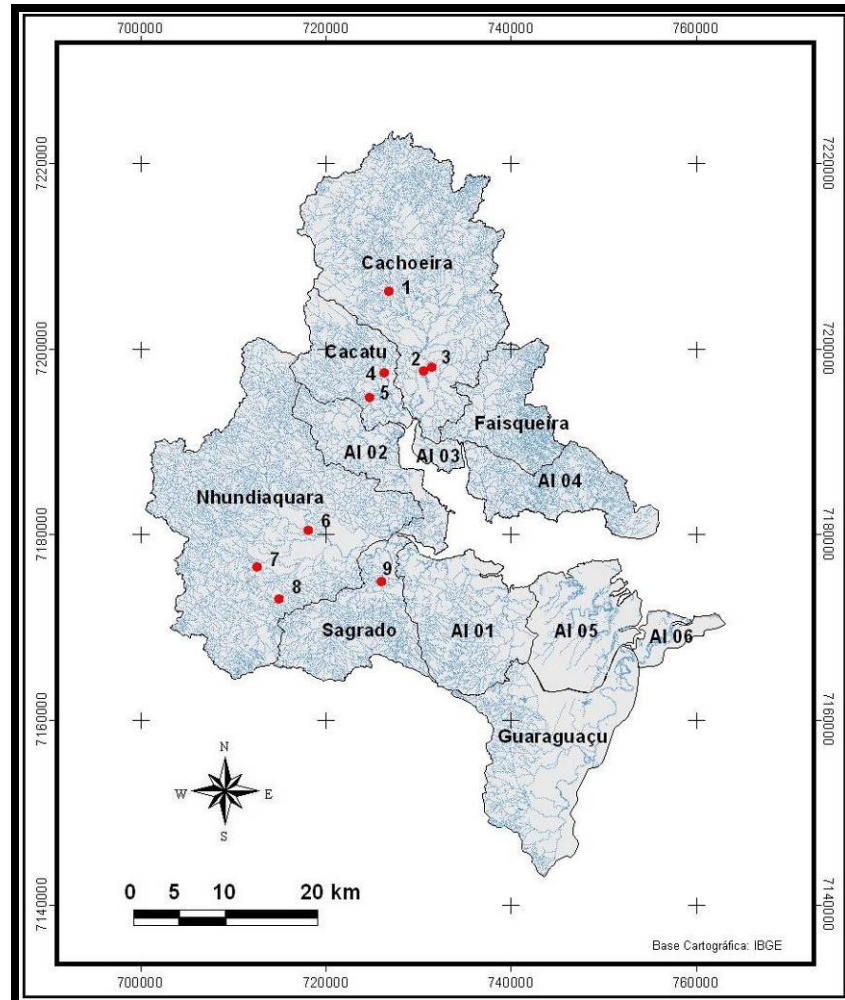


Figura 92 – Mapa de localização das estações fluviossedimentométricas

Os dados disponíveis para estas estações são cotas e vazões diárias, granulometria do material do leito e concentração de sólidos em suspensão (a granulometria e concentração são de amostras coletadas esporadicamente). A única exceção fica para a estação Ponte Velha BR101 que não possui dados de concentração de sedimentos e de granulometria do material do leito. Para as estações anteriores a 2006, exceto para Ponte Velha BR101, foram também realizadas algumas poucas coletas do material de arraste com processamento da granulometria e descarga sólida de arraste. Como será visto posteriormente a maioria destas medições forneceram vazão sólida de arraste nula.

Observa-se pela figura 92 que algumas regiões ficaram totalmente desprovidas de monitoramento, inclusive as bacias que drenam o município de Paranaguá. Diversas outras estações foram instaladas na bacia litorânea e abandonadas pouco depois, tendo sido operadas por curtíssimos espaços de tempo. Algumas importantes bacias não possuem nenhum tipo de observação, carecendo de informação básica para realizar qualquer tipo de análise consistente sobre o regime fluvial ou sedimentológico.

6.1.5.1.5 Estudos anteriores

Apesar da importância do aporte de água doce e de material particulado em suspensão sobre os mecanismos de circulação, estratificação e sedimentação dos sistemas estuarinos (DYER, 1986, *apud* MANTOVANELLI, 1999), existem poucos estudos que quantificaram esses aportes e sua influência na circulação do estuário de Paranaguá. Os estudos mais importantes que discursam sobre a drenagem da bacia litorânea são apresentados principalmente em forma de dissertações de mestrado e teses de doutorado, ou em forma de relatórios de órgãos do governo. Dentre esses estudos, pode-se citar como principais:

- Projeto Floresta Atlântica;
- Projeto CAD – Contaminantes, Assoreamento, Dragagem e Biota Aquática da Baía de Antonina;
- Caracterização da dinâmica hídrica e do material particulado em suspensão na Baía de Paranaguá e em sua bacia de drenagem.

Projeto Floresta Atlântica

O projeto Floresta Atlântica surgiu da crescente necessidade do Governo do Estado do Paraná de atuar na preservação e conservação das áreas de Floresta Atlântica, visto o crescente processo de devastação destas áreas, com destaque para os problemas de assoreamento. Uma das atividades deste projeto é o monitoramento

de estações fluviométricas e sedimentométricas da bacia litorânea do Estado do Paraná e os respectivos cálculos de descarga sólida total baseados em dados sedimentométricos, apresentados em NAGASHIMA *et al.* (1996) e OKAWA *et al.* (1997a), respectivamente.

Entre as estações monitoradas, quatro eram já existentes: Anhaia (rio do Pinto), Morretes (rio Marumbi), Morretes (rio Nhundiaquara) e Passo do Vau (rio Tagaçaba). As estações Anhaia e Morretes-Marumbi foram instaladas em 1975, e as estações Morretes-Nhundiaquara e Passo do Vau foram instaladas em 1938 e 1977, respectivamente. Constatou-se no início dos estudos a necessidade de serem instaladas mais estações, originando assim os postos Colônia Rio Verde (rio Guaraqueçaba), Pinguela (rio Cachoeira) e Cubatão (rio Cubatão), cujas instalações ocorreram em abril de 1992. Entre estas estações, as que estão localizadas na área de interesse são: Anhaia, Morretes-Marumbi, Morretes-Nhundiaquara e Pinguela.

Assim, em abril de 1992, intensificou-se o monitoramento qualitativo e quantitativo dos recursos hídricos superficiais com a realização de campanhas periódicas de medições líquidas e sólidas (amostragem de sedimentos em suspensão e de fundo). Foram realizadas análises granulométricas do material do leito obtidas a partir das coletas. A análise granulométrica do material de fundo transportado por arraste não foi realizada para nenhuma das estações. Da coleta do material de arraste foi processado o cálculo da vazão sólida por arraste.

OKAWA *et al.* (1997a) apresentam diversas metodologias existentes para a obtenção da vazão sólida de arraste e vazão sólida total, os cálculos realizados e as conclusões a respeito dos resultados, fazendo diversas recomendações. As fórmulas empíricas analisadas foram:

- Descarga sólida por arraste: Schoklitsch, Meyer-Peter e Muller, Colby, e Kalinske;
- Descarga sólida total: Ackers e White, Yang, e Engelund e Hansen.

A tabela 49 foi reproduzida de OKAWA *et al.* (1997b) e se trata do mesmo trabalho mencionado acima e apresentado em OKAWA *et al.* (1997a). Esta tabela mostra os resultados do melhor método objetivando a obtenção da descarga sólida total.

Tabela 49 - Descarga sólida medida versus descarga sólida calculada

Rio	Medição nº	D. Suspensão (t/d)		D. por arraste (t/d)		D. sólida total (t/d)	
		medido	calculado	Medido	calculado	medido	calculado
Marumbi	01	2446	2820	0	0	2446	90
	02	1066	600	0	0	1066	10
	03	3914	7790	0	0	3414	140
Nhundiaquara	01	25472	29860	113	0	25585	1360
	02	13267	9660	0	1300	13267	1190
	03	2348	3570	0	0	2348	100
Pinto	01	3485	4070	0	0	3485	380
	02	1123	1030	0	0	1123	10
	03	4097	2220	0	0	4097	70
Cachoeira	01	11120	10350	290	0	11410	1080
	02	6082	9450	0	3660	6082	2280

Fonte: OKAWA *et al.*, 1997b.

Os valores da tabela 49 mostram que, apesar de se ter considerado o melhor método, os resultados estão longe de serem considerados aceitáveis, indicando a necessidade de se investigar ainda mais a aplicação de tais fórmulas em rios com as características do litoral paranaense. Um ponto a ser analisado é a forma de coletar o material de fundo destes canais, e assim obter uma curva granulométrica mais representativa, visto que este tipo de dado é utilizado na maioria das fórmulas. Uma análise preliminar destas curvas indicou que só foram considerados os materiais finos da seção (areia, silte e argila), sendo desprezados os seixos e matacões.

Projeto Contaminantes, Assoreamento, Dragagem e Biota Aquática da Baía de Antonina

O projeto CAD – Contaminantes, Assoreamento, Dragagem e Biota Aquática da Baía de Antonina é uma pesquisa acerca da origem do assoreamento e contaminantes na Baía de Antonina, e constitui também em um estudo da hidrodinâmica desta baía e levantamento de dados bibliográficos sobre a biota aquática (BOLDRINI, 2005; PAULA *et al*, 2005; GONÇALVES *at al.*, 2005). Este projeto integra os programas do Sistema de Gestão Ambiental dos Terminais Portuários da Ponta do Félix. O trabalho foi realizado pela Associação de Defesa do Meio Ambiente e do Desenvolvimento de Antonina – ADEMADAN, com o apoio técnico do SIMEPAR. O monitoramento da dispersão dos sedimentos de superfície e de fundo na hidrodinâmica da Baía de Antonina, através da modelagem numérica, tem como objetivo o planejamento das dragagens dos berços, bacia de evolução e canal de acesso dos Terminais Portuários da Ponta do Félix ao Porto de Paranaguá.

Caracterização da dinâmica hídrica e do material particulado em suspensão na Baía de Paranaguá e em sua bacia de drenagem

A dissertação de mestrado apresentada em MANTOVANELLI (1999) é um dos trabalhos mais completos sobre o sistema de drenagem das Baías de Antonina e Paranaguá, devido principalmente à extensão do monitoramento realizado. Além de outros resultados, o trabalho forneceu uma quantificação do aporte de água doce e material particulado em suspensão dos principais rios que compõem a bacia de drenagem das Baías de Antonina e Paranaguá, considerando as estações seca e chuvosa. MANTOVANELLI (1999) considerou cerca de 80% da área de interesse do presente estudo. A bacia de drenagem que deságua na área do TCP ou nos seus arredores não foi monitorada no referido estudo.

A figura 93 apresenta a área de estudo analisada por MANTOVANELLI (1999), que considerou os rios que desembocam a montante da cidade de Paranaguá (seção A).

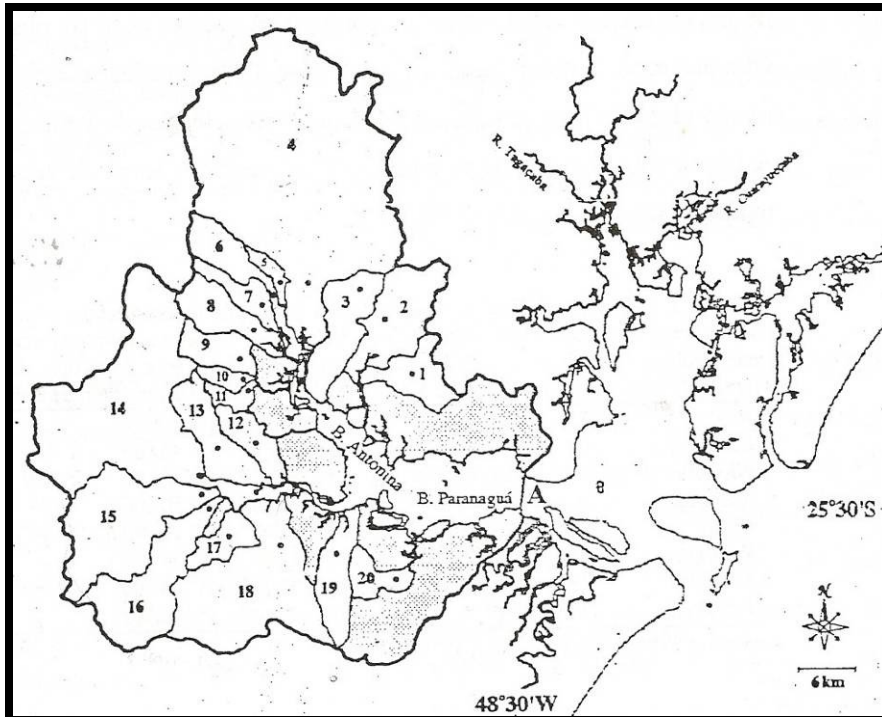


Figura 93 – Área de estudo considerada em MANTOVANELLI (1999)

Fonte: MANTOVANELLI (1999).

Os rios que receberam pontos de medição no citado trabalho têm suas bacias delimitadas na figura 93, sendo estes: (1) Cedro, (2) Faisqueira, (3) Cupiúva, (4) Cachoeira, (5) Venda, (6) Cacatu, (7) Meio, (8) Nunes, (9) Xaxim, (10) Curitibaíba, (11) Moura, (12) São Joãozinho, (13) Sapetanduva, (14) Nhundiaquara, (15) Marumbi, (16) Pinto, (17) Passa Sete, (18) Sagrado, (19) Jacareí e (20) Piedade. Os pontos que aparecem na figura correspondem aos locais de medição.

Os dados utilizados em MANTOVANELLI (1999) foram: (a) séries temporais de vazão média diária; (b) coletas diárias de água nos rios (1 amostra diária de 500 ml nos períodos de 16/07 a 19/09/1997 – inverno, e 09/01 a 01/04/1998 – verão) e leitura de nível nos rios Cachoeira, Nhundiaquara e Marumbi, em seções representando, respectivamente, 84, 94 e 98% da área de drenagem total dos cursos d'água; e (c) 2 campanhas “instantâneas” (uma no verão e outra no inverno) de medição de vazão e coleta de amostra de sedimentos nos 20 principais rios da bacia de drenagem das Baías de Antonina e Paranaguá.

Séries temporais

As estações fluvi-sedimentométricas utilizadas em MANTOVANELLI (1999) são operadas pela SUDERHSA (tabela 50).

Tabela 50 - Estações fluviométricas utilizadas em MANTOVANELLI (1999)

Estação	Rio	AD_{local} (km²)	AD_{local}/AD_{total}	Período
Pinguela	Cachoeira	180	0,41	01/05/93 a 31/05/98
Morretes	Nhundiaquara	210	0,94	01/01/40 a 30/04/98
Morretes	Marumbi	53	0,49	01/01/76 a 30/04/98
Anhaia	Do Pinto	66	0,82	01/01/76 a 30/04/98

OBS: AD_{local}: área de drenagem no local da estação; AD_{total}: área de drenagem do rio na foz.

A descarga total de sedimentos em suspensão foi calculada multiplicando-se a concentração, expressa em unidades de massa por volume, pela vazão líquida (volume por unidade de tempo).

As séries temporais de precipitação, evaporação, vazão e descarga de algumas estações estratégicas, foram submetidas à análise espectral, através das séries de Fourier, a fim de identificar características de periodicidade em determinadas frequências (mensal, semestral, anual, etc). Foram também analisadas as correlações entre os valores próximos nas séries temporais, a fim de identificar a existência de “memória” nos valores. Periodogramas obtidos para as séries de precipitação diária e evaporação em Morretes e Antonina mostraram que a periodicidade foi mais marcante nos ciclos anuais, revelando um forte padrão sazonal nesta escala. Os periodogramas das vazões diárias dos rios Cachoeira, Nhundiaquara, Marumbi e Pinto evidenciaram o mesmo tipo de sazonalidade verificado para as precipitações, com padrão similar em cada um dos meses.

Análise das campanhas “instantâneas”

As campanhas instantâneas foram realizadas para estabelecer a importância relativa dos principais rios da bacia de drenagem das Baías de Antonina e Paranaguá, condizente ao aporte de água doce e material particulado em suspensão para este sistema. Foram realizadas duas campanhas de 2 a 3 dias, uma no inverno de 1997 e outra no verão de 1998. Nestas campanhas “instantâneas” foram quantificadas as descargas líquidas e as concentrações de sólidos em suspensão dos 20 rios citados anteriormente, cujas áreas a montante dos pontos de medição correspondem a 65% da área de interesse deste estudo (2080 km²).

A tabelas a seguir apresentam, respectivamente, para as campanhas de inverno de 1997 e verão de 1998, os dados de área de drenagem, vazão, concentração, vazão sólida e vazão sólida específica dos rios analisados.

Nos resultados obtidos por MANTOVANELLI (1999), o rio Cachoeira contribuiu, relativamente aos outros rios, com os maiores valores de vazão líquida e vazão sólida absoluta, especialmente durante o inverno. No verão estas diferenças proporcionais em relação aos outros rios diminuem, pois a ocorrência de cheias nesta época atinge todos os rios e passam a ser os fatores preponderantes na produção de água e sedimentos.

Todavia, os valores absolutos de sedimentos devem ser comparados com cautela, preferindo-se as comparações de cargas de sedimentos em relação à área constituinte ou à descarga líquida. Assim, pode-se realizar esta análise comparativa entre os afluentes, avaliando-se os valores da vazão sólida específica e da concentração de sólidos em suspensão, apresentados nas tabelas a seguir.

Tabela 51 - Dados de campo das campanhas “instantâneas” de inverno

Rio	Área de drenagem (km ²)	Vazão líquida (m ³ /s)	Concentração (mg.l ⁻¹)	Vazão sólida absoluta (g.s ⁻¹)	Vazão sólida específica (kg.km ⁻² .dia ⁻¹)
Cachoeira	415,13	25,34	8,22	232,60	48,41
Nhundiaquara	223,93	2,36	0,72	1,80	0,69
Sagrado	136,03	0,40	4,63	3,54	2,25
Marumbi	107,93	0,69	1,24	0,87	0,69
Pinto	80,61	0,61	6,30	3,93	4,21
Fisqueira	58,17	0,50	2,34	2,58	3,83
Sapetanduva	43,91	0,11	2,47	0,48	0,95
Nunes	36,94	0,56	0,00	0,00	0,00
Cacatu	36,36	0,44	0,18	0,10	0,23
Jacareí	34,29	0,15	1,93	0,40	1,00
Do Cedro	31,46	0,44	0,44	0,30	0,84
Cupiúva	26,08	0,10	9,15	4,02	13,31
Xaxim	25,54	0,10	1,49	0,20	0,69
S. Joãozinho	24,22	0,00	9,23	0,00	0,00
Passa Sete	20,79	0,03	14,23	0,71	2,94
Do Meio	19,80	0,00	0,00	0,00	0,00
Piedade	18,07	0,27	38,71	11,39	54,46
Moura	9,72	0,02	2,40	0,07	0,59
Curitibaíba	9,14	0,05	0,57	0,03	0,30
Da Venda	9,04	0,43	3,64	2,19	20,89

Fonte: MANTOVANELLI (1999).

Tabela 52 - Dados de campo das campanhas “instantâneas” de verão

Rio	Área de drenagem (km ²)	Vazão líquida (m ³ /s)	Concentração (mg.l ⁻¹)	Vazão sólida absoluta (g.s ⁻¹)	Vazão sólida específica (kg.km ⁻² .dia ⁻¹)
Cachoeira	415,13	46,85	22,94	1074,79	223,69
Nhundiaquara	223,93	34,95	13,09	457,51	176,52
Sagrado	136,03	7,15	40,98	191,62	121,71
Marumbi	107,93	12,46	1,15	14,28	11,43
Pinto	80,61	5,14	53,10	273,17	292,80
Faisqueira	58,17	5,82	22,88	123,50	183,43
Sapetanduva	43,91	3,53	14,48	51,12	100,59
Nunes	36,94	2,62	0,14	0,38	0,89
Cacatu	36,36	7,23	0,26	1,85	4,39
Jacareí	34,29	3,34	6,57	21,95	55,31
Do Cedro	31,46	2,92	4,16	12,18	33,44
Cupiúva	26,08	2,51	23,70	59,58	197,36
Xaxim	25,54	2,07	7,81	16,18	54,73
São Joãozinho	24,22	1,24	8,52	10,60	37,79
Passa Sete	20,79	0,82	14,66	11,98	49,81
Do Meio	19,80	0,61	0,48	0,30	1,29
Piedade	18,07	1,71	9,89	16,92	80,93
Moura	9,72	0,48	12,60	6,11	54,28
Curitibaíba	9,14	0,33	11,13	3,70	34,98
Da Venda	9,04	1,81	3,76	6,80	65,00

Fonte: MANTOVANELLI (1999).

Nas campanhas de inverno e de verão, o rio Cachoeira foi, respectivamente, o quinto e o quarto com maior concentração de sedimentos. Na campanha de inverno, o primeiro lugar ficou com o rio Piedade, correspondendo a uma concentração quase cinco vezes maior que a do rio Cachoeira. Quanto à vazão sólida específica da campanha de inverno, o mesmo rio Piedade apresentou o maior valor. E na campanha de verão, o primeiro lugar ficou com o rio Pinto, tanto no valor da concentração quanto no da vazão sólida específica. O rio Cachoeira conta com o segundo maior valor da vazão sólida específica, sendo 11 e 24% menor que o primeiro lugar nas campanhas de inverno e verão, respectivamente.

Além dos rios Cachoeira, Piedade e Pinto, outros rios apresentam valores elevados de descarga sólida específica, nas campanhas de inverno ou verão, sendo eles: Venda, Cupiúva, Faisqueira, Nhundiaquara e Sagrado. As causas apontadas pela autora para possivelmente explicar a produção de sedimentos das bacias citadas são:

- Rio Piedade: eventual introdução excessiva de matéria orgânica, tendo sido detectado um alto teor de amônio no dia de amostragem;
- Rios Cupiúva, Cachoeira, Faisqueira e da Venda: estes rios ocorrem em região onde predominam os cambissolos, solos com alta suscetibilidade à erosão (BIGARELLA *et al.*, 1978; SANTOS, 1997), e com capacidade erosiva pela chuva maior que a verificada nas bacias localizadas na porção sul da bacia de drenagem da margem sul da Baía, conforme o mapa de isoerosividade apresentado na figura 90 (SANTOS & GOMES, 1998). Foi também mencionada a existência de diversas áreas com criação de gados sobre áreas desmatadas (ANDRIGUETTO, 1995 *apud* MANTOVANELLI, 1999);
- Rio do Pinto: a bacia deste rio tem sofrido maiores taxas de ocupação e desmatamento, fato associado com o tipo de solo, cambissolo distrófico, que é favorável à agricultura (ANDRIGUETTO, 1995 *apud* MANTOVANELLI, 1999).

MANTOVANELLI (1999) ainda relaciona os possíveis fatores que levam o rio Marumbi, cuja bacia de drenagem é adjacente ao rio do Pinto, possuir a vazão sólida específica 25,6 (verão) e 6,1 (inverno) vezes menor que a do rio Pinto:

- Parte da bacia do rio Marumbi é protegida pelo Parque do Marumbi;
- O rio Marumbi apresenta afloramento rochoso em 89% da área de sua bacia de drenagem contra 8,7% para o rio do Pinto (CEHPAR, 1995);
- O solo predominante na bacia do rio do Pinto é da classe dos cambissolos (87%), com alta suscetibilidade à erosão (CEHPAR, 1995).

O rio Sagrado, que apresenta uma alta concentração de sedimentos em suspensão na campanha de verão (segundo lugar - 1,8 vezes maior que o rio Cachoeira), possui bacia de drenagem com identificação do maior percentual de desflorestamento em relação às outras bacias analisadas (ANDRIGUETTO, 1995 *apud* MANTOVANELLI, 1999). As áreas utilizadas para agricultura e pecuária nesta bacia cobrem 9% da área total da bacia e 7% da área de mata ciliar. A cobertura vegetal e áreas antropizadas foram obtidas a partir de imagens do satélite orbital LANDSAT ETM datadas de 1999 (PAULA *et al.*, 2005).

O rio Nhundiaquara também apresenta uma alta vazão sólida específica (21% menor que a do rio Cachoeira), sendo que, a possível causa para este fator é a presença de cambissolos (23,2%) e latossolos vermelho-amarelo (5,8%), apesar do predomínio de rochas (58%). Os valores percentuais de solos foram obtidos de CEHPAR (1995). Outro fator importante é a maior ocupação humana em sua bacia de drenagem.

Cabe ressaltar que os valores de vazão do rio Cachoeira, considerados nas análises das campanhas “instantâneas”, contam com a vazão restituída do rio Capivari. Não foi possível analisar a contribuição natural de vazão líquida do rio Cachoeira e sua respectiva produção de sedimentos, pois a separação da vazão sólida em termos naturais e influenciados pelo aumento da vazão não foi considerada.

Análise das campanhas diárias (Cachoeira, Nhundiaquara e Marumbi)

As vazões líquidas e sólidas dos rios Cachoeira, Nhundiaquara e Marumbi foram analisadas em duas campanhas (uma de inverno e outra de verão) durante períodos de aproximadamente 3 meses. Durante quase todos os meses do período de verão, foram verificadas anomalias positivas de precipitação (valores superiores às médias históricas), ocasionadas pela ocorrência de um fenômeno “El Niño” de alta intensidade. No inverno, as vazões médias dos rios analisados foram 20 a 40% inferiores às médias históricas e, no verão, excederam às mesmas em 30 a 80%, exceto para o rio Cachoeira, cuja vazão média manteve-se próxima à média histórica. No inverno, ocorreram 70% de dias sem chuva, e no verão, a precipitação nula ocorreu em 20% do tempo analisado.

As vazões dos rios Cachoeira e Marumbi foram as obtidas nas estações fluviométricas Pinguela e Morretes, respectivamente, corrigidas por relação de área de drenagem. Os valores medidos nos locais propostos foram descartados, pois estes apresentaram influência de maré. Os valores do rio Cachoeira utilizados provavelmente não consideraram as vazões turbinadas em GPS, pois a estação Pinguela está situada a montante da restituição do canal de fuga da referida usina. Cabe ressaltar que, a partir do ponto da confluência as vazões no rio Cachoeira são de duas a três vezes o valor do ponto a montante deste local.

No inverno, a razão entre a vazão média e a área drenada tendeu a ser maior nos rios de maior bacia de drenagem, ocorrendo o inverso no verão. Em alguns eventos, os rios menores (Marumbi e Pinto) apresentaram picos de vazão próximos e até maiores que as vazões máximas dos rios de maior área de drenagem (Cachoeira e Nhundiaquara), o que é comum e pode ser atribuído a fatores tais como: maior área percentual atingida pelas tempestades nas bacias menores, maior estocagem de água nas bacias maiores, forma e relevo da bacia, entre outros (LANE *et al.*, 1997, *apud* MANTOVANELLI, 1999).

As vazões sólidas dos rios Nhundiaquara, Cachoeira e Marumbi medidas nas campanhas diárias foram determinadas com base em amostras que cobriram 40% do período observado (considerando coletas diárias). Os eventos com maiores picos

representaram de 70 a 80% do aporte total observado no inverno (1 a 2 picos), e 50 a 60% no verão (3 a 4 picos). Os valores médios de concentração de sólidos em suspensão e de vazão sólida (total e específica), número de amostras analisadas e correlação cruzada para o dia zero (r_0) entre as séries de vazão líquida e sólida, são apresentados na tabela 53 e na tabela 54, para as campanhas de inverno e verão, respectivamente.

Tabela 53 - Dados de campo das campanhas diárias de inverno

Rio	Concent. média (mg.l ⁻¹)	Nº de amostras	r_0	Vazão sólida (g.s ⁻¹)	Vazão sólida específica (kg.km ⁻² .dia ⁻¹)
Cachoeira	18,0	42	0,89	566,35	110,90
Marumbi	2,6	32	0,87	25,45	20,37
Nhundiaquara	4,8	37	0,88	138,39	53,39

Fonte: MANTOVANELLI (1999).

Tabela 54 - Dados de campo das campanhas diárias de verão

Rio	Concent. média (mg.l ⁻¹)	Nº de amostras	r_0	Vazão sólida (g.s ⁻¹)	Vazão sólida específica (kg.km ⁻² .dia ⁻¹)
Cachoeira	33,3	35	0,34	1383,87	271,00
Marumbi	11,3	33	0,53	245,78	196,75
Nhundiaquara	14,5	38	0,69	549,00	211,82

Fonte: MANTOVANELLI (1999).

No período do inverno há uma forte correlação entre as séries de vazão líquida e sólida, a despeito do verão, quando apenas o rio Nhundiaquara apresenta esta concordância. A baixa correlação para os rios Marumbi e Cachoeira pode ser explicada pelo fato das coletas das amostras de água destes rios terem sido feitas

em pontos bem a jusante dos locais cujos níveis de água foram obtidos para o cálculo da vazão. No caso do rio Cachoeira (pior correlação), há ainda de se considerar que a vazão sólida foi obtida em local que considera as vazões turbinadas de GPS e a vazão líquida em local a montante da confluência do canal de restituição com o rio Cachoeira.

Observa-se na tabela 54 que, em termos médios de concentração de sólidos suspensos, os valores medidos no rio Cachoeira chegam a ser, no verão, um pouco mais que 2 vezes maior com relação aos rios Nhundiaquara e Marumbi. No inverno, esta relação aumenta para cerca de 6 vezes (tabela 53). Em termos médios de vazão sólida específica, no inverno o rio Cachoeira apresenta valores maiores que os rios Marumbi e Nhundiaquara, em relações que são respectivamente iguais a 5,4 e 2,1. No verão, o rio Cachoeira apresenta vazão sólida específica 1,4 e 1,3 vezes maior que os rios Marumbi e Nhundiaquara, respectivamente.

Outras estimativas

MANTOVANELLI (1999) fez diversas estimativas simplificadas acerca do aporte médio de sedimentos, extrapolando os valores obtidos nas estações de inverno e verão para o período anual e extrapolando para toda a bacia de drenagem das Baías de Antonina e Paranaguá, resultando em fluxos médios anuais de sedimentos de 18,9 e 76,1 ton.km⁻².ano⁻¹, para o inverno e verão, respectivamente. Estes valores foram comparados com aportes de sedimentos obtidos com valores típicos apresentados da literatura. A

tabela 55 apresenta estes valores e suas respectivas relações de verão (r_v) e inverno (r_i) com a região estudada (vazão sólida específica das Baías de Antonina e Paranaguá pela vazão sólida específica das referências). Os valores de r_v e r_i mostraram que em quase todas as comparações a produção sólida da bacia litorânea é menor que os valores das referências.

Tabela 55 - Comparação dos resultados com a literatura

Referência	Condição	q_s (referência) ton.km ⁻² .ano ⁻¹	r_i	r_v
SHEN & JULIEN (1992)	Erosão geológica	24,6	0,8	3,1
	Intensas atividades antrópicas	até 2460	0,008	0,031
SOARES (1999) *	Visão especialistas florestais	200	0,09	0,38
	Visão agricultores	1100	0,017	0,069
DENDY & BOLTON (1976)*	Bacias USA c/ pouca chuva	56-695	0,34-0,03	1,35-0,11
SMITH (1987) *	Nova Zelândia (□170 km ²)	37,4	0,51	2,03

* Referências *apud* MANTOVANELLI (1999).

Outra estimativa simplificada foi o cálculo do tempo necessário para assorear completamente a Baía de Antonina, considerando a hipótese de retenção total de sedimentos continentais nesta baía, sem o sistema de importação/exportação (água e sedimentos) com o oceano, e uma capacidade de adensar os sedimentos a uma taxa de 1800 kg.m⁻³. Considerando todos estes fatores simplificadores, o tempo para o completo assoreamento da Baía de Antonina seria de 1309 anos se a vazão sólida obtida para o verão ocorresse durante todo o ano, e de 5280 anos caso considerássemos a vazão sólida de inverno como válida para o ano.

Embora as duas campanhas de campo realizadas não sejam suficientes para diagnosticar conclusivamente as condições médias do caráter hidrossedimentológico da bacia, dada a alta variabilidade temporal das grandezas consideradas (chuva, vazão líquida e carga sedimentológica), cabe ressaltar que os estudos apresentados em MANTOVANELLI (1999) constituem um dos mais importantes acerca do aporte de sedimentos na bacia de drenagem estudada, principalmente pela abrangência espacial do monitoramento (20 rios – 80% da área de drenagem analisada).

Os resultados do referido estudo serviram para uma aproximação da representatividade relativa dos principais rios no aporte de água doce e sólidos em suspensão. Foi possível fazer uma avaliação comparativa entre os diversos

afluentes, o que caracterizaram o rio Cachoeira, Sagrado, Pinto, Faisqueira e Cupiúva como importantes contribuintes neste processo (considerando as concentrações medidas no período de verão das campanhas instantâneas). Considerando as campanhas diárias realizadas nos rios Cachoeira, Marumbi e Nhundiaquara, o Cachoeira aponta, pelos resultados apresentados em MANTOVANELLI (1999), como o que possui maior concentração de sólidos suspensos, tanto no inverno quanto no verão. No verão, quando os processos erosivos são intensificados, o rio Cachoeira possui uma concentração de sedimentos duas vezes maior que o rio Nhundiaquara. Os resultados desta última campanha podem ser considerados mais representativos devido ao maior tempo de monitoramento.

6.1.5.1.6 Balanço hídrico – águas superficiais

Este item objetiva determinar o balanço hídrico através da compilação de dados de demanda e de disponibilidade hídrica da região de interesse. Os dados de demanda e efluentes gerados foram obtidos do relatório que constitui uma versão preliminar do trabalho denominado *Produto 1.1 – Diagnóstico das Demandas e Disponibilidades Hídricas Superficiais - Definição do Balanço Hídrico* (SUDERHSA, 2007). Os dados de disponibilidade hídrica foram estimados com base nas estações disponíveis na região.

O documento referido acima constitui um dos produtos previstos para compor o Plano Estadual de Recursos Hídricos, que se encontra atualmente em execução pela SUDERHSA. O texto deste relatório encontra-se disponibilizado em formato PDF no site da instituição, www.suderhsa.pr.gov.br, no *link* Publicações. Cabe ressaltar que este documento encontra-se em revisão pelo CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Em SUDERHSA (2007), os resultados foram apresentados considerando toda a bacia litorânea (5631 km²), tal como disposto na figura 94. Assim, os dados de

demanda da bacia litorânea foram transcritos para o presente trabalho e interpolados para a área de interesse.

Os números populacionais foram coletados por município a partir de informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os dados são do ano de 2004 e são oriundos de uma estimativa realizada, anualmente, pelo mesmo Instituto. A proporção entre população urbana e rural foi adotada como sendo igual à adotada no Censo de 2000.

Na determinação das demandas hídricas foi necessário definir os principais usos e usuários da água e a caracterização e quantificação dos recursos hídricos. Em SUDERHSA (2007), foram listados os usos consuntivos e não consuntivos. Nesta etapa do presente estudo, porém, foram considerados apenas os usos consuntivos, visto que são os que efetivamente alteram o balanço hídrico.

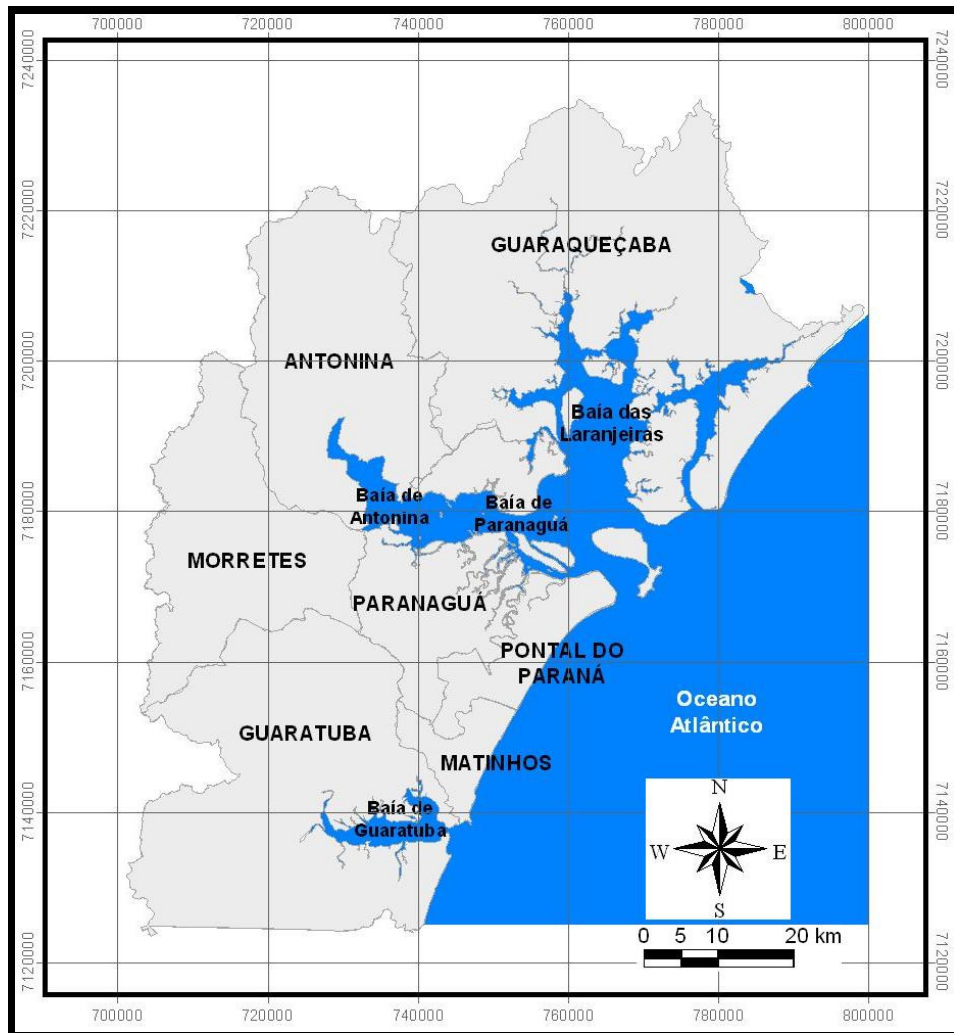


Figura 94 – Área de estudo considerada em SUDERHSA (2007)

6.1.5.1.7 Diagnóstico das demandas hídricas - usos consuntivos

Setor ambiental

a) Abastecimento de água

O cálculo das demandas para o abastecimento de água urbana foi realizado a partir de dados populacionais do IBGE (ano 2004) e do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS do ano de 2004. Para os municípios sem informações, adotaram-se valores de municípios de porte similar. Já para a demanda rural, foi considerada uma demanda média per capita de 90 l/dia (dados de bibliografia

específica). A divisão das vazões captadas em mananciais superficiais ou subterrâneos foi estimada com base em informações implantadas até o ano 2007 no Cadastro de Outorga da SUDERHSA.

b) Esgotamento sanitário

Para as áreas urbanas com dados medidos de volume de esgotamento sanitário gerado, considerou-se 80% deste volume, desconsiderando-se as perdas existentes. Para os municípios sem informações, foram adotados valores de municípios de porte equivalente. Para a parcela da população urbana não atendida, considerou-se que 70% dos esgotos são lançados nas águas superficiais e 30% em fossas. Para a população rural, considera-se de forma inversa que 30% lançam os esgotos em rios e 70% em fossas. O volume de esgotamento sanitário para a população rural foi considerado como sendo 30% do volume para abastecimento.

Setor industrial

As indústrias foram localizadas em suas respectivas unidades hidrográficas. As captações de águas superficiais e subterrâneas foram obtidas do Cadastro de Outorga da SUDERHSA (ano de 2007). O volume de água retornado depende do tipo de indústria. No referido trabalho, esta proporção foi baseada na atual Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), elaborada pelo Ministério da Fazenda.

Setor minerário

Os dados básicos utilizados na estimativa das demandas e efluentes condizentes ao setor minerário são oriundas do Cadastro da Minerais do Paraná S.A. - MINEROPAR (ano de 2004) e do Cadastro de Outorga da SUDERHSA. O valor da demanda hídrica adotada foi obtida considerando as atividades produção de água

mineral e produção de areia, que segundo técnicos da MINEROPAR, mais demandam o uso de água.

Na questão dos índices de exploração de mananciais superficiais ou subterrâneos, foram utilizados os valores apresentados no Cadastro de Outorga da SUDERHSA. Na indisponibilidade destes valores, considerou-se a proporção de 69,77% para os mananciais superficiais e 30,23% para os subterrâneos.

O índice de demanda hídrica por tipo de minério produzido para o Estado do Paraná considerado é igual a 0,03 m³/s. As empresas de mineração trabalham com uma média de 90% de recuperação da água. O índice de lançamento do efluente em corpos d'água considerado foi de 100%.

Setor agropecuário

a) Atividade agrícola

As áreas irrigadas foram obtidas do Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER (ano de 2005). Estes valores de área da referida publicação não estão discriminados por cultura e nem por vazão aplicada e sim, por tipo de técnica de irrigação. A vazão foi baseada em REBOUÇAS *et al.* (2006), cujo valor adotado é igual a 0,209 l/s/ha.

A percentagem do tipo de manancial explorado (superficial ou subterrâneo) foi adotada conforme o Cadastro de Outorga da SUDERHSA. Para os locais sem informações foi adotada a proporção média do Estado do Paraná, ou seja, 97,97% para o superficial, e 2,03% para o subterrâneo. O índice de retorno nas águas superficiais considerado foi de 1%.

b) Atividade pecuária

Os números dos efetivos de rebanhos foram baseados em dados do IBGE (ano de 2003), cujos valores são expostos por município. A demanda de dessedentação por cabeça de bovino considerada foi de 40 l/dia, conforme informações fornecidas pela Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná - SEAB.

Para determinar a demanda de dessedentação para outros tipos de rebanho foi considerada a metodologia denominada BEDA – Bovinos Equivalentes para a Demanda de Água. Esta metodologia é utilizada no PLIRHINE - Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste, do ano de 1980, e vem sendo aplicada em todo território nacional. A tabela 56 apresenta a relação BEDA e respectiva demanda de dessedentação por tipo de rebanho.

Tabela 56 - Demandas de dessedentação para o setor da pecuária

Tipos de Rebanho	Relação BEDA	Dessedentação (L/dia)
Bovinos	BEDA/1	40
Bubalinos	BEDA/1	40
Eqüinos, Muares e Asininos	BEDA/1,25	32
Suínos	BEDA/5	8
Ovinos e Caprinos	BEDA/6,25	6,4
Coelhos	BEDA/200	0,2
Avinos	BEDA/250	0,16

FONTES: PLIRHINE, 1980.

À demanda de água para dessedentação foi somada a demanda de água para higiene da criação de rebanhos em confinamento, na qual foram considerados apenas os efetivos de suínos (na avicultura foi considerada a utilização de camas secas e os outros rebanhos foram considerados como criados de forma extensiva). A demanda de água para higienização dos efetivos de suínos foi adotada como

sendo 5 l/dia/cabeça, conforme Instrução Normativa para Licenciamento de Suinocultura do Instituto Ambiental do Paraná - IAP.

O coeficiente de retorno para os corpos hídricos foi de 5% na dessedentação e 85% na higienização. O índice de exploração de mananciais foi adotado conforme apresentado no Cadastro de Outorga. Para os locais sem informação foi considerada a média do Estado, ou seja, 25,99% para os mananciais superficiais e 74,01% para os subterrâneos.

A tabela 57 apresenta para a área da bacia litorânea do Paraná e para a área analisada no presente estudo (figura 89) os valores de demanda de água superficial para os usos consuntivos. Os valores de interesse neste estudo aparecem em destaque na tabela e foram interpolados por relação de área de drenagem a partir dos valores apresentados para toda a bacia litorânea em SUDERHSA (2007). As áreas de drenagem consideradas para o cálculo do fator de transposição foram de 5631 km² para a bacia litorânea e 2080 km² para a área de estudo.

Tabela 57 - Demandas de água do sistema superficial para usos consuntivos

Bacia	Demandas por uso (l/s)					
	Abast. Pub.	Industrial	Minerário	Agrícola	Pecuário	Total
Litorânea*	610,1	222,8	0,5	349,0	9,3	1.191,7
Estudo	225,36	82,30	0,18	128,91	3,44	440,19

Fonte: SUDERHSA (2007).

A tabela a seguir apresenta os efluentes gerados para cada uso e os lançamentos dos mesmos nas águas superficiais e subterrâneas.

Tabela 58 - Efluentes gerados a partir dos usos consuntivos e respectivos lançamentos

Bacia	Efluentes por uso (l/s)						Lançamentos (l/s)		
	A. Pub.	Indust.	Miner.	Agríc.	Pecuár.	Total	Superf.	Subter.	Total
Litorânea*	294,08	172,93	0,07	3,49	0,97	471,54	404,18	67,36	471,54
Estudo	108,63	63,88	0,03	1,29	0,36	174,18	149,30	24,88	174,18

Fonte: SUDERHSA (2007).

6.1.5.1.8 Diagnóstico das disponibilidades hídricas superficiais

As disponibilidades hídricas superficiais foram avaliadas através da vazão média de longo termo (Q_{MLT}) e da vazão com frequência igual a 95% da curva de permanência de vazões (Q_{95}). As vazões foram determinadas com base em estações operadas pela SUDERHSA. Neste trabalho foi considerado um conjunto de estações diferente do utilizado em SUDERHSA (2007), visto o ensejo de obter valores mais representativos da área de interesse. As estações fluviométricas utilizadas na estimativa da disponibilidade hídrica natural dos mananciais superficiais estão apresentadas na tabela 59.

Tabela 59 - Estações fluviométricas consideradas no cálculo da disponibilidade hídrica

Código	Nome	Rio	Latitude	Longitude	AD (km ²)	Início
82065000	Pinguela	Cachoeira	7.206.283	726.877	180	04/1992
82121003	P. Velha BR101	Cachoeira	7.197.614	730.628	371	12/1989
82170000	Morretes	Nhundiaq.	7.180.440	718.141	214	08/1938
82195002	Morretes	Marumbi	7.177.245	713.728	77	09/1975
82198000	Anhaia	Pinto	7.173.879	716.365	60	09/1975

Para a determinação das vazões características foi considerado o período 1976 a 2006 (31 anos), exceto para as estações Pinguela e Ponte Velha, que contam com um período menor. As vazões da estação Ponte Velha Br101 sofreram avaliações específicas antes de sua utilização por dois motivos: sofre influência de maré e conta com as vazões turbinadas da usina GPS, não podendo suas vazões características serem extrapoladas para outras bacias.

Quanto à avaliação da influência de maré, primeiramente verificou-se se esta influência seria significativa em termos de vazões de longo termo. Pouco a montante desta estação foi instalada pela SUDERHSA em julho de 2006 a estação Vila Nova, que apesar de possuir a mesma área de drenagem, não recebe influência de maré, pois está localizada a montante de um trecho de corredeiras. Foram obtidas as médias do período em comum destas duas estações e os valores são condizentes, assegurando a utilização da estação Ponte Velha na continuidade destes estudos.

Contudo, como a estação Ponte Velha soma as vazões turbinadas de GPS, seus dados foram utilizados apenas para possibilitar uma estimativa da Q_{MLT} e Q_{95} de turbinamento da referida usina (utilizando a extrapolação da vazão em Pinguela e descontando os valores em Ponte Velha). Assim, todas as estações da Tabela 15, exceto o posto Ponte Velha BR101, foram utilizadas para estimar as vazões características da área de estudo, e a estes valores foram somados os valores característicos estimados do turbinamento de GPS.

As vazões características de cada uma das estações consideradas são apresentadas na tabela a seguir, bem como, as vazões características extrapoladas para a área de interesse, através da relação entre áreas de drenagem. As vazões turbinadas em GPS foram somadas diretamente às vazões extrapoladas para a área de estudo.

Tabela 60 - Disponibilidades hídricas por estação e para a região de interesse

Local	Área (km ²)	Q _{MLT} (m ³ /s)	q _{MLT} (l/s/km ²)	Q ₉₅ (m ³ /s)	q ₉₅ (l/s/km ²)
Pinguela	180	11,32	62,89	4,61	25,61
Morretes Nhundiaq.	214	13,77	64,35	3,34	15,61
Morretes Marumbi	77	4,55	59,09	0,69	8,96
Anhaia	60	3,44	57,33	0,56	9,33
Soma	531	33,08	62,30	9,20	17,33
GPS	-	20,16	-	7,87	-
Área de estudo	2080	149,74	71,99	43,91	21,11

Determinação do balanço hídrico das águas superficiais

A determinação do balanço hídrico para águas superficiais foi realizada descontando a demanda hídrica da disponibilidade hídrica, assim como, os lançamentos de efluentes que atingem os cursos d'água foram restabelecidos aos valores das disponibilidades para recompor de forma adequada os quantitativos de vazão. Esta conta é realizada a fim de determinar a disponibilidade efetiva dos mananciais. Os dados sintetizados do balanço hídrico estão dispostos na tabela a seguir. Os valores apresentados nas duas últimas colunas são resultados das equações:

Balanço hídrico = Disponibilidade hídrica natural + lançamento – demanda

Tabela 61 - Balanço hídrico para a área de estudo (l/s)

Demanda	Lançamento	Disponibilidade natural		Saldo hídrico	
		Q _{MLT}	Q ₉₅	Bal. p/ Q _{MLT}	Bal. p/ Q ₉₅
440,19	149,3	149.737,13	43.905,94	149.446,24	43.615,05

Uma análise dos dados utilizados na determinação do balanço hídrico das bacias hidrográficas do Estado do Paraná, apresentado em SUDERHSA (2007), permite tecer as seguintes comparações:

- A utilização de água para atender a demanda hídrica da bacia litorânea corresponde a 0,4% da disponibilidade para a Q_{MLT} , e 1,1% para a Q_{95} ;
- A bacia litorânea contribui com quase 3% em relação ao total do Estado nos itens: área de drenagem, população, demanda das águas superficiais e disponibilidade hídrica;
- A utilização dos mananciais subterrâneos da bacia litorânea é a menor do Estado em relação à demanda total existente na própria bacia e em relação às outras sub-bacias;
- Como na maioria das outras sub-bacias, a maior taxa da demanda de água total da bacia litorânea é para atender o abastecimento público (51% da demanda total);
- A segunda maior taxa da demanda de água total considerada na bacia litorânea é para atender o setor agrícola (29% da demanda total);
- A demanda de água para atender o setor pecuário da bacia litorânea é a menor do Estado (0,2%). Em relação à demanda total da bacia litorânea, a taxa de utilização para a pecuária é de 1%;
- O índice de utilização de uma vazão garantida em 95% do tempo pelos diversos usuários da bacia litorânea é relativamente baixo (pouco mais de um ponto percentual em relação à disponibilidade hídrica), ficando entre os menores do Estado do Paraná.

6.1.5.1.9 Considerações finais

Há de se ressaltar também a importância da hidrodinâmica do sistema estuarino na manutenção da quantidade e qualidade de água dos processos ecológicos reinantes

e no planejamento das atividades portuárias. A correta gestão deste sistema pode auxiliar na obtenção do desenvolvimento sustentável da região.

A análise do aporte de água e sedimentos não é tarefa simples na área de estudo, pois se trata de uma região heterogênea nos diversos fatores que influenciam a produção hidrossedimentológica, tais como: tipos de solo, cobertura vegetal, interferência antrópica, distribuição das chuvas, etc. Esta heterogeneidade é o que talvez explica as diferenças entre as sub-bacias encontradas no estudo do aporte hidrossedimentológico (MANTOVANELLI, 1999), estudo este, tomado como referência no presente trabalho. Pelas conclusões do referido estudo, destaca-se a indicação da provável influência das vazões turbinadas em GPS no maior aporte sedimentológico do rio Cachoeira. Contudo, foi também possível concluir que existe uma provável influência antrópica nos altos valores de descarga sólida, tanto por urbanização como por desmatamento para outros usos, tal como ocorre nas bacias dos rios do Pinto, Piedade, Cupiúva, Faisqueira, da Venda, Nhundiaquara, Sagrado e no próprio rio Cachoeira.

Finalmente, a estimativa do balanço hídrico forneceu o saldo hídrico superficial, demonstrando que o índice de utilização de uma vazão garantida em 95% do tempo pelos diversos usuários é relativamente baixo (pouco mais de um ponto percentual em relação à disponibilidade hídrica), ficando entre os menores do Estado do Paraná. Os setores com maior destaque nas vazões demandadas da bacia litorânea são o abastecimento público e a agricultura, com índices de 51 e 29% em relação à demanda total, respectivamente.

Cabe ressaltar que as bacias hidrográficas tratadas neste item (drenagem a montante da zona de transição) não sofrem impactos por parte do empreendimento, sendo foco, porém, de medidas preventivas e mitigadoras que podem se tornar ações compensatórias por parte do empreendedor.

6.1.5.2 Qualidade da água

6.1.5.2.1 Caracterização da qualidade da água na Área de Influência Direta (AID) - Eixo Leste-Oeste do CEP

Estudos pretéritos realizado no eixo L-O mostram que a interação entre o regime de chuvas e ventos e o ciclo da maré constituem o principal fator no controle espacial e temporal da qualidade ambiental água, em termos de estrutura físico química da coluna d'água deste sistema (MACHADO *et al.*, 1997; LANA *et al.*, 2000). Os dados da tabela 62 indicam um enriquecimento de nutrientes inverso ao gradiente de salinidade, especialmente no período chuvoso de verão. Os valores mais elevados têm como fonte a drenagem fluvial e os efluentes domésticos e indústria de fertilizantes da cidade e porto de Paranaguá (MACHADO *et al.*, 1997; MIZERKOWISKI *et al.* 2009), provavelmente responsáveis pelas concentrações acima dos limites estabelecidos para o nitrogênio amoniacal e fósforo total no setor Charlie I. No mesmo setor, foram registrados os menores teores de oxigênio dissolvido, abaixo do limite mínimo preconizado pela CONAMA 357/05 e, bem como da transparência da água e maiores de sólidos totais em suspensão e clorofila-a. O valor de zero mg/l de oxigênio dissolvido foi verificado na água de fundo do setor Charlie II logo após a realização de uma dragagem, em outubro de 2000 (KOLM *et al.* 2002a). Por outro lado, os valores de pH estiveram dentro da faixa de valores estabelecidos para as águas salobras das classe 2 e 3 (CONAMA 357/05).

As incongruências verificadas na distribuição dos nutrientes e material particulado em suspensão, em relação ao gradiente salino de mistura, são decorrentes da interação de vários processos biológicos e geoquímicos (adsorção e dessorção em partículas, floculação, denitrificação, difusão), além de aportes antrópico e continental (GRZETIC *et al.*, 1991; HARRISON *et al.*, 1991; HATTORI, 1983). Os setores Bravo I e II podem ainda apresentar concentrações de nutrientes maiores que o esperado com base no gradiente salino de mistura, em virtude de aportes laterais de vários rios para o Canal da Cotinga e, subseqüentemente, para o Canal da Galheta.

Tabela 62 - Descritores físico-químicos da coluna d'água nos setores da AID do TCP – eixo leste-oeste do CEP

Setor	Sal	pH	OD (mg/L)	Secchi (m)	MPS (mg/L)	Chl.-a (µg/L)	N-NO ₃ (mg/L)	N-NO ₂ (mg/L)	N-NH ₄ (mg/L)	P-PO ₄ (mg/L)	Referência
Alfa despejo	+ 35-36	8,14-8,22	6,3-7,3	2,6-3,3	24,8-38,1	0,75-2,67	0,0-0,0003	0,003-0,0002	0,004-0,035	0,008-0,11	CETEC 2002 (1999)
Bravo I e II	16 - 35	7.7 - 8,3	5,0-8,8	0,6 -6,6	5,8-80	0,03-15	0,0-0,22	0,0-0,48	0,0013-0,087	0,002-0,046	CETEC (2001); Machado <i>et al.</i> (1997); APPA/CEM (1999)
Charlie I, II e III	15-35	7,0-8,4	0,0-10,0	0,5-4,0	6,1 -169	0,01 -32	0,0003-0,073	0,0001-0,050	0,0008-1,95	0,006-2,11	APPA/CEM (1999) ; Kolm <i>et al</i> (2002b); RAP (2003);
Charlie I, II e Delta e Echo	12,5-32	7,6-8,2	5,0-8,1	1,2-4,2	8,1-91	0,89-13	0,002-0,071	0,0006-0,012	0,94-0,013	0,010-0,037	Machado <i>et al.</i> (1997) ; Kolm <i>et al</i> (2002a) ;
Águas Salobras, Classe 2	0,5-30	6,5-8,5	> 4	-	-	-	≤0,7	≤0,2	≤0,7	≤0,186*	CONAMA 357/05

*Fósforo total

O material particulado em suspensão (MPS) mostra uma elevada variação, condizente com a interação entre a complexa hidrodinâmica e processos de ressuspensão dos sedimentos superficiais e penetração da água de fundo de maior salinidade durante a maré enchente reportada por Machado *et al.* (1997). Um teor máximo de 936 mg dm⁻³ de material particulado em suspensão, concomitante com um valor mínimo de transparência da água, de 0,15 m foram registrados durante uma operação de dragagem conduzida no canal de acesso e bacia de evolução dos Terminais Portuários da Ponta do Félix (Setor Delta).

Segundo Machado *et al.* (1997) e Lana *et al.* (2000), a forte hidrodinâmica, evidenciada pelo curto tempo de renovação das águas do sistema constitui um mecanismo de atenuação do processo de eutrofização do Complexo Estuarino de Paranaguá. Mizerkowski *et al.* (2009) relatam que as principais fontes de nutrientes para o CEP são os aportes fluviais, perdas de carga durante as operações de carga e descarga no porto de Paranaguá e esgotos não tratados das cidades de Paranaguá e Antonina.

Dados Secundários do Setor Echo

O estudo que investigou o maior número de parâmetros contemplados na Resolução CONAMA 357/05 foi o monitoramento da qualidade da água realizado entre 2003 e 2005, em diferentes pontos situados nas cercanias (cais e arredores) dos Terminais Portuários da Ponta do Félix durante o desenvolvimento do projeto CAD. Os resultados obtidos no referido estudo são sumarizados na tabela 63, juntamente com os limites críticos da Resolução CONAMA 357.

Como podem ser observados na tabela, as concentrações de DQO, Ferro, Fósforo Total, Nitrogênio total e Alumínio, violaram os limites críticos adotados (no ponto de amostragem do cais).

Da mesma forma, as concentrações de contaminantes Cádmio, Cromo Total, Níquel e, especialmente o Zinco, considerados tóxicos para a biota aquática, violaram os limites orientadores da Resolução CONAMA 357/2005.

Além disso, verificou-se que em alguns casos, o limite de detecção analítico coincidiu (como para o Cromo Total e Mercúrio) ou foi até mesmo maior (como para o Níquel, Nitrogênio Total e Fósforo Total) que o nível crítico da CONAMA 357. Desta forma, os resultados disponíveis não permitiram uma avaliação acurada da qualidade da água na área em questão.

Tabela 63 - Qualidade da água nas cercanias dos Terminais Portuários da Ponta do Félix (setor Echo) e limites críticos de alguns contaminantes conforme resolução CONAMA 357/2005

Parâmetro	2003/2004/2005	Limites críticos CONAMA 357/05
DBO – mg/L	nd – 35,0	< 50 mg/L
DQO – mg/L	12,62 – 419,42	< 125 mg/L
Nitrogênio Total – mg/L	< 0,08 – 0,16	0,4 mg/L
Fósforo – mg/L	0,06	
Fósforo Total – mg/L	< 0,02 – 0,25	0,124mg/L
Alumínio – mg/L	< 0,1 – 0,83	0,1mg/L
Arsênio – mg/L	< 0,005 - < 0,0025	0,01mg/L
Cádmio – mg/L	< 0,001 – 0,01	0,005mg/L
Cromo – mg/L	< 0,05	
Cromo Total – mg/L	< 0,05 – 0,06	0,05mg/L
Mercúrio – mg/L	< 0,0002 – <0,001	0,0002mg/L
Níquel – mg/L	< 0,01 - < 0,05	0,025mg/L
Zinco – mg/L	< 0,01 – 2,15	0,09mg/L
Estanho – mg/L	< 0,3 – 0,5	
Ferro – mg/L	< 0,10 – 1,73	0,3mg/L
Ferro Total – mg/L	0,17 - 3,14	

Parâmetro	2003/2004/2005	Limites críticos CONAMA 357/05
Cálcio – mg/L	130,43 – 502,0	
Magnésio – mg/L	465,22 - 755,5	
Potássio Total – mg/L	123,46 - 274,4	
Sódio – g/L	4,0 - 308,8	
PCB's - □g/L	-	0,03 □g/L
HPA's - □g/L	-	

(FONTE: CAD, 2006).

6.1.5.2.2 Qualidade da água na Área Diretamente Afetada (ADA) - com base em dados secundários

A magnitude das concentrações de nutrientes, oxigênio dissolvido, clorofila-a e carbono orgânico particulado (tabela 64), sugerem que os setores Charlie I, e II, de mesotróficas a eutróficas, devido essencialmente ao impacto antropogênico das cidade e porto de Paranaguá, como mencionado acima (MACHADO *et al.*, 1997; MIZERKOWSKI *et al.*, 2009, MACHADO, 2008). O elevado valor de nitrogênio inorgânico dissolvido, de 0,896 mg/L (principalmente na forma de nitrogênio amoniacal), concomitante com uma concentração de 1,52 mg/L de fosfato, foi registrado por Mizerkowski *et al.* (2009) em amostragem realizada na desembocadura do Rio Sabiá em fevereiro de 2008. A análise conjunta da variação temporal dos descritores da qualidade d'água, contudo, permite inferir que não houve alteração substancial da mesma no período considerado e que as áreas “eutrofizadas” são restritas às desembocaduras de rios que carregam esgotos não tratados e próximo de indústrias de fertilizantes. As pequenas variações encontradas no sistema são decorrentes da fase da maré durante a amostragem e do período, seco ou chuvoso (Machado, 2008).

Para esta área do sistema, há uma lacuna, quase absoluta, de dados dos contaminantes na coluna d'água contemplados na Resolução CONAMA 357/05.

Moscardi *et al.* (2007) investigaram as concentrações de Ni, Zn, Cu, Fe, Pb e Se na Baía de Paranaguá. Todos os metais, com exceção do selênio, apresentaram concentrações menores que os limites críticos estabelecidos na legislação ambiental. O selênio apresentou uma concentração máxima de 2,76 mg/L, na área de influência do porto de Paranaguá, atribuída pelos autores à contaminação a partir das tintas antiincrustantes que utilizam este elemento traço em sua formulação.

Tabela 64 - Descritores físico-químicos da coluna d'água na Área de Influência Direta (AID) do TCP (setores Charlie I e II)

Ano	Sal	pH	OD (mg/L)	Secchi (m)	MPS (mg/L)	Chl.-a (µg/L)	N-NO ₃ (mg/L)	N-NO ₂ (mg/L)	N-NH ₄ (mg/L)	P-PO ₄ (mg/L)	Referência
1998/1999	15,8-28	7,9-8,2	3,7-9,1	1,0-2,8	6,1-68	10,6-22	0,0003- 0,011	0,001- 0,004	0,010- 0,11	0,006- 0,028	APPA/CEM (1999)
2000/2001	23-30	7,0-8,4	0,0-10	0,5-4,0	22-169	0,01-32	0,0- 0,073	0,0001- 0,050	0,0008- 1,95	0,006- 2,11	kolm <i>et al</i> (2002a)
2002	30-35	8,0-8,1	6,9-7,4	2,0-2,4	22,6-43	2,9-5,5	0,004- 0,053	0,0014- 0,008	0,015- 0,048	0,019- 0,074	RAP (2003);
2004	23,4- 28,8	7,89- 8,06	4,7-8,53	0,6-1,9	21-84	1,96- 6,54	0,036- 0,162	0,006- 0,011	0,020- 0,09	0,021- 0,87	CETEC (2001); Mizerkowski & Machado (2005)
2007	25 - 32	7,8 8,08	5,7 – 8,5	0,7 – 2,4	14,6 27,9	5,2-47,6	0,008- 0,033	0,0006- 0,011	0,017 - 0,896*	0,012- 1,52	Machado (2008); Mizerkowski <i>et al.</i> (2009)*

* NID = N-NO₃ + N-NO₂ + N-NH₄

6.1.5.2.3 Qualidade da água na Área Diretamente Afetada (ADA) – segundo a Resolução CONAMA 357/05 (Classe II - Águas Salobras) com base em dados primários

Descritores Físico-Químicos da Coluna d'água

Na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais do TCP, a coluna d'água, investigada em oito pontos dispostos na ADA conforme figura a seguir, apresentou-se bastante homogênea quanto à salinidade, com pequenos incrementos meia-água e na água de fundo (figura 96).

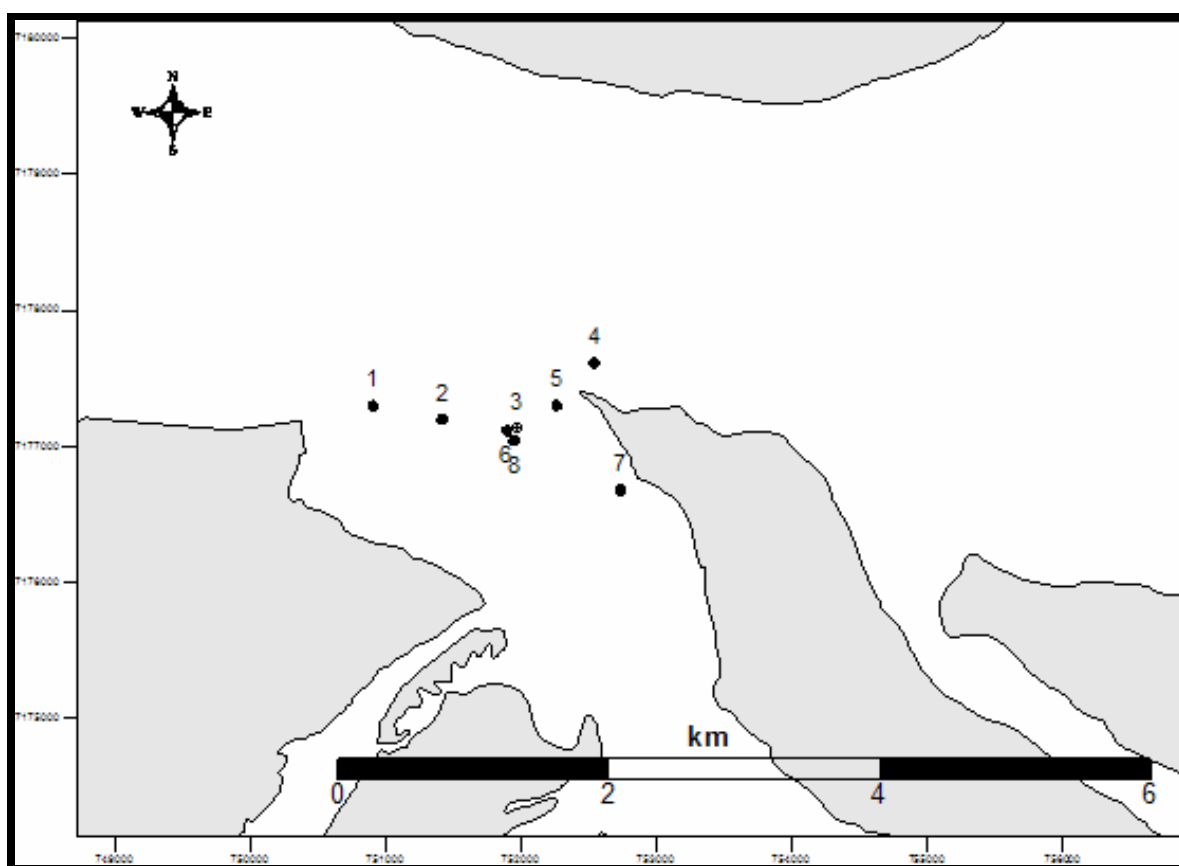


Figura 95 - Mapa com os pontos amostrais da coluna d'água.

De acordo com os critérios estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05, os valores de salinidade verificados na área em estudo, entre 25 e 27, permitem enquadrar a água da área investigada como **salobra**. Os valores registrados são compatíveis com os que foram verificados para o setor mediano em período similar por Machado *et al.* (1995).

O pH exibiu valores consistentes para águas estuarinas influenciadas por águas oceânicas (figura 97), variando entre 8,14 e 8,51, e estão dentro do intervalo de valores aceitáveis estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para as águas salobras. Entretanto, considerando que a amostragem foi realizada em condições de vazante, os valores foram relativamente altos, o que pode ser decorrente da atividade fotossintética do fitoplâncton no momento da amostragem. Por outro lado, tais resultados podem ser causados por problemas de calibração da sonda, produzindo sistematicamente valores acima dos valores reais.

O oxigênio dissolvido (figura 98) apresentou valores geralmente mais elevados nas amostras de água de superfície e meia água (exceto nos pontos 1 e 2), provavelmente devido ao turbilhonamento natural destas áreas em conjunto com a atividade fotossintética do fitoplâncton mais elevada na camada superficial com maior radiação solar incidente. Todas as amostras apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido acima do limite crítico mínimo de 4 mg/L, preconizado para as águas salobras da classe 2 (CONAMA 357/05).

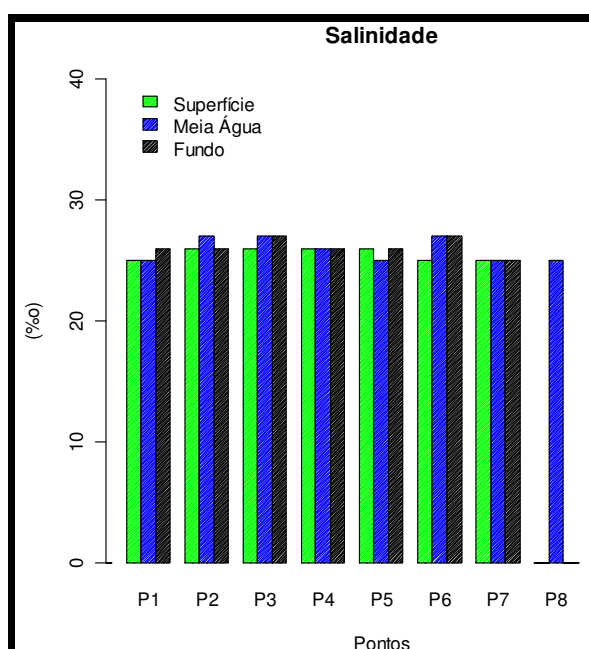


Figura 96 - Variação da salinidade na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009.

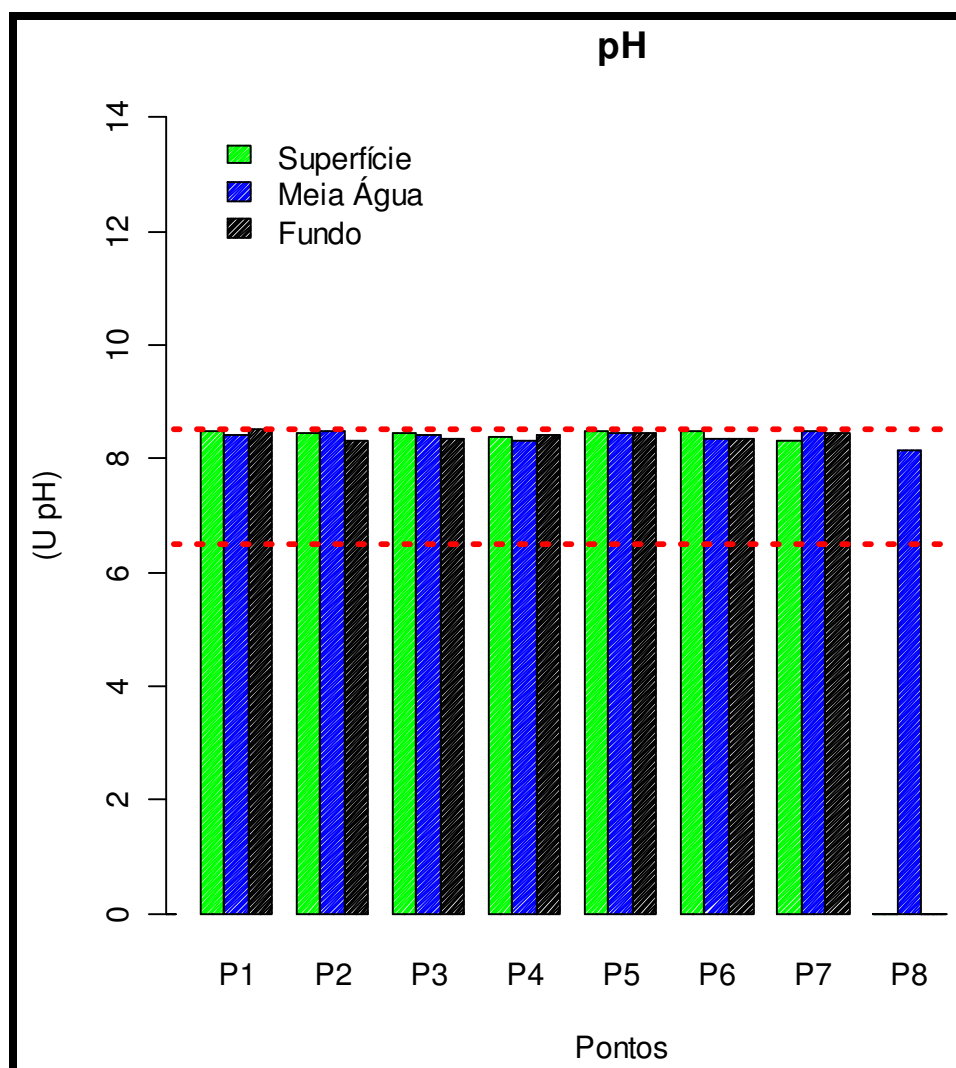


Figura 97 - Variação do pH na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. As linhas vermelhas pontilhadas representam os valores mínimo e máximo preconizados pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da classe 1.

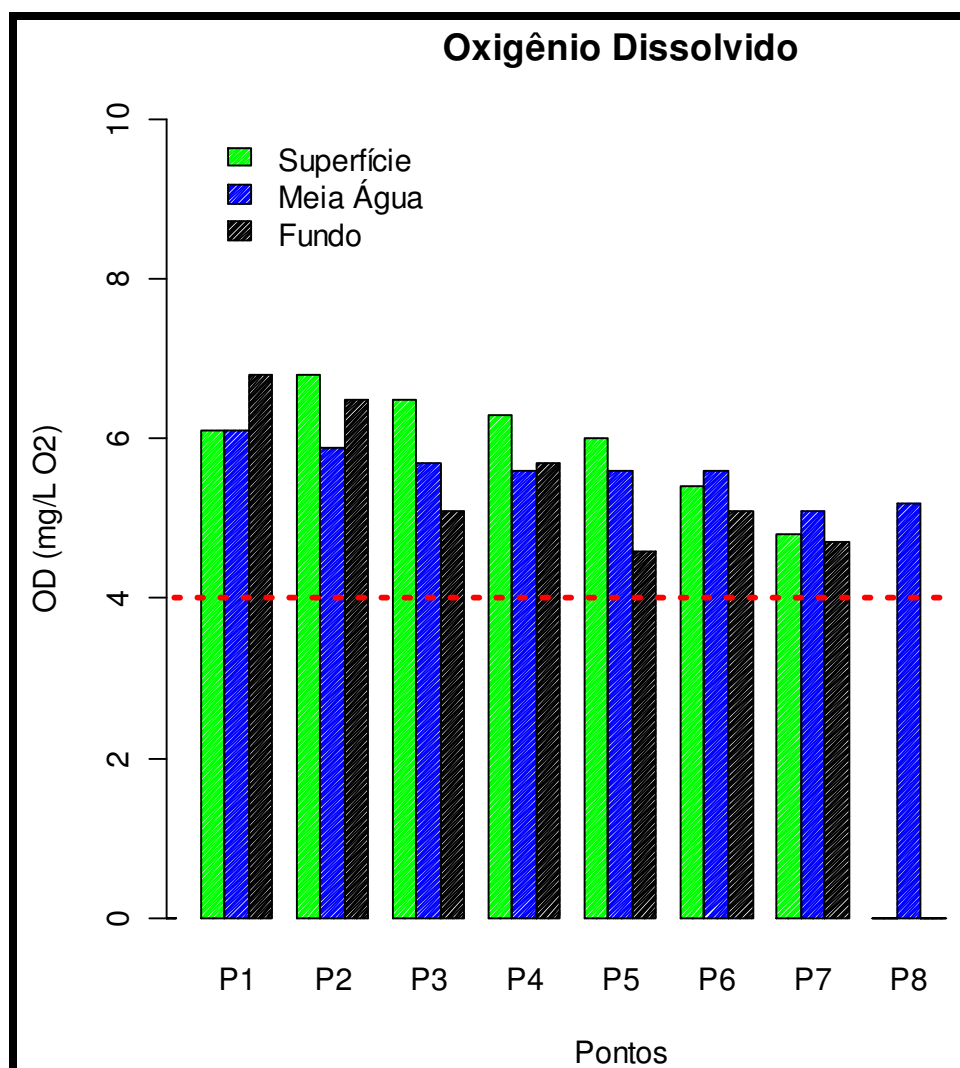


Figura 98 - Variação da concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009.

A linha vermelha pontilhada representa o valor mínimo preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2.

Parâmetros Inorgânicos

Nutrientes e Carbono Orgânico Total

A seguir são apresentados os resultados dos constituintes nitrogenados, fosfatados e carbono orgânico total, nas três profundidades investigados nos oito pontos situados na área diretamente afetada pela ampliação do cais oeste do TECP.

As concentrações de nitrato e nitrito não apresentaram um padrão de distribuição vertical bem definido, com valores entre 0,07 e 0,29 mg/L e <0,002 e 0,083mg/l, respectivamente (figura 99 e figura 100), abaixo dos limites críticos estabelecidos na legislação ambiental vigente, ainda que com valores máximos superiores aos reportados nos estudos pretéritos (tabela 64).

O nitrogênio amoniacal, em contraste, feriu o limite preconizado pela CONAMA 357/05 apenas em uma amostra coletada na água de superfície do ponto 4, com concentração de 0,95 mg/L (Figura 101). Intrigantemente todas as demais amostras apresentaram concentrações inferiores ao limite de quantificação analítico de 0,010 mg/L.

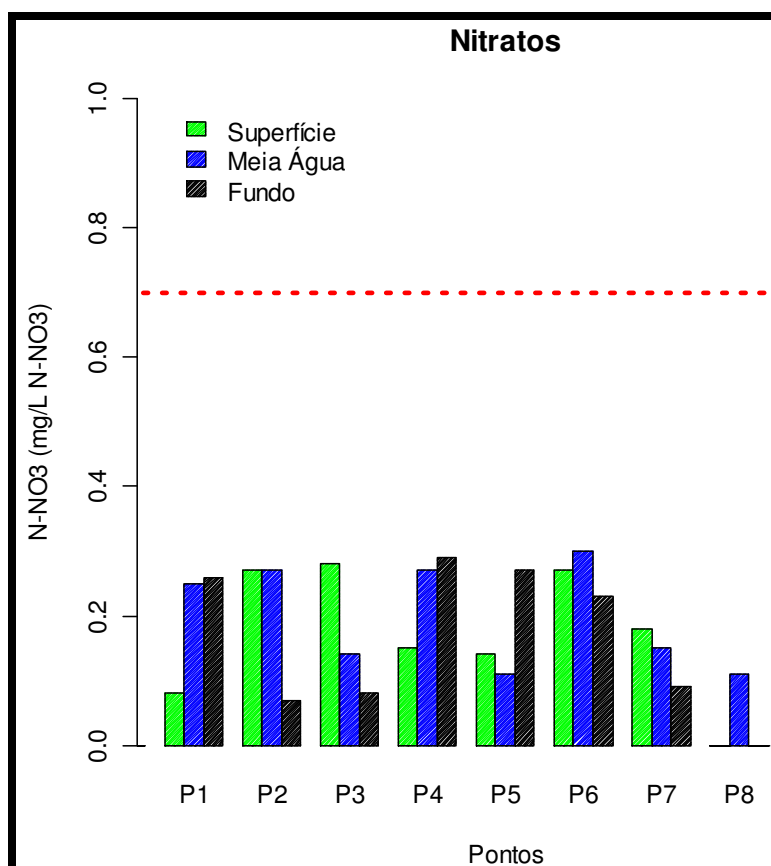


Figura 99 - Variação da concentração de nitrato (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2.

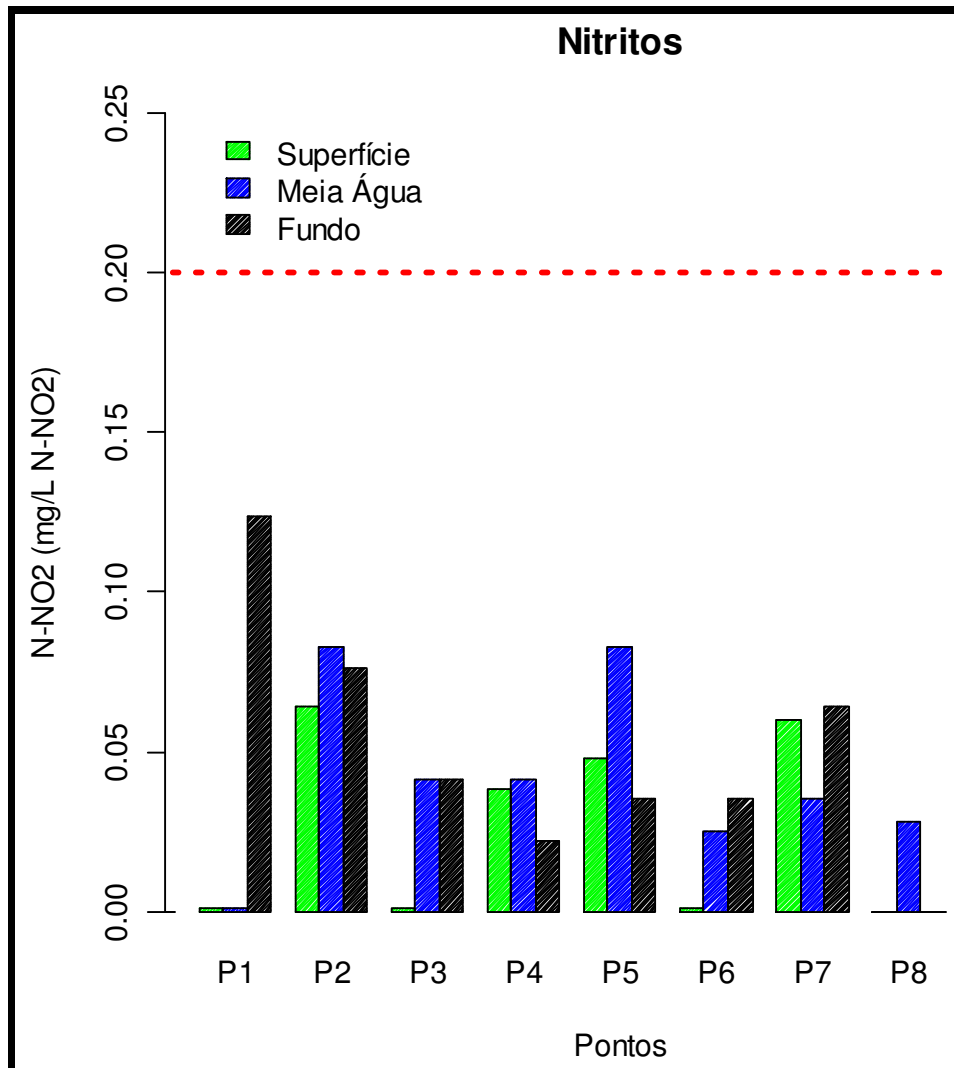


Figura 100 - Variação da concentração de nitrito (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2.

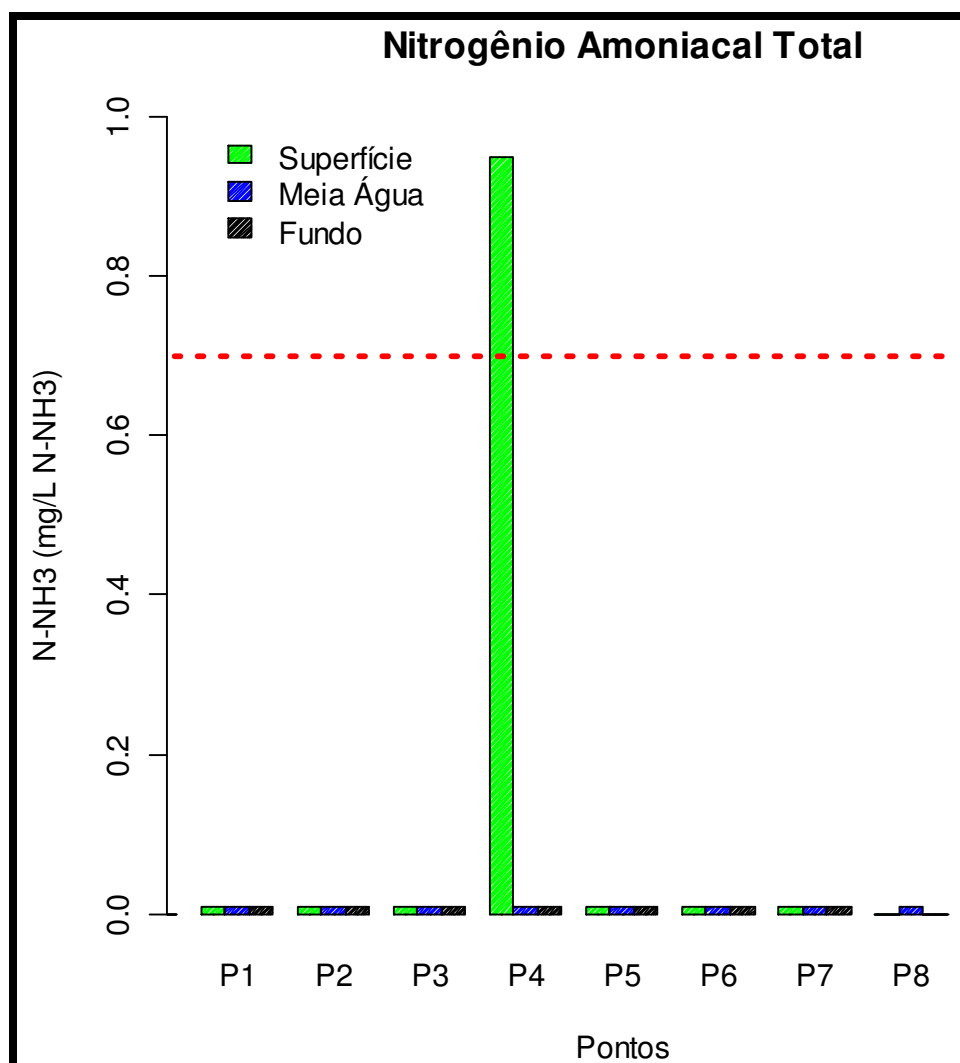


Figura 101 - Variação da concentração de nitrogênio amoniacal total (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2.

As concentrações de polifosfatos e fósforo total transgrediram os limites críticos estipulados pela legislação pertinente (figura 102 e figura 103). Para os polifosfatos, valores maiores que 0,093 mg/L foram verificados nas amostras de meia-água dos pontos 3 e 5 e nas de água de fundo dos pontos 4 e 6. O fósforo total apresentou concentrações maiores que 0,186 mg/L em diversas amostras, com um máximo de 0,41 mg/L na meia-água do ponto 5. Estes compostos, são associados a

detergentes e produto de degradação da matéria orgânica e, portanto, aos efluentes domésticos carreados pelo Rio Itiberê e Rio Sabiá, no momento da amostragem realizada em condições de vazante.

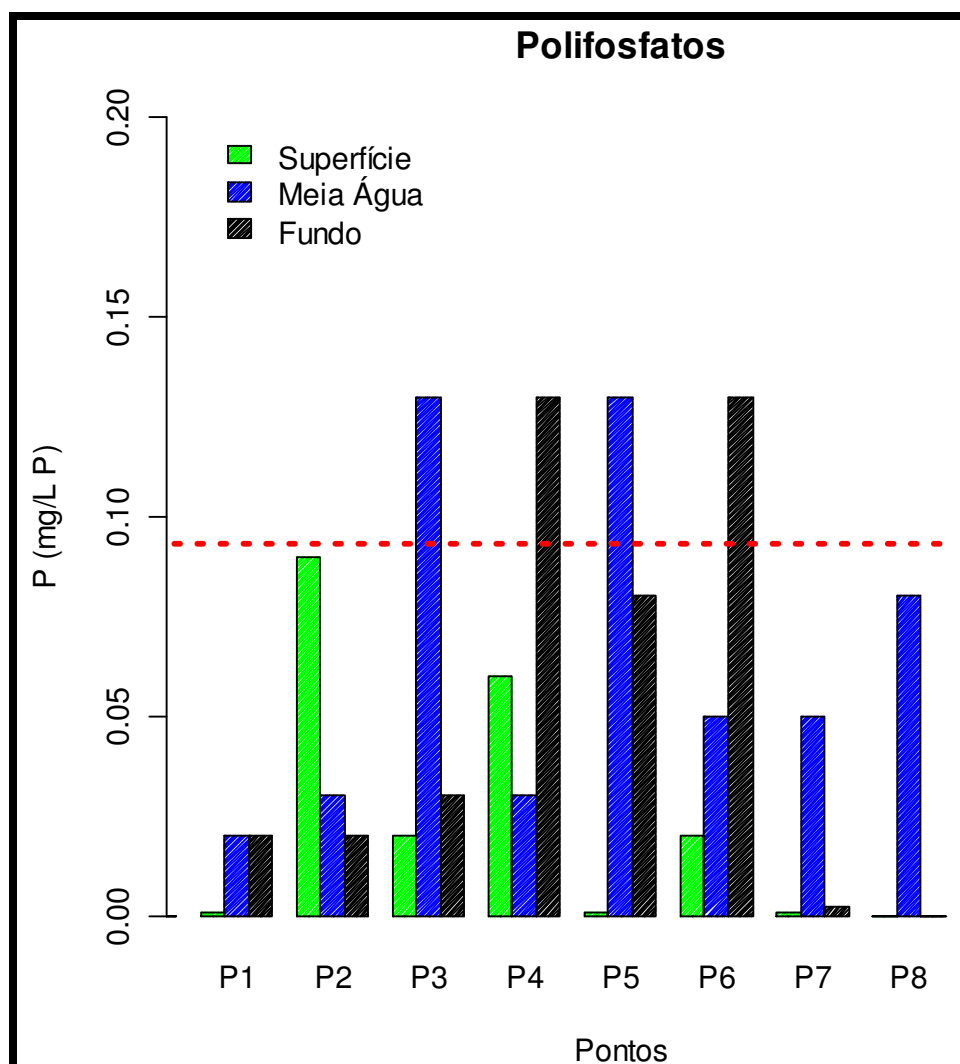


Figura 102 - Variação da concentração de polifosfatos (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2.

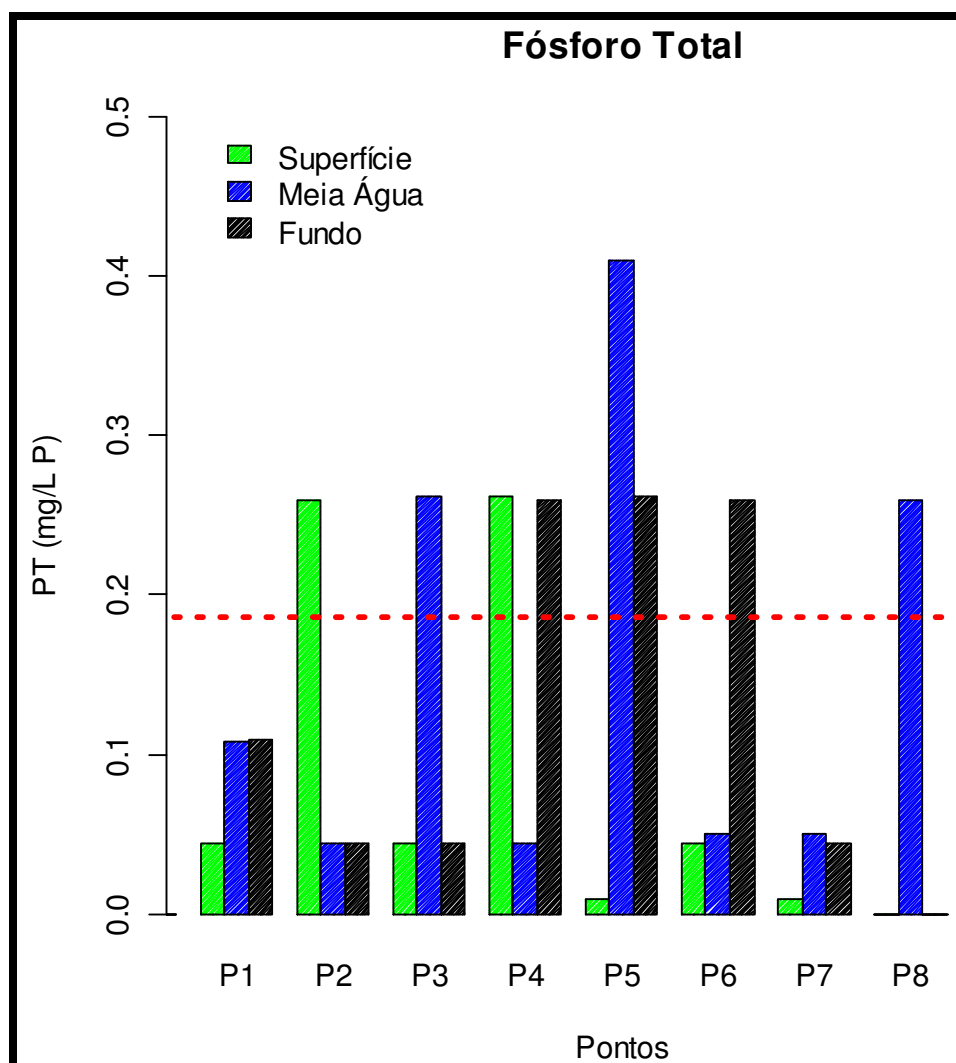


Figura 103 - Variação da concentração de fósforo total (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2.

Todas as amostras coletadas na ADA apresentaram concentrações de carbono orgânico total superiores ao limite de 5 mg/L estabelecido para as águas salobras da classe 2 pela Resolução CONAMA 357/05, com um máximo de 44,5 mg/L na água de superfície do ponto 3 (figura 104). Como para o fósforo total e polifosfatos, a principal fonte antrópica deste constituinte é, provavelmente os rejeitos domésticos carreados pelo rios Sabiá e Itiberê, com contribuição de aportes naturais derivados dos manguezais presentes na Ilha Rasa da Cotinga e margens do Rio Itiberê.

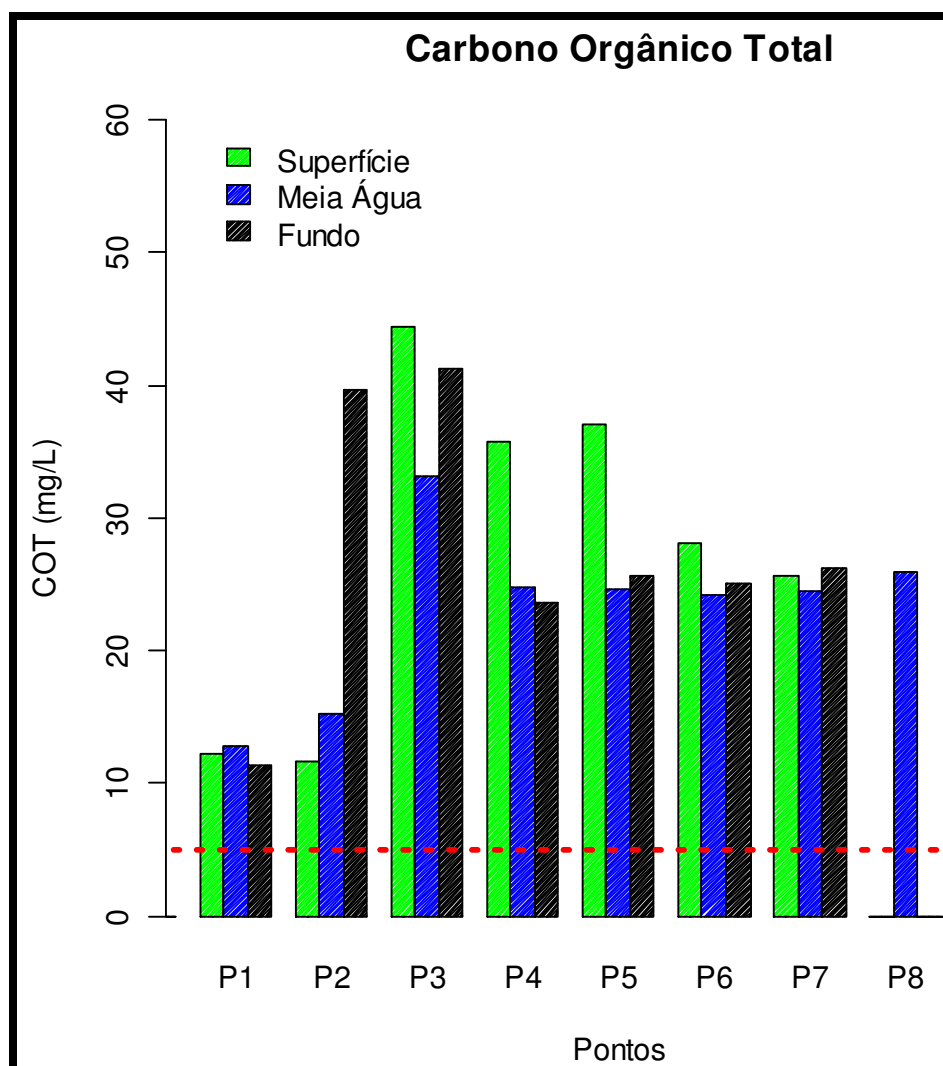


Figura 104 - Variação da concentração de carbono orgânico total (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2.

Elementos Traço e outros Contaminantes Inorgânicos

Os contaminantes inorgânicos investigados nas amostras de água de superfície, meia-água e água de fundo nos oito pontos dispostos na área diretamente afetada pelo empreendimento são apresentados a seguir.

As concentrações de arsênio, cádmio, chumbo, cromo total, cobre dissolvido, níquel, zinco, mercúrio e selênio em todas as amostras nos oito pontos investigados na ADA foram menores que os limites máximos permitidos para as águas salobras da classe 2 (figura 105 a figura 113). Suas prováveis fontes são apresentadas nas figura 153 a figura 156. As concentrações de As, Pb e Hg estiveram abaixo do limite de quantificação analítico (LD).

Para o Cu (figura 109), apenas a meia-água do ponto 1 apresentou uma concentração acima do LQ, de 0,007 mg/L, bem próxima do limite preconizado pela legislação. O cobre é uma substância que ocorre naturalmente no ambiente e é transportado por processos naturais nos sistemas aquáticos. É amplamente utilizado inclusive nas indústrias e na agricultura, a qual libera compostos solúveis para o ambiente. Nas águas superficiais, o cobre pode percorrer grandes distâncias tanto em partículas em suspensão ou como íons livres (dissolvido). A maior parte dos compostos de cobre, entretanto, tende a se ligar com partículas e sedimentar. Uma fonte potencial seria a sucata elétrica disposta em aterros sanitários. A produção de fertilizantes fosfatados também pode representar uma fonte deste contaminante para o sistema.

O níquel (figura 110) e o zinco (figura 111) foram os elementos traço que apresentaram relativamente maiores concentrações nas áreas investigadas, ainda que abaixo dos níveis críticos de referência. O zinco pode provir dos efluentes urbanos e passivos como aterros sanitários. Este elemento é um micronutriente essencial, porém tóxico quando em excesso, especialmente para os microorganismos aquáticos. As espécies solúveis de Zn são prontamente disponíveis para as reações biológicas e, portanto, são as mais tóxicas. Efluentes derivadas de indústrias galvânicas e de produção de baterias podem ser fontes importantes deste metal traço para os ambientes aquáticos.. Compostos de Zn são aplicados para muitos propósitos diferentes. O níquel por sua vez, pode ser derivado dos combustíveis das embarcações e também dos efluentes urbanos de Paranaguá.

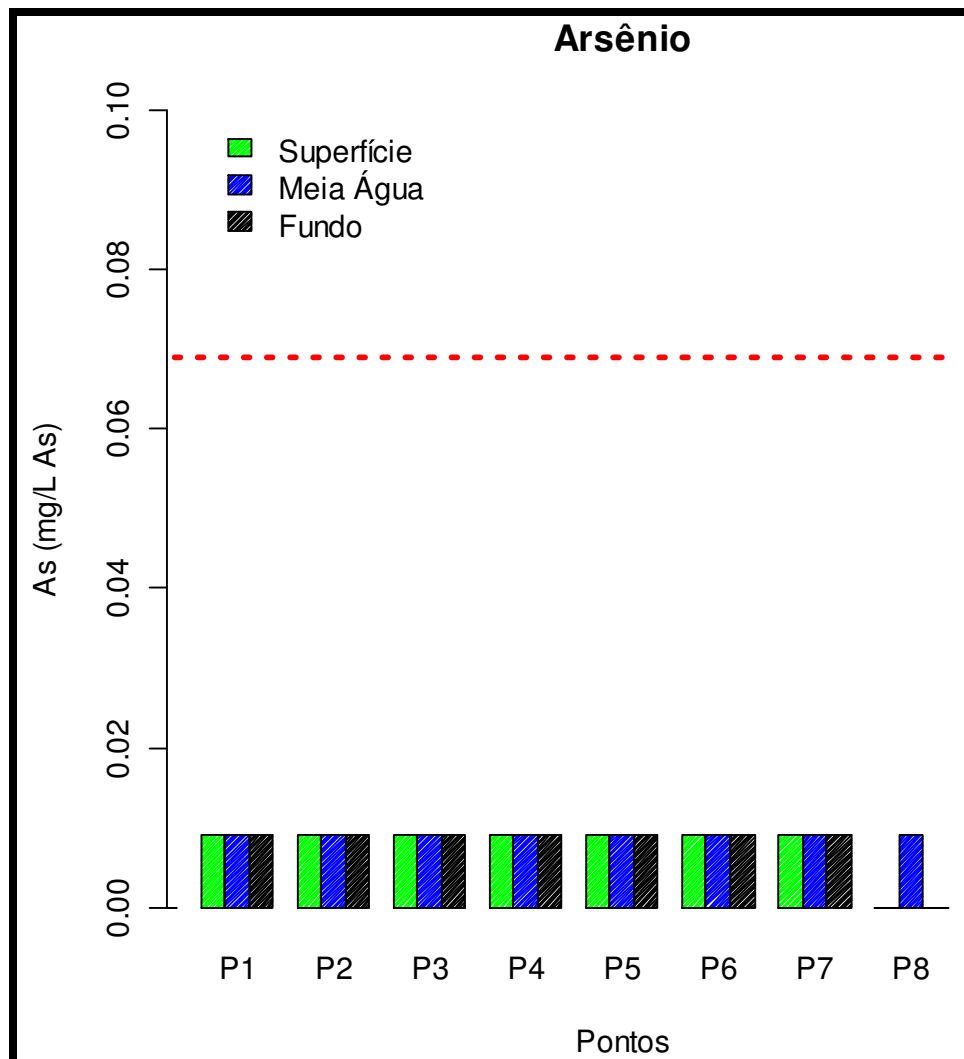


Figura 105 - Variação da concentração de arsênio total (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ=0,01 mg/L)

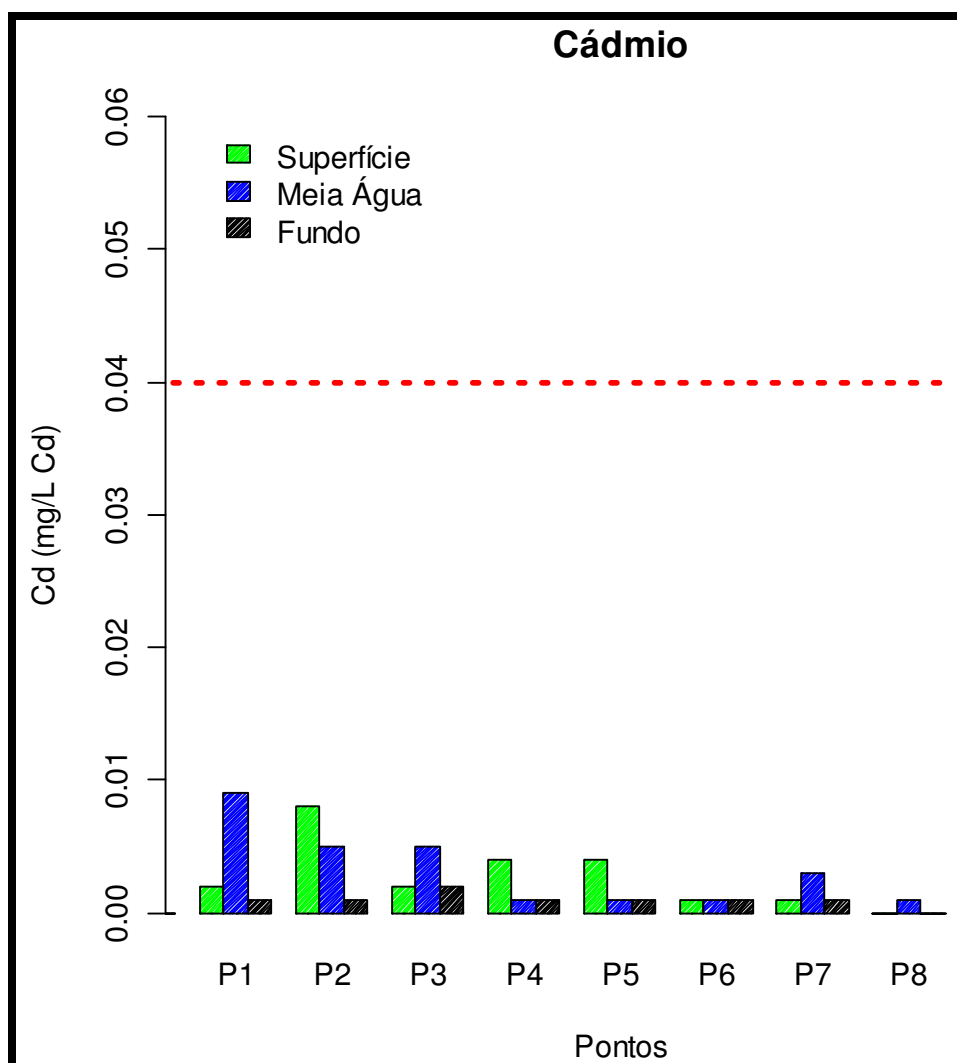


Figura 106 - Variação da concentração de cádmio (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 mg/L)

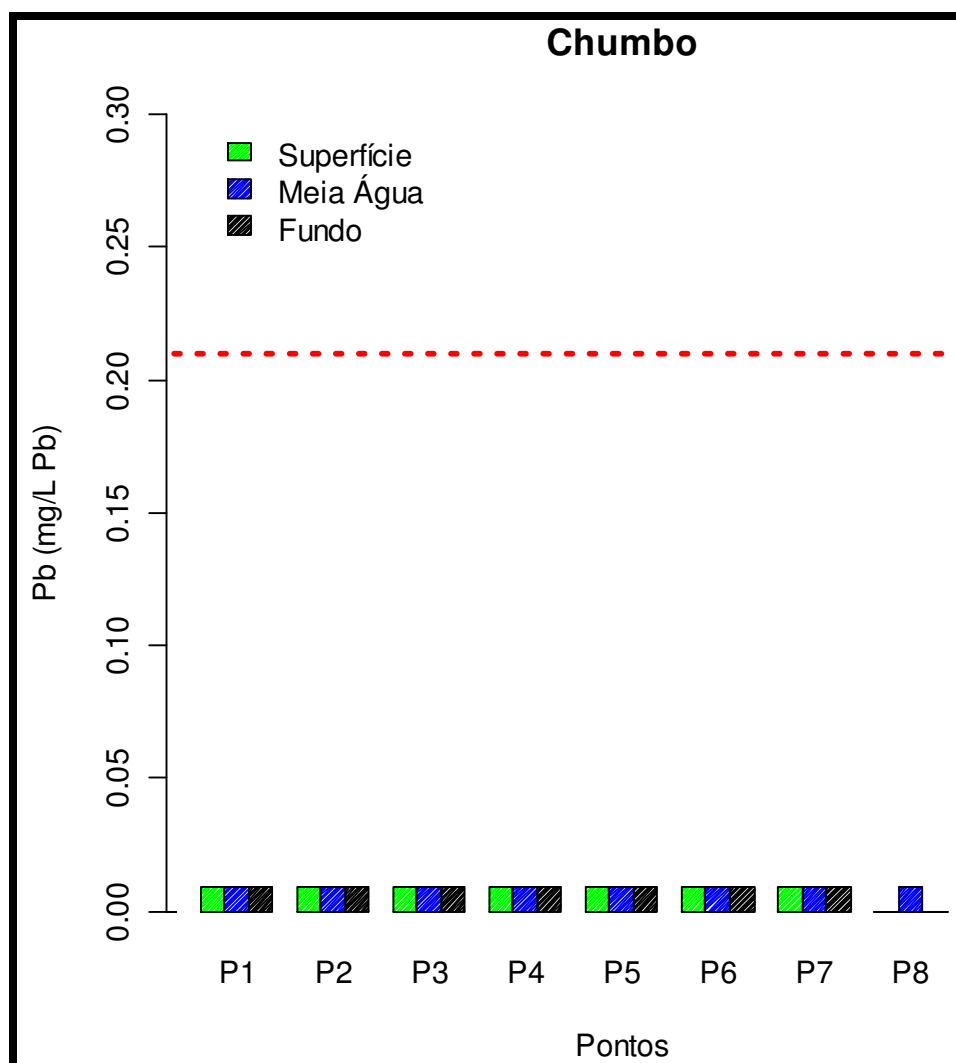


Figura 107 - Variação da concentração de chumbo (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 mg/L)

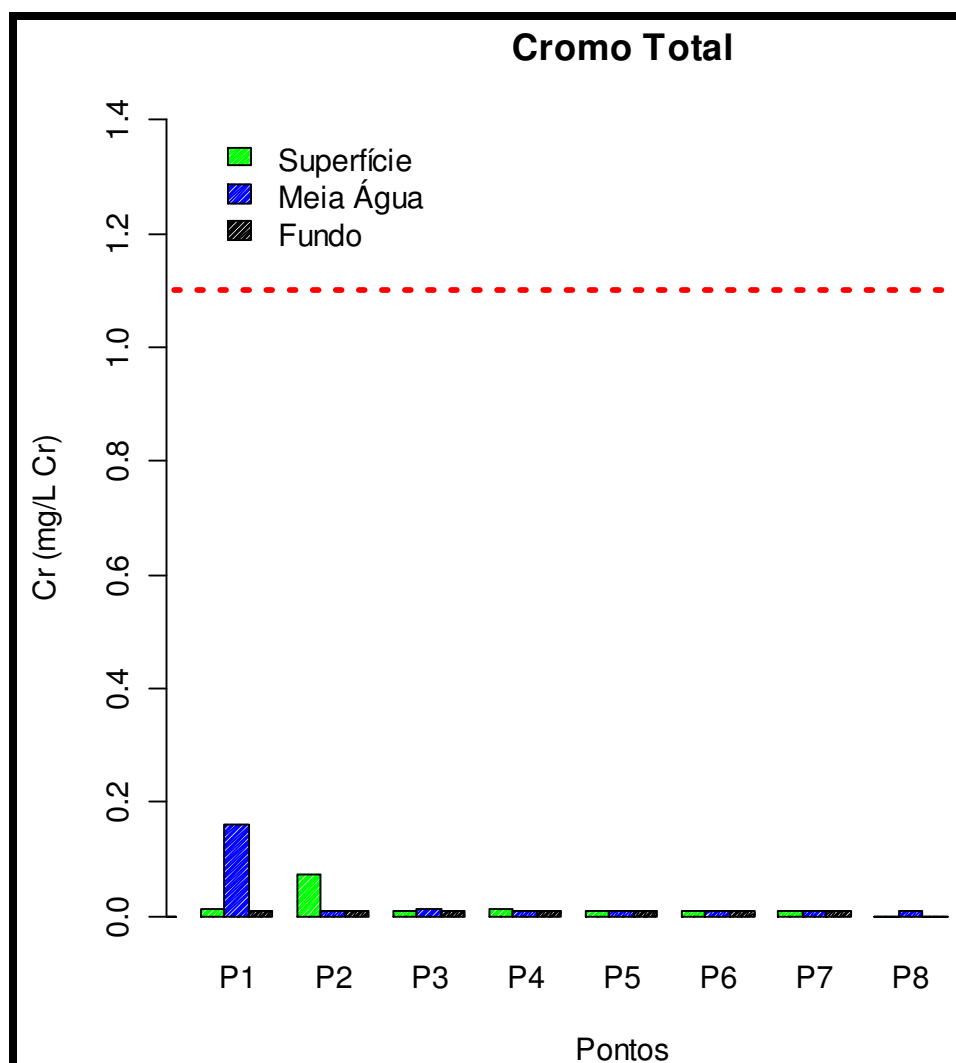


Figura 108 - Variação da concentração de cromo total (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 mg/L)

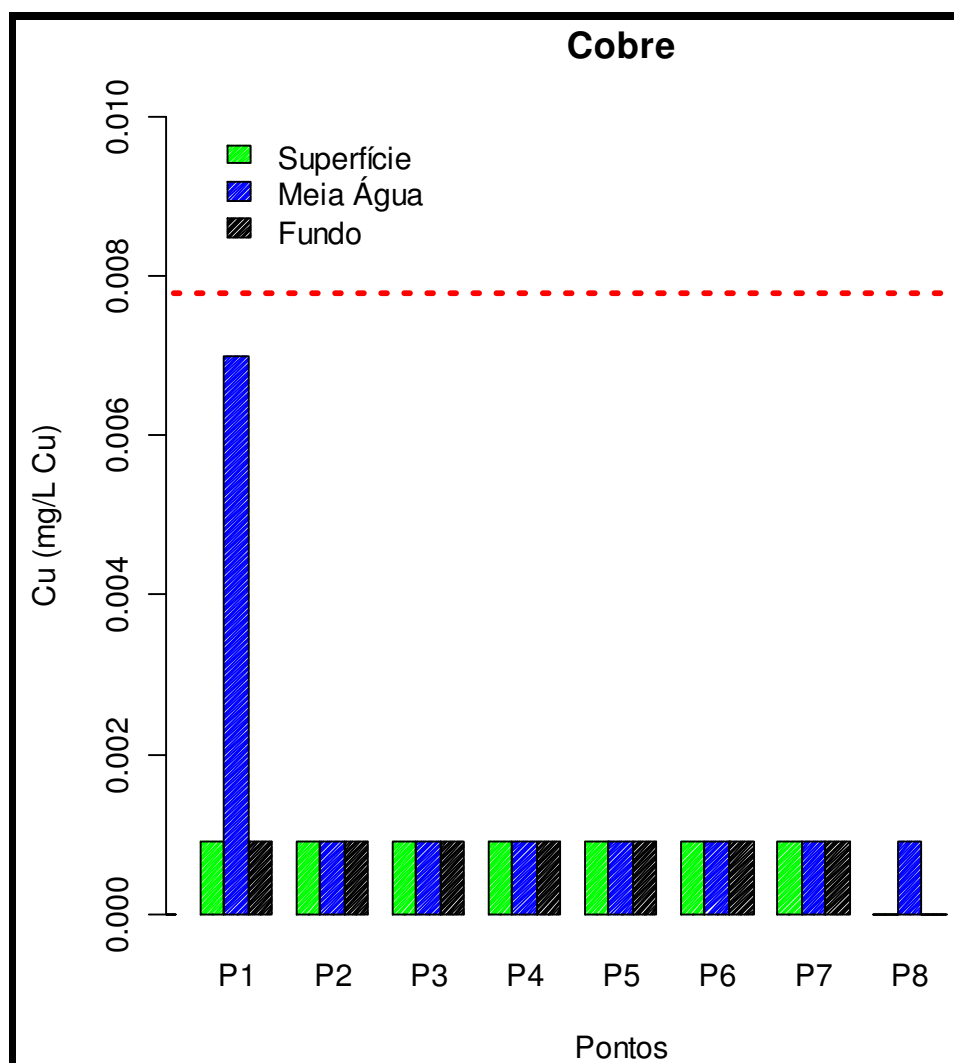


Figura 109 - Variação da concentração de cobre dissolvido (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 mg/L)

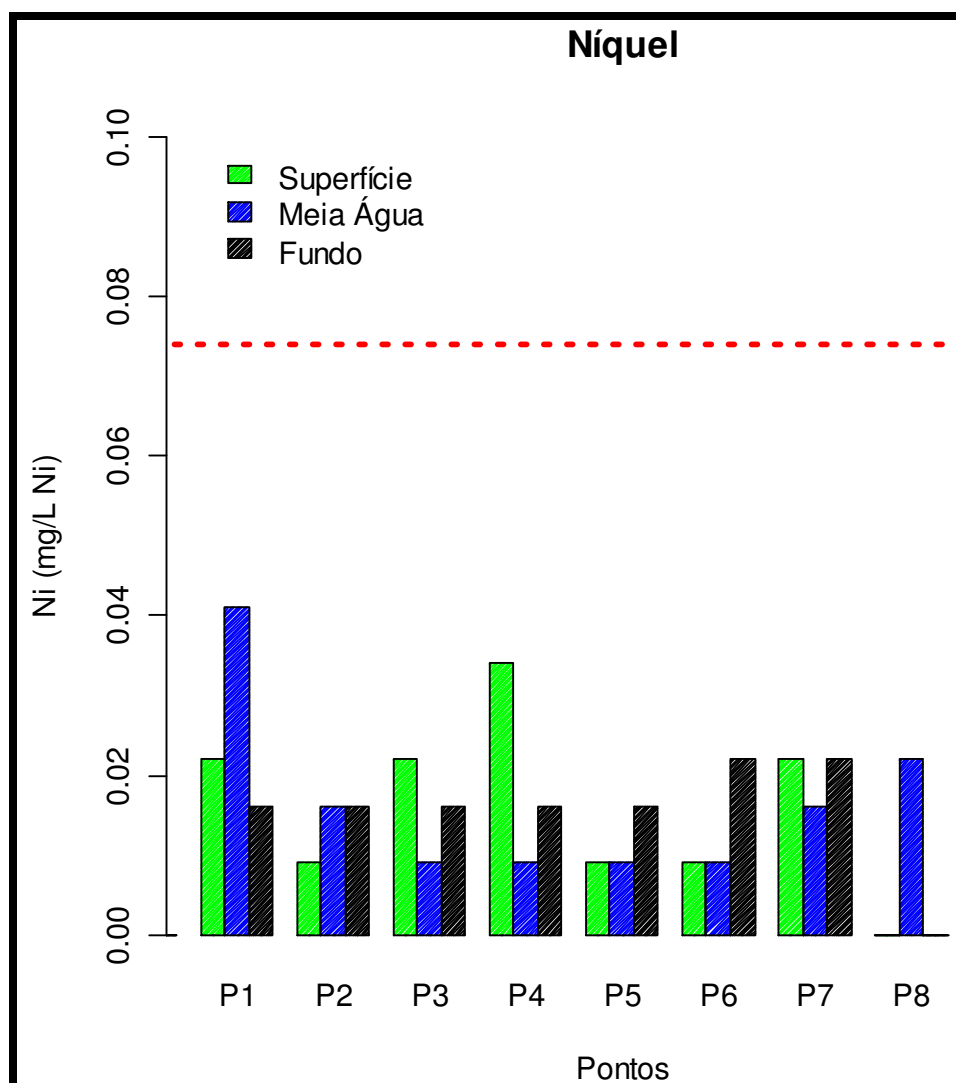


Figura 110 - Variação da concentração de níquel (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 mg/L)

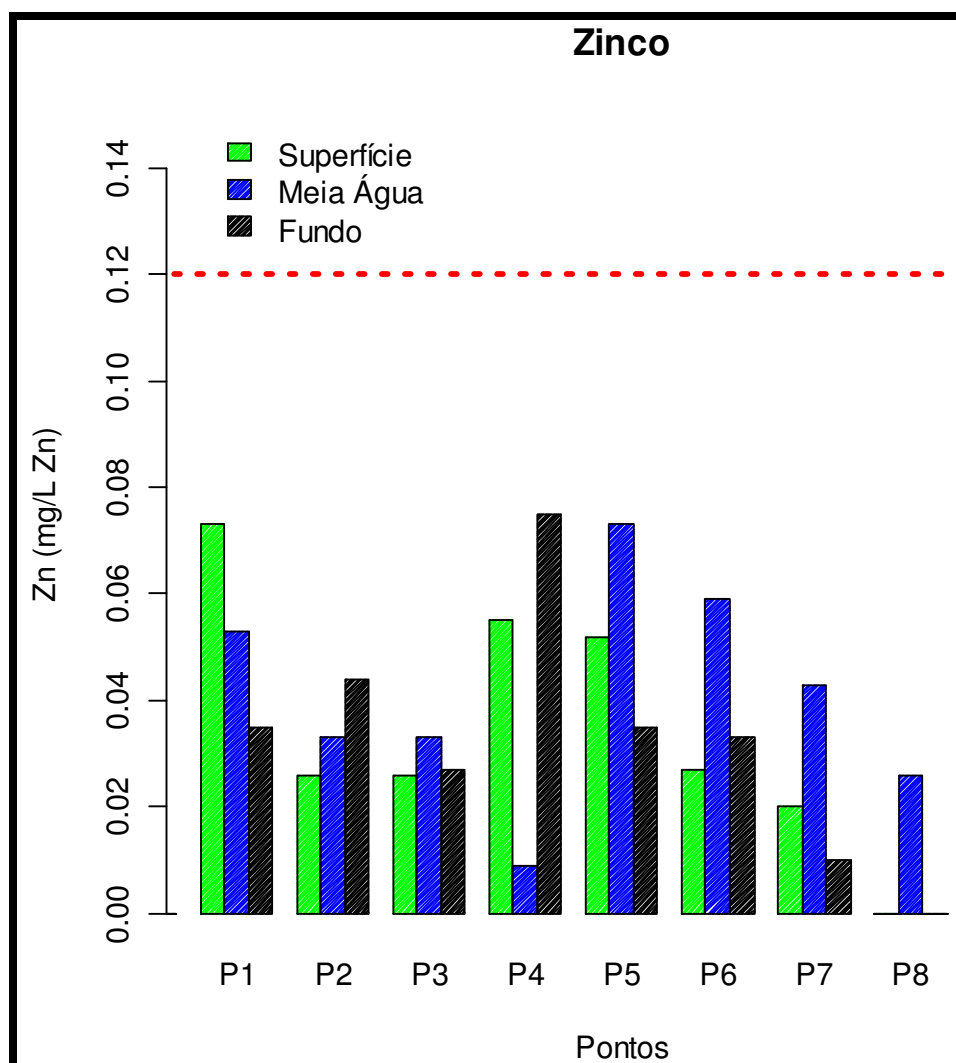


Figura 111 - Variação da concentração de zinco (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01)

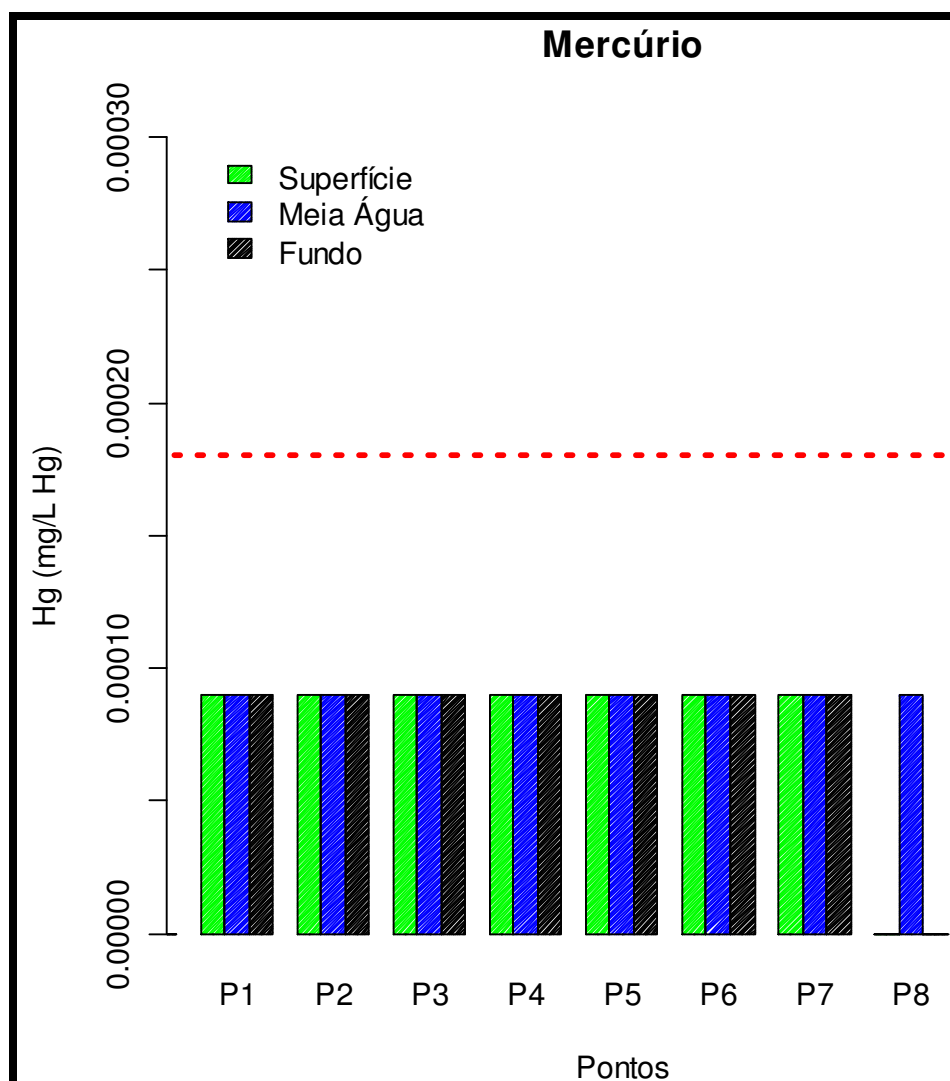


Figura 112 - Variação da concentração de mercúrio (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,0001 mg/L)

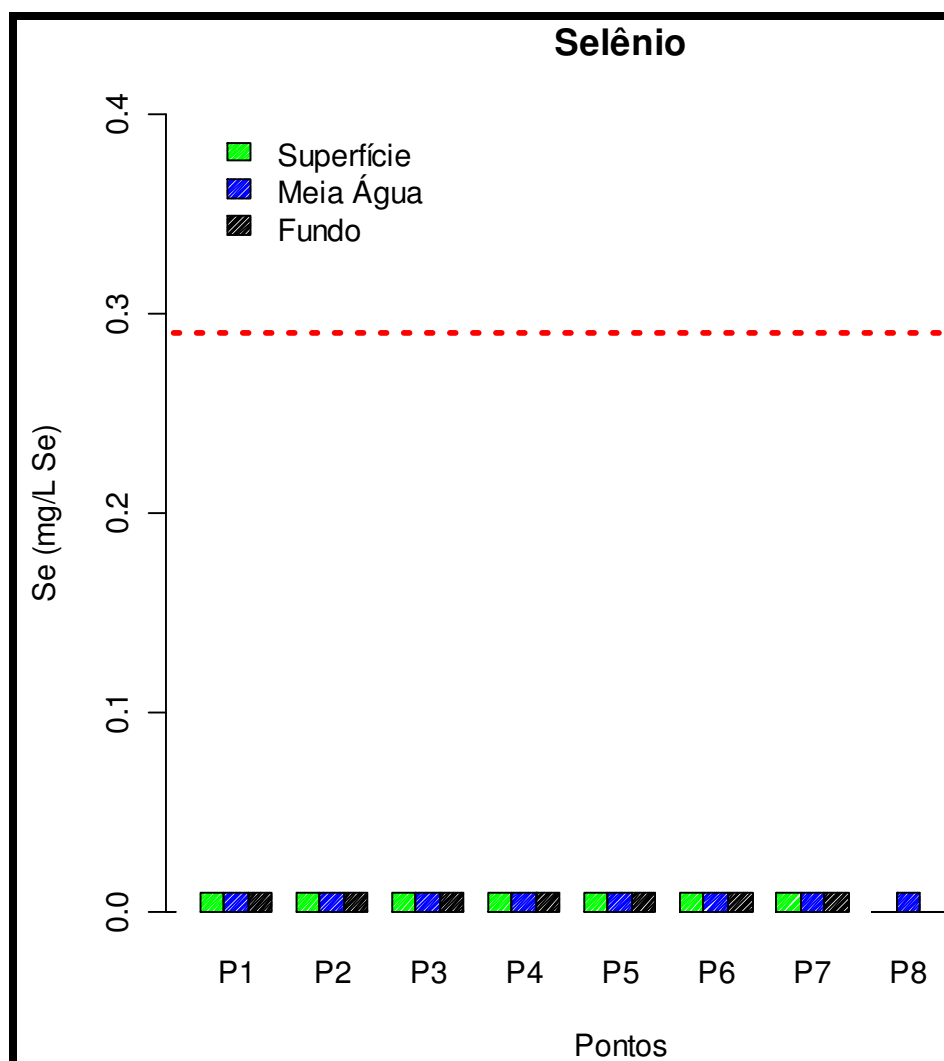


Figura 113 - Variação da concentração de selênio (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 mg/L)

As concentrações de cianeto livre violaram o limite aceito pela legislação em praticamente todas as amostras de água coletadas nos oito pontos da área diretamente afetada pelo empreendimento, alcançando até cerca de sete vezes o valor limite na água de fundo do ponto 7 (figura 114).

Segundo Dutra et al. (2002), o cianeto é considerado um dos principais agentes poluidores dos recursos hídricos. Suas principais fontes incluem os descartes de processos de mineração, usinas siderúrgicas, indústrias químicas de compostos orgânicos e estações de tratamento de água (HARPER & GOLDHABER, 1997, in: DUTRA *et al.* 2002). Outras fontes de cianeto incluem queima de lixo em aterros sanitários e uso de pesticidas contendo cianeto (DUTRA *et al.* 2002). Fontes não pontuais podem incluir o uso de pesticidas. Uma das maiores fontes é a deposição atmosférica de emissões de veículos automotivos. Em contraste, a quantidade de cianeto liberada por fontes naturais, tais como combustão incompleta de madeira, decomposição de detritos vegetais e fungos, é comparativamente baixa.

De acordo com Moran (2010), o cianeto se combina prontamente com metais, motivo pelo qual é usado na mineração e também com outros elementos químicos produzindo uma grande variedade de compostos tóxicos. E por ser um composto orgânico, constituído basicamente por um átomo de carbono e um de nitrogênio, reage facilmente com matéria orgânica incluindo os organismos vivos. Ainda segundo este autor, o íon cianeto (CN^-) e o cianeto de hidrogênio (HCN) são designados como cianeto livre. Ambas as formas são tóxicas para os humanos e para a biota aquática se ingeridas. As quantidades relativas de cada uma da forma são controladas pelo pH. Com valores entre 6,0 e 8,5, como verificado neste estudo (figura 97), está presente como HCN .

O cianeto é tóxico para a biota aquática causando o bloqueio do transporte do oxigênio nos organismos. As concentrações letais para peixes estão na ordem de micrograma por litro e para mamíferos na faixa de miligrama por litro. A exposição crônica ao cianeto afeta a reprodução, a fisiologia e a atividade de muitas espécies de peixes e, conseqüentemente pode prejudicar os recursos pesqueiros em áreas contaminadas com este composto (MORAN, 2010). A toxicidade do cianeto também aumenta com o decréscimo do oxigênio dissolvido e com o aumento da temperatura.

Analisando o mapa das fontes poluidoras elaborado pelo projeto CAD (figura 153 a figura 156), não é possível identificar uma fonte industrial deste contaminante para a área estudada. Assim, restam apenas os efluentes urbanos como fonte potencial.

Em vista da falta de informações mais precisas, portanto, recomenda-se um levantamento mais abrangente deste contaminante na coluna d'água do setor mediano do CEP.

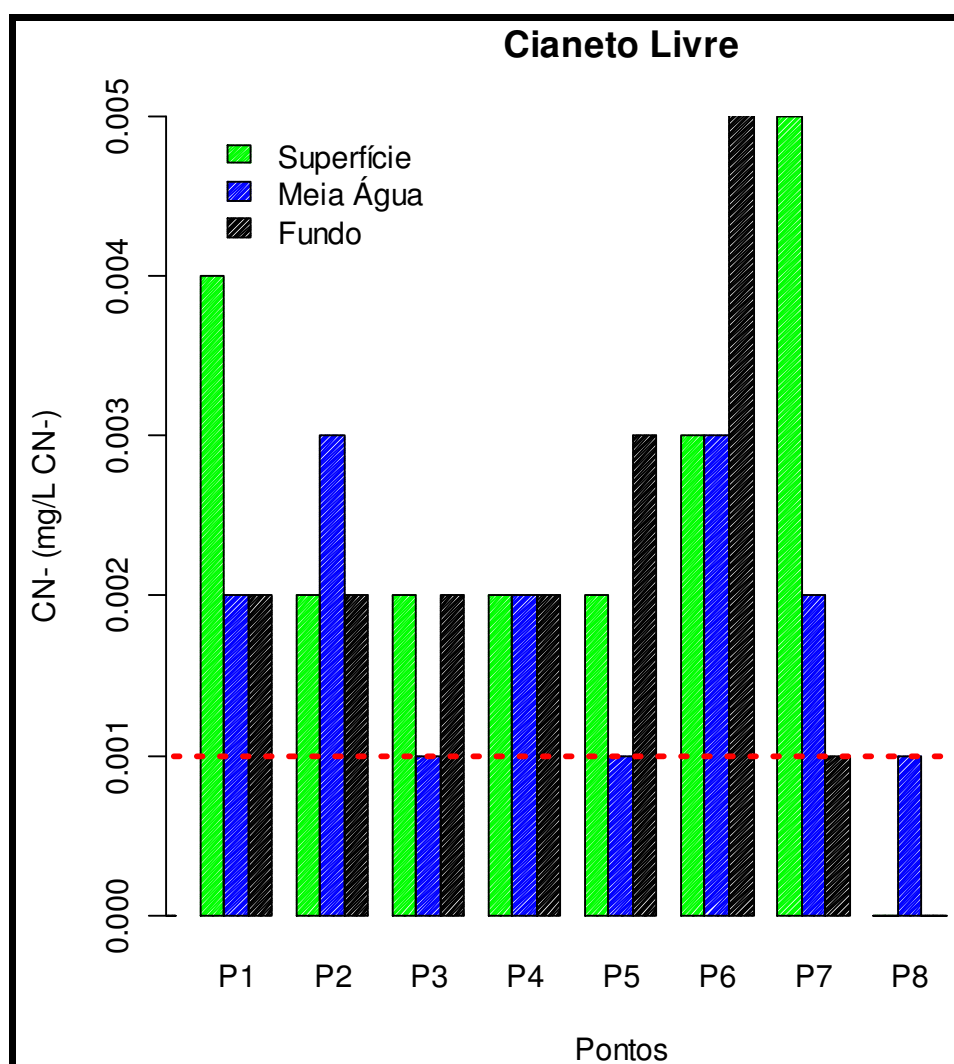


Figura 114 - Variação da concentração de cianeto livre (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,002 mg/L)

Em todas as amostras coletadas nos oito pontos dispostos na ADA do empreendimento, as concentrações de Cloro residual violaram o limite crítico estabelecido na Resolução CONAMA 357/5, com um máximo cerca de 14 vezes o valor estipulado na legislação. (figura 115). Os usos primários de cloro incluem a desinfecção de água potável, tratamento de esgotos e de piscinas. As propriedades bactericidas do cloro são bem conhecidas. O cloro é eficiente no tratamento geral da água como redutor da cor, odor e gosto, além de destruir o sulfeto de hidrogênio e o cianeto. Por outro lado, as mesmas propriedades que o tornam um poderoso agente de tratamento da água potável, causam toxicidade aos organismos aquáticos. Assim, os efluentes domésticos podem constituir uma fonte antrópica importante para as águas naturais, incluindo águas costeiras e estuarinas. No caso específico das cidades litorâneas do Paraná, a concentração de cloro na água potável pode ser até cinco vezes mais elevada do que nas cidades do interior do estado, em virtude da coloração escura e forte odor naturais das águas captadas para uso humano na região. O uso industrial também pode constituir uma fonte importante, já que é amplamente usado por suas propriedades desinfetantes e oxidantes, e também na fabricação de produtos clorados e não clorados. Porém, as elevadas concentrações encontradas durante a vazante e na área de influência da drenagem dos rios Sabiá e Itiberê, sugerem o predomínio de fontes urbanas.

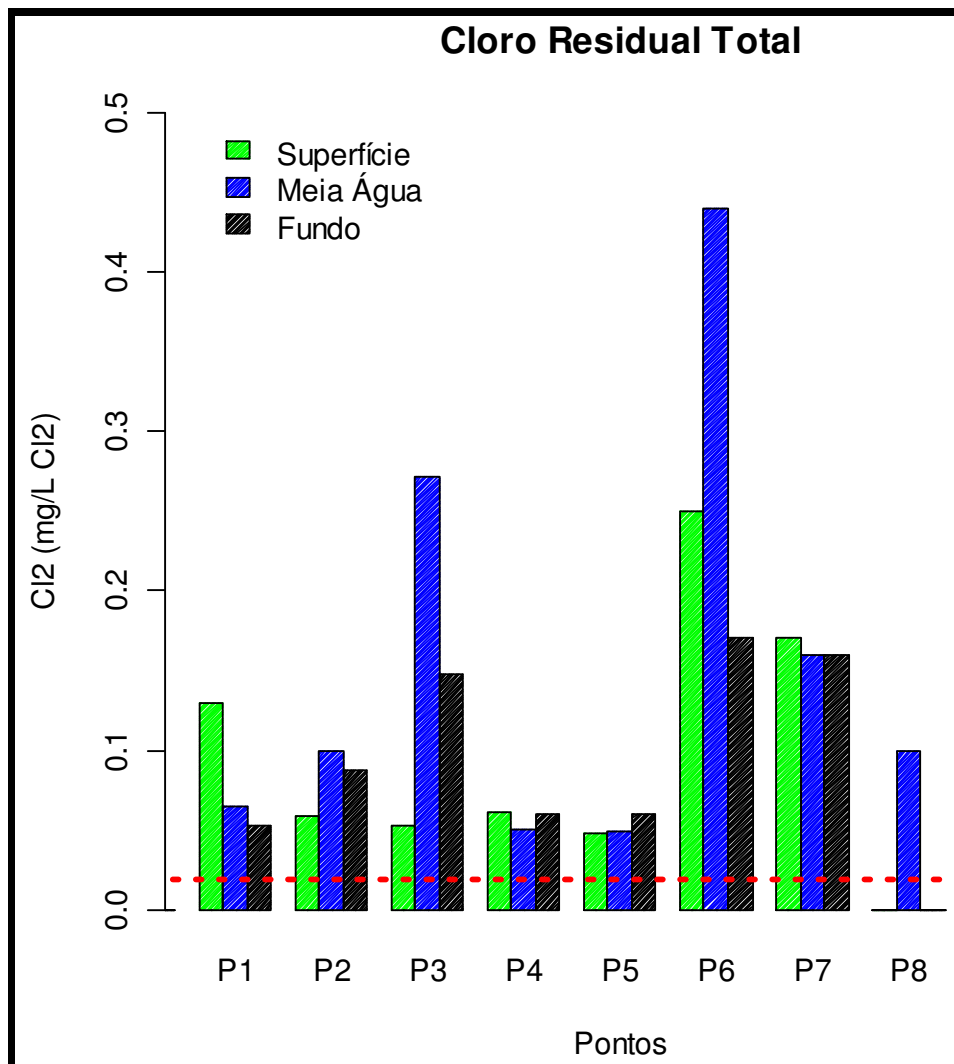


Figura 115 - Variação da concentração de cloro residual total (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 mg/L)

Parâmetros Orgânicos

Surfactantes e Óleos e Graxas

A seguir são apresentados os resultados dos parâmetros orgânicos contemplados na Resolução CONAMA 357/05.

As concentrações registradas na maioria das amostras de água coletadas na ADA apresentaram concentrações de surfactantes acima do valor permitido pela legislação vigente (figura 116).

Os surfactantes abrangem um amplo grupo de compostos químicos sintéticos, com propriedades tensoativas, as quais os tornam um ingrediente chave na formulação de detergentes domésticos e industriais, mas também em produtos de higiene e mesmo de pesticidas, sendo os surfactantes aniônicos alquíbenzenos sulfonados lineares (LAS) os mais representativos conforme relatado por Lara-Martín *et al.* (2008). Segundo estes autores, as principais fontes para os sistemas aquáticos são efluentes urbanos e industriais, sendo que de 67 a 99% dos metabólitos derivados do LAS lançados nos sistemas aquáticos permanece em sua forma dissolvida. Tóxicos para os organismos aquáticos, podem ser bioacumulados por um fator de 300 (WHITEHOUSE *et al* 1998). As elevadas concentrações detectadas na coluna d'água da área investigada provêm, provavelmente da mesma fonte dos polifosfatos e cloro residual, ou seja, dos efluentes urbanos de Paranaguá, carreados pelos rios Itiberê e Sabiá.

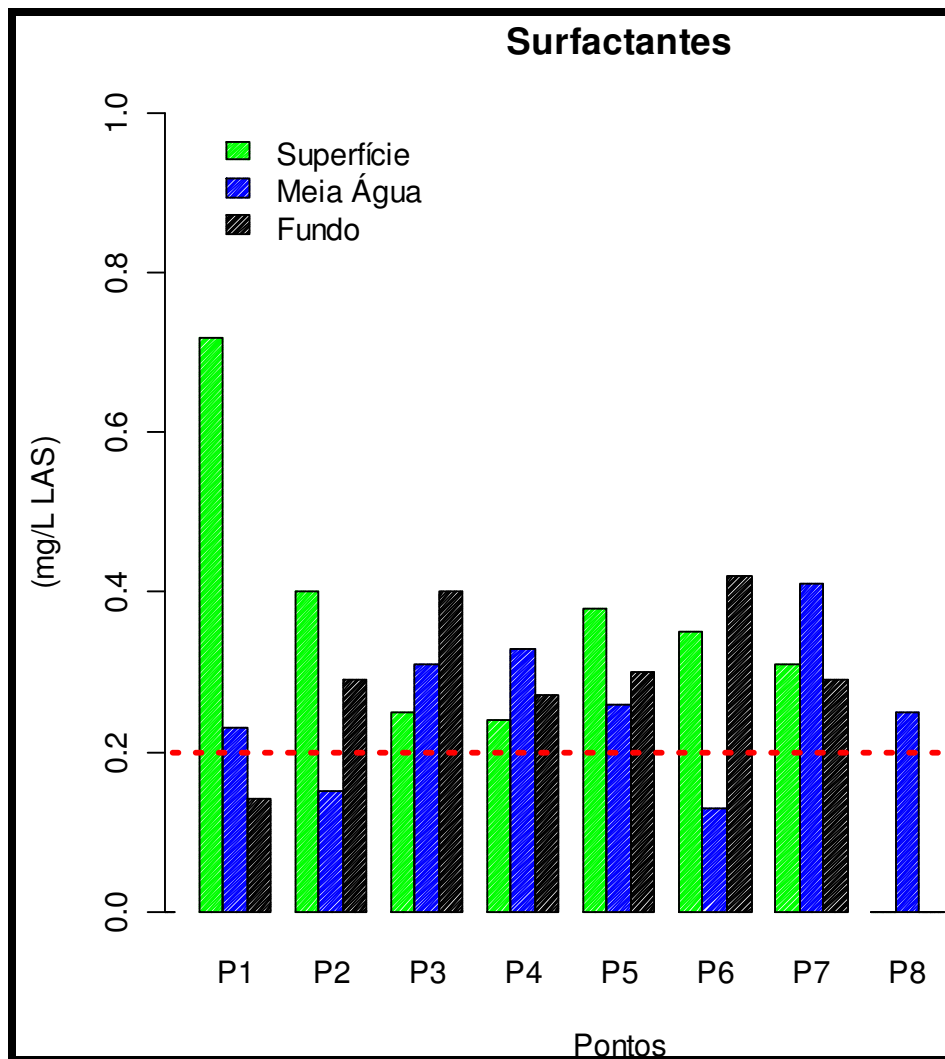


Figura 116 - Variação da concentração de surfactantes (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 mg/L LAS)

Os óleos e graxas totais são compostos orgânicos (hidrocarbonetos, gorduras e ésteres) de origem mineral, vegetal ou animal. Suas fontes antrópicas incluem efluentes domésticos e industriais. Os rejeitos industriais, derivados principalmente de refinarias, são quantitativamente mais importantes. A Resolução CONAMA 357/05 recomenda que tais substâncias devam estar absolutamente ausentes nas águas naturais brasileiras. Os óleos e graxas totais foram detectados na maioria dos

pontos (figura 117) e os óleos e graxas minerais em quatro dos oito pontos investigados (figura 118). Parece provável que estes resultados reflitam uma mistura de fontes destes compostos: proveniente da drenagem urbana, das marinas e tráfego de embarcações e até mesmo dos manguezais que circundam a área em questão.

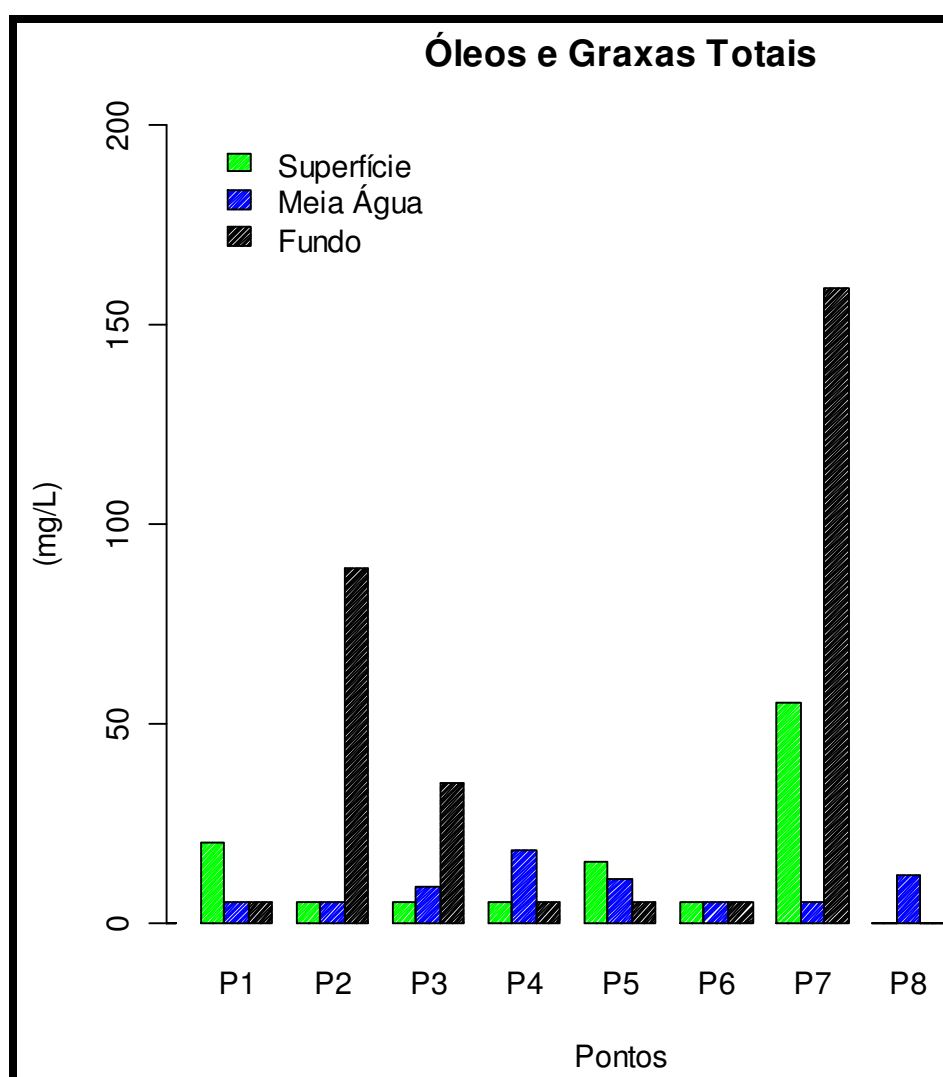


Figura 117 - Variação da concentração de óleos e graxas totais (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 5 mg/L)

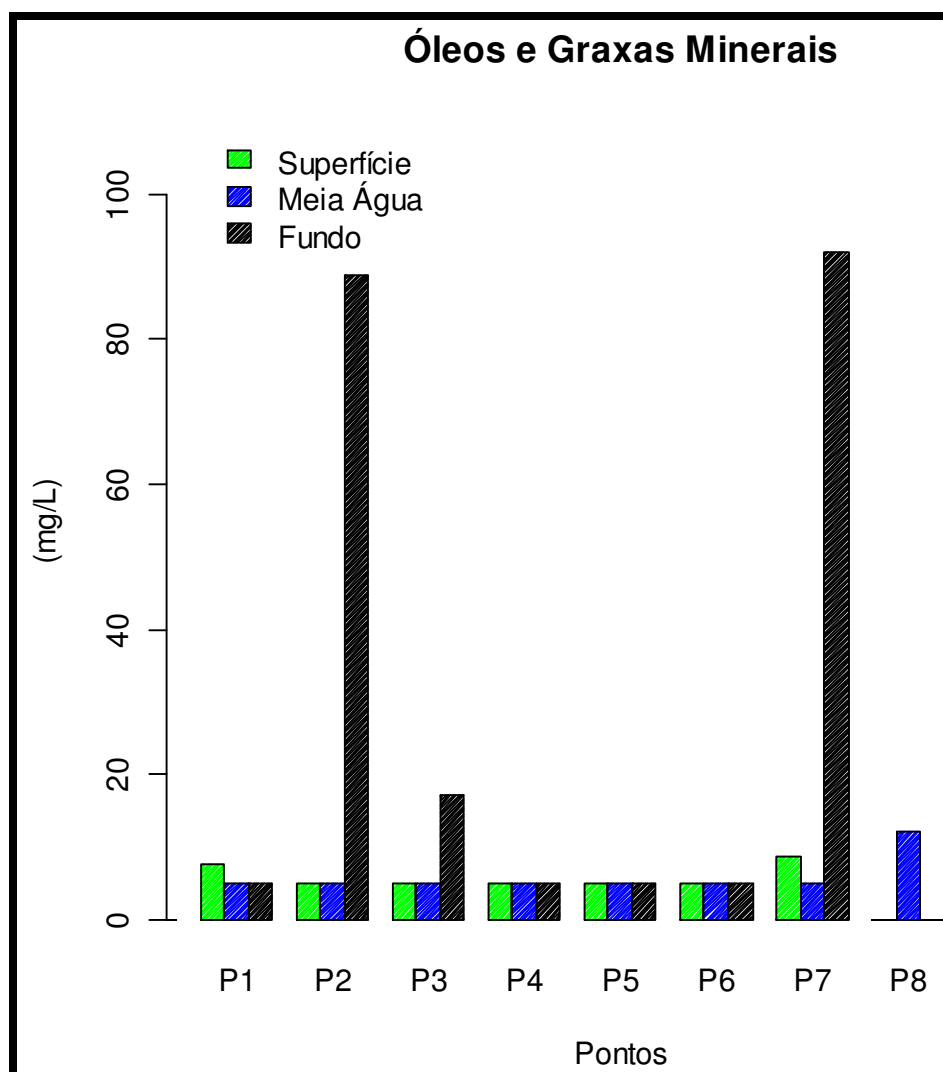


Figura 118 - Variação da concentração de óleos e graxas minerais (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 5 mg/L)

Pesticidas

Todos os pesticidas investigados (figura 119 à figura 139) na coluna d'água da ADA, apresentaram concentrações menores que os limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/05 e mesmo abaixo dos limites de quantificação analíticos.

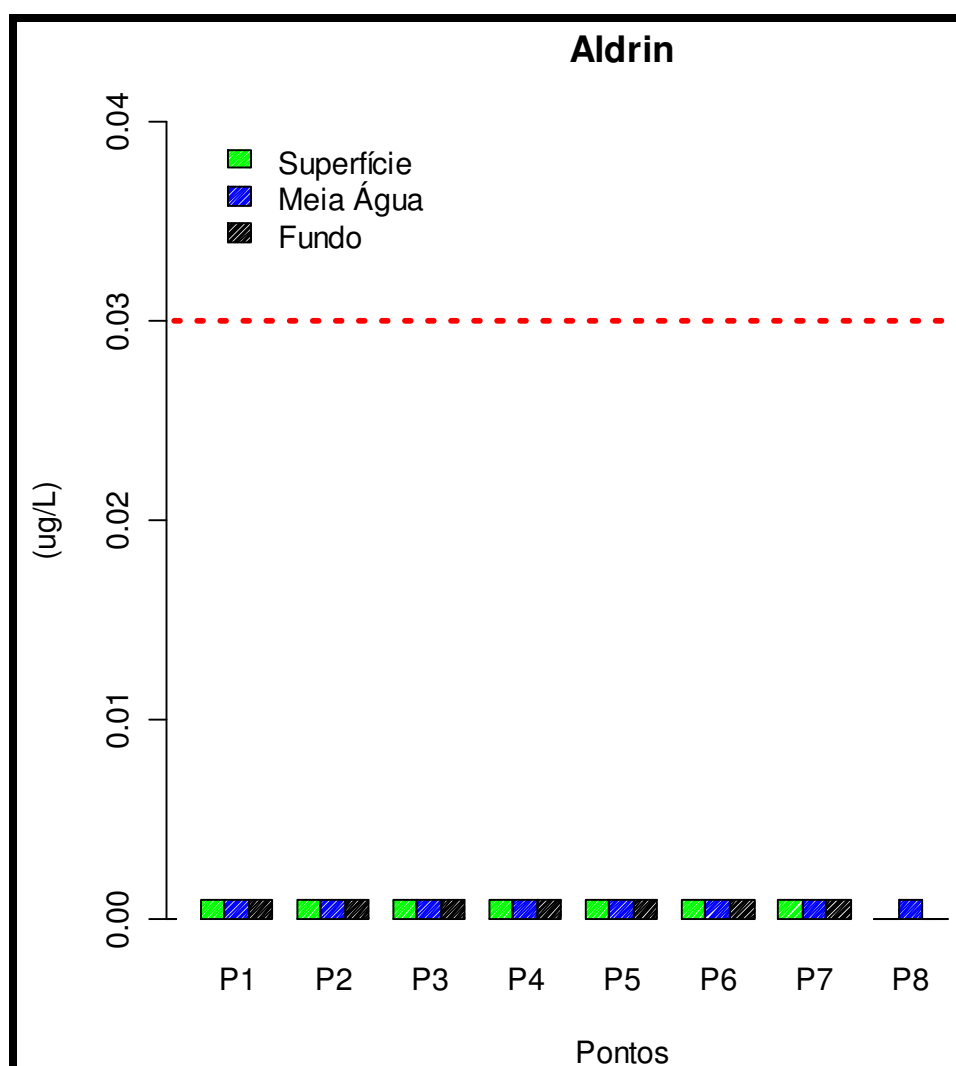


Figura 119 - Variação da concentração de Aldrin ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = $0,001 \mu\text{g/L}$)

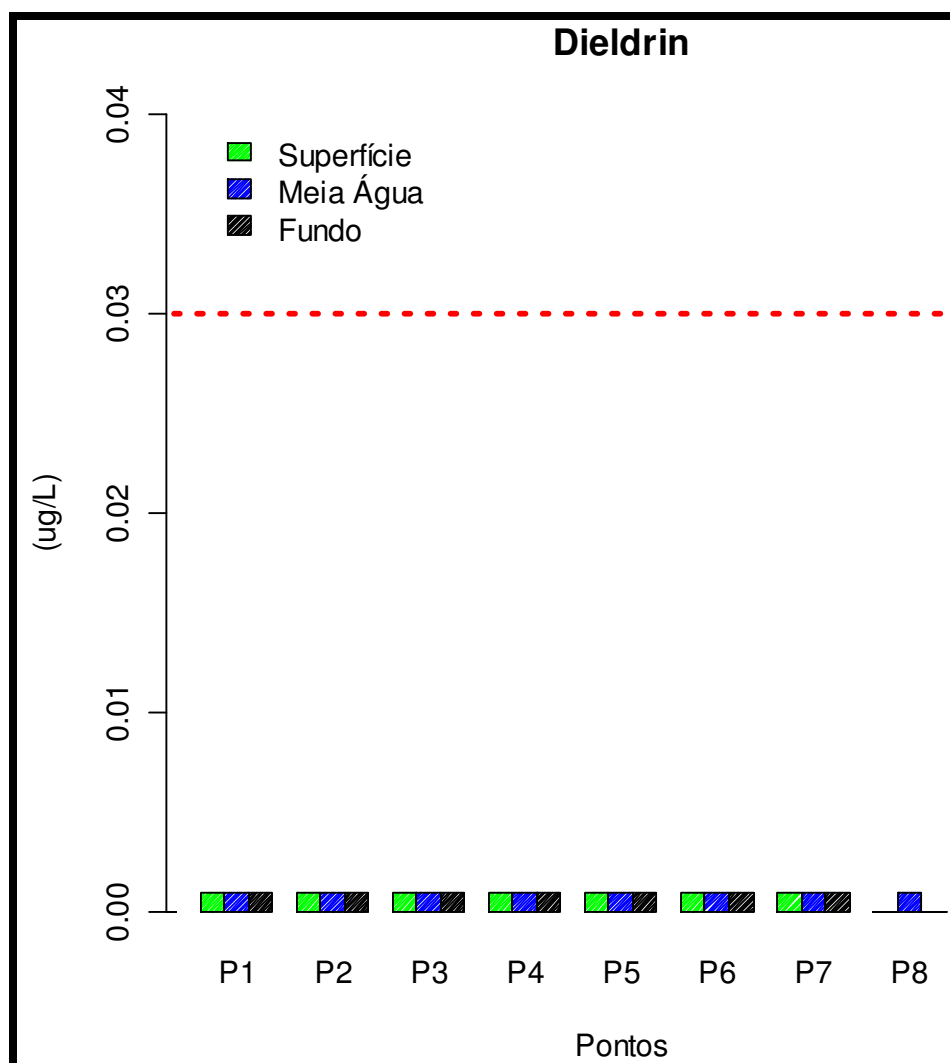


Figura 120 - Variação da concentração de Dieldrin ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = $0,001 \mu\text{g/L}$)

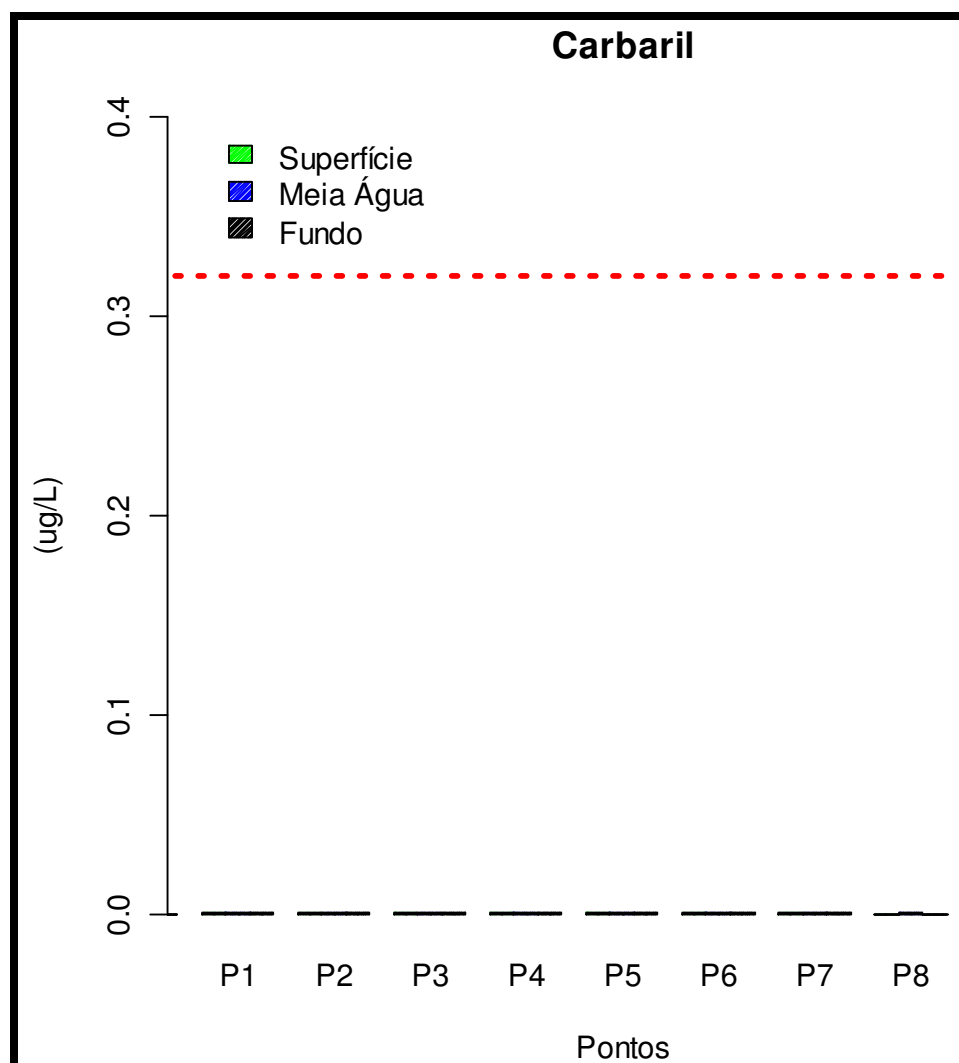


Figura 121 - Variação da concentração de Carbaril ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = $0,001 \mu\text{g/L}$)

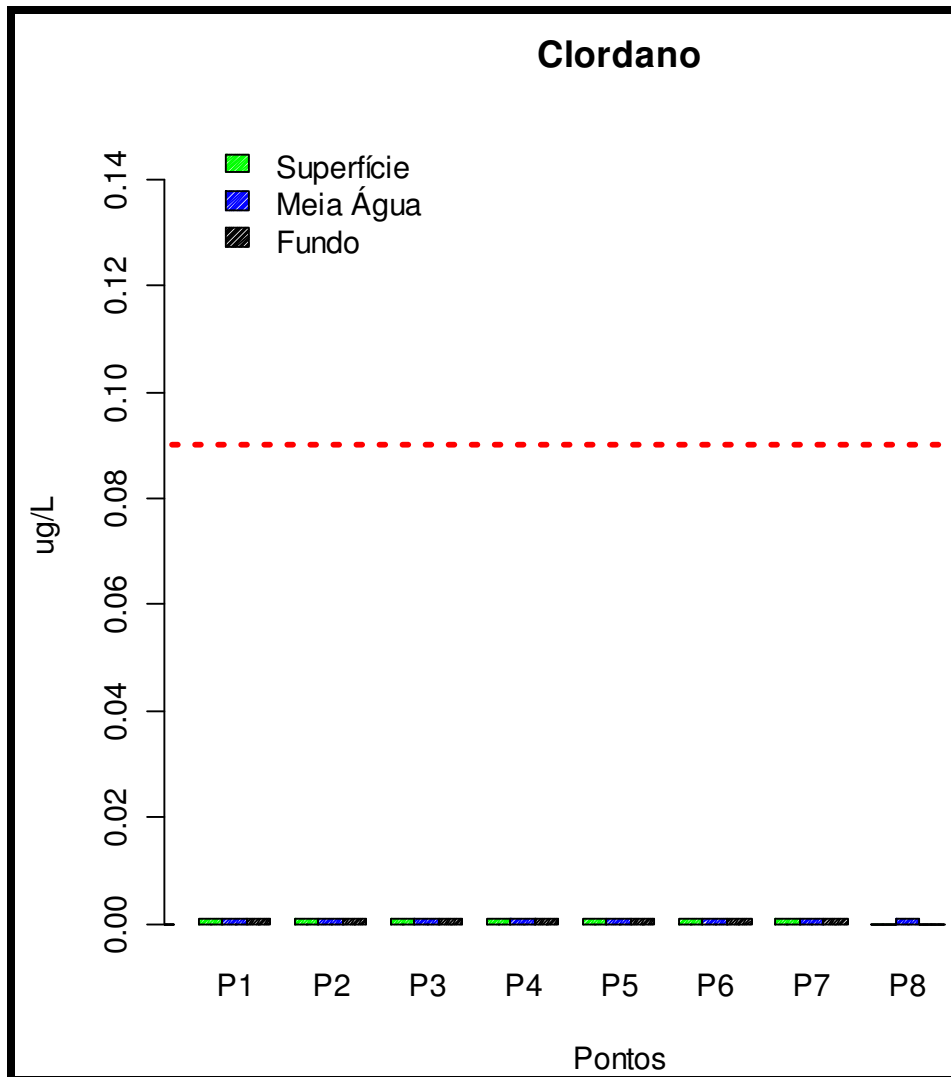


Figura 122 - Variação da concentração de Clordano ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 $\mu\text{g/L}$)

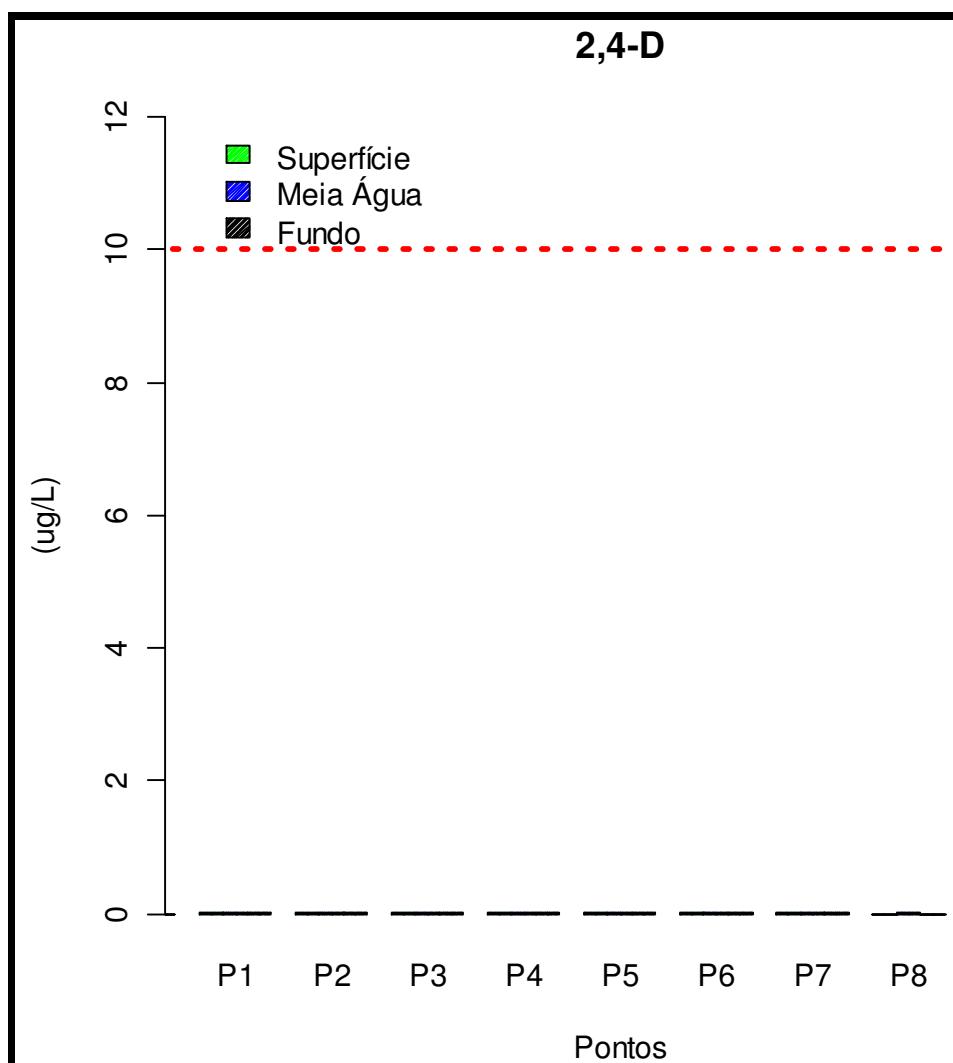


Figura 123 - Variação da concentração de 2,4-D ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = $0,01 \mu\text{g/L}$)

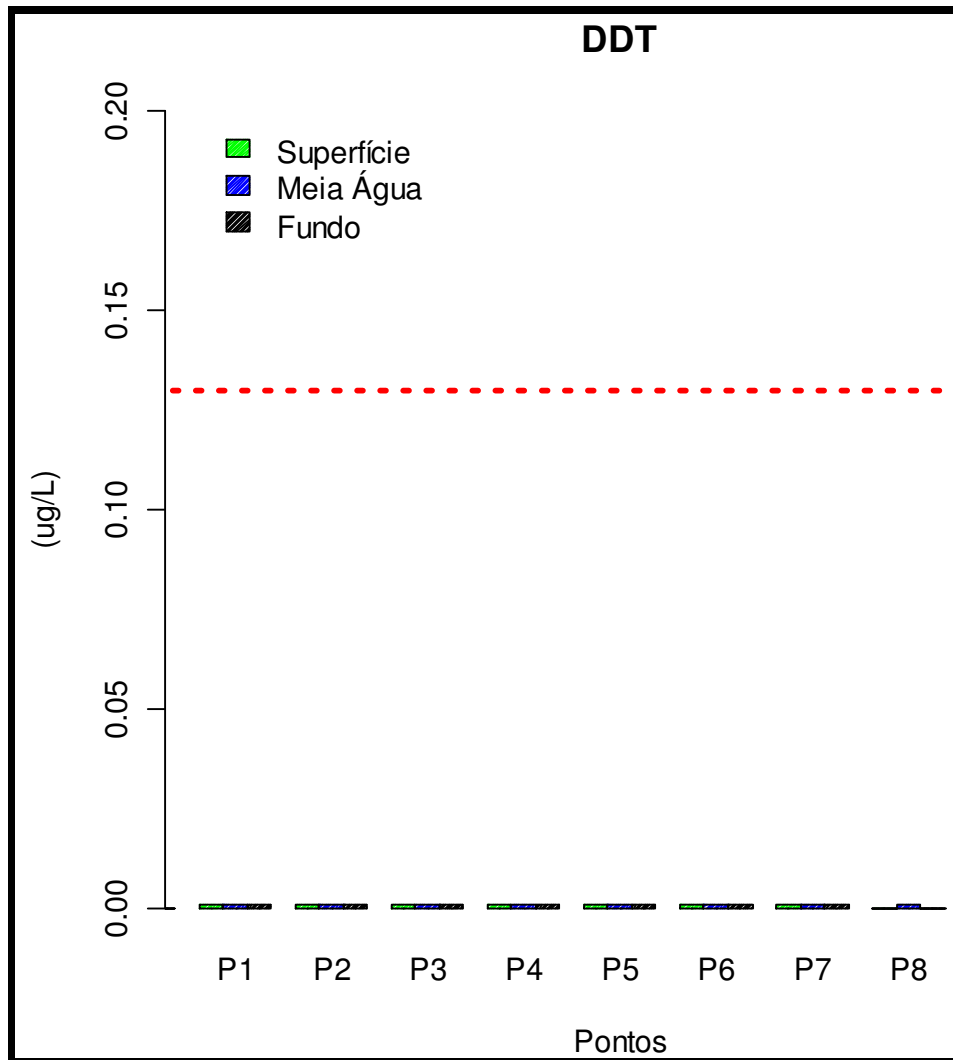


Figura 124 - Variação da concentração de DDT ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = $0,001 \mu\text{g/L}$)

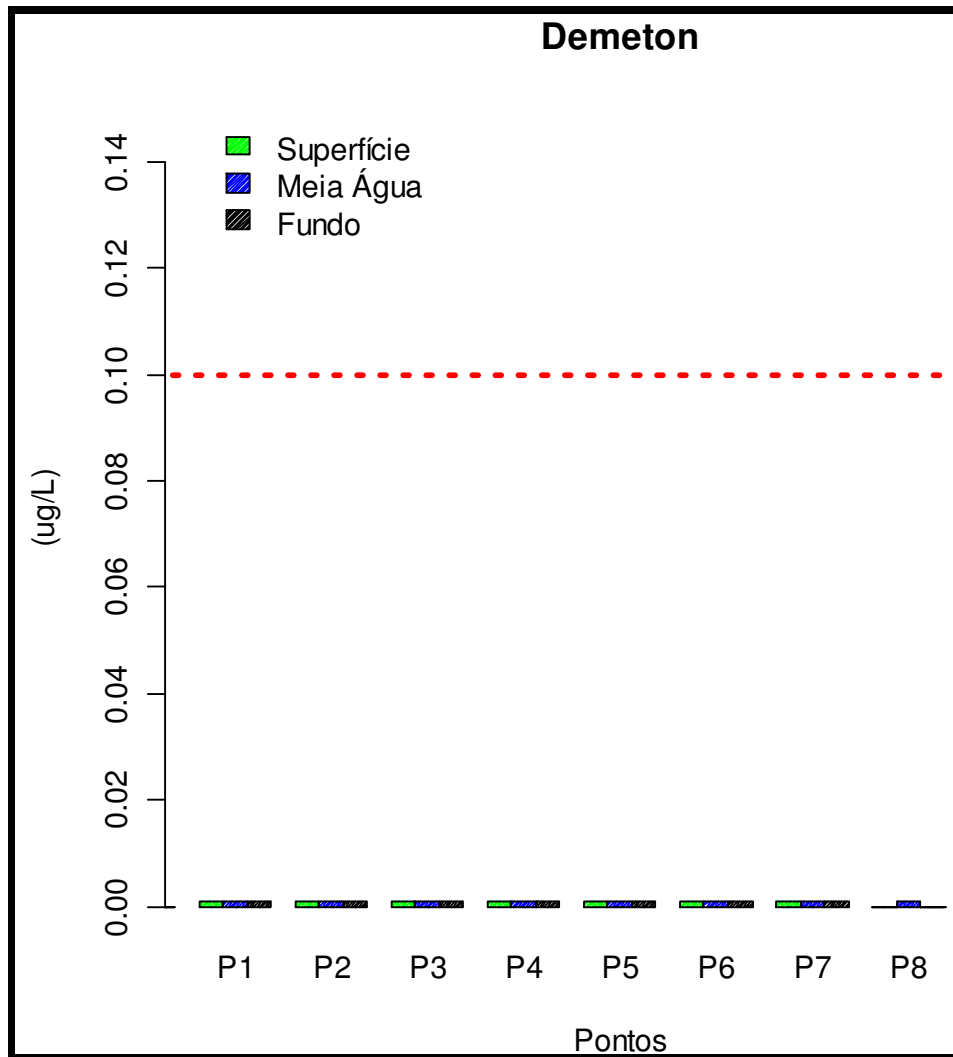


Figura 125 - Variação da concentração de Demeton ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 $\mu\text{g/L}$)

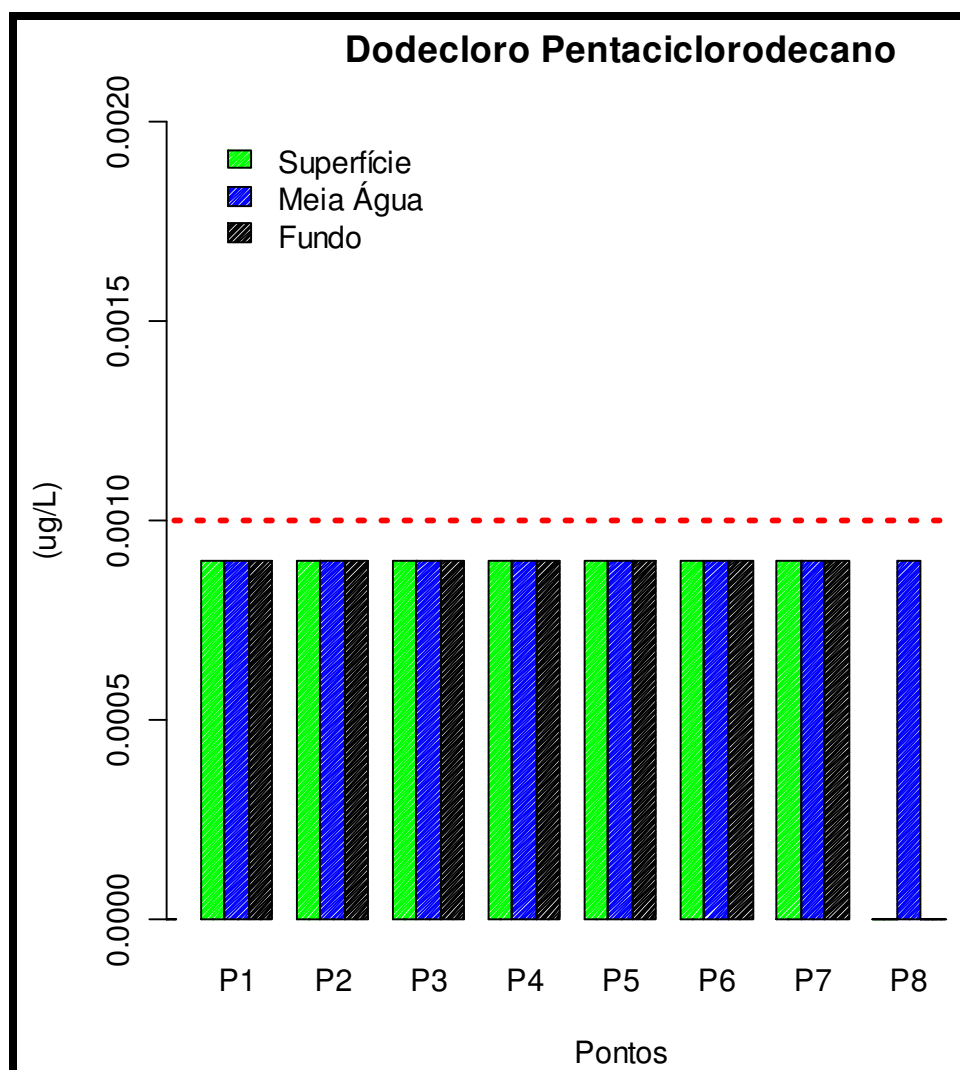


Figura 126 - Variação da concentração de Dodecloro Pentaciclorodecano ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = $0,001 \mu\text{g/L}$)

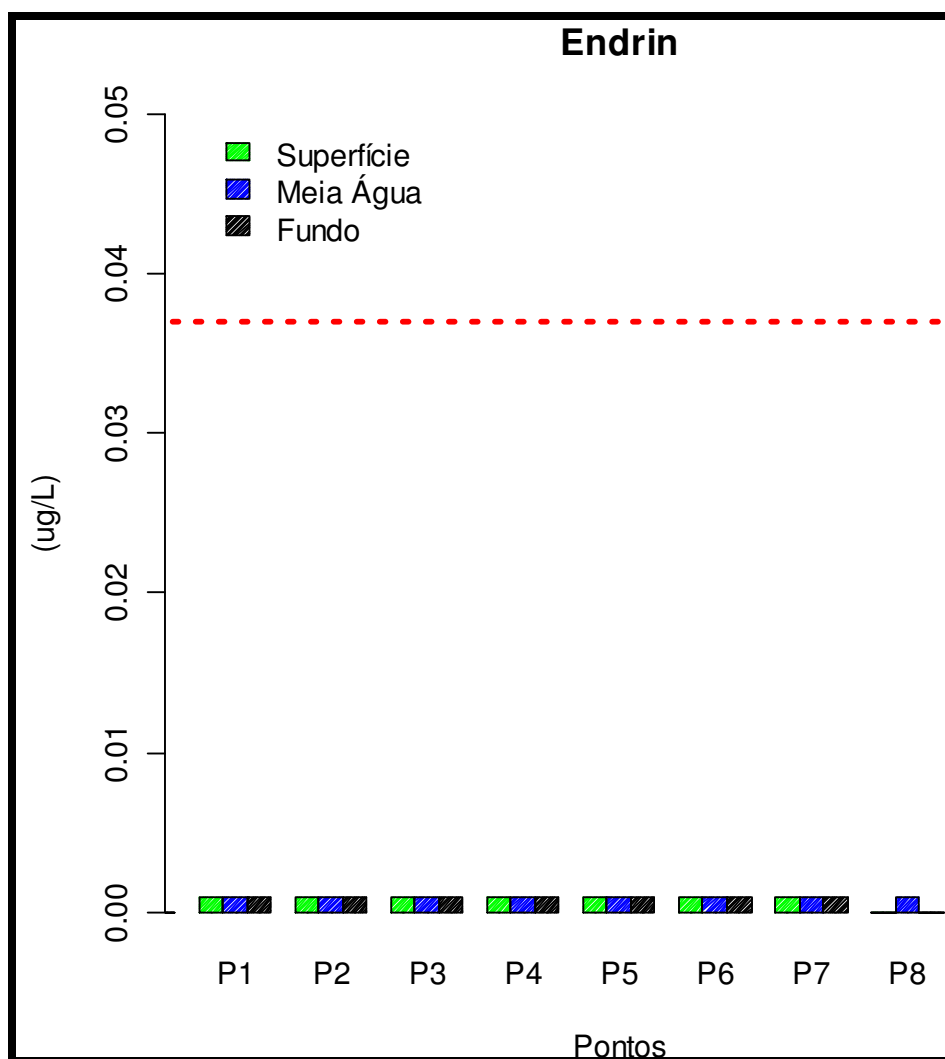


Figura 127 - Variação da concentração de Endrin ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 $\mu\text{g/L}$)

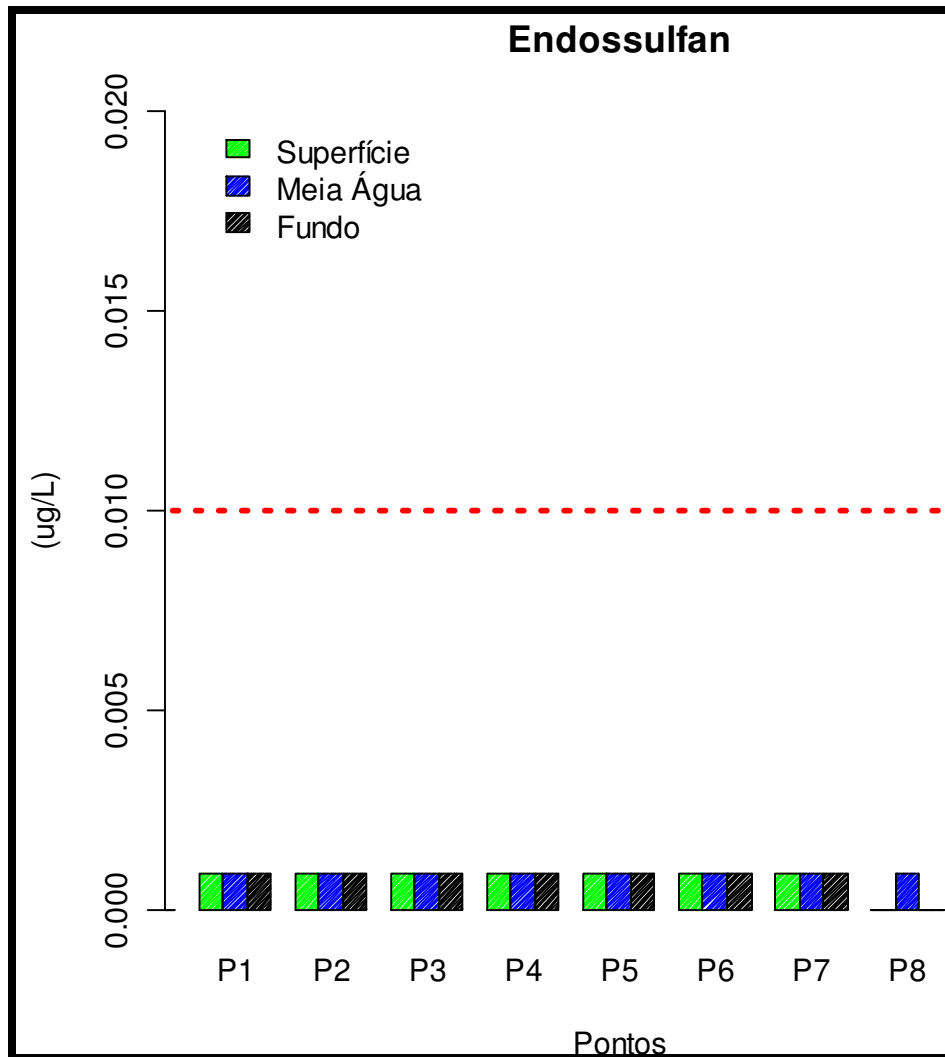


Figura 128 - Variação da concentração de Endossulfan ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = $0,001 \mu\text{g/L}$)

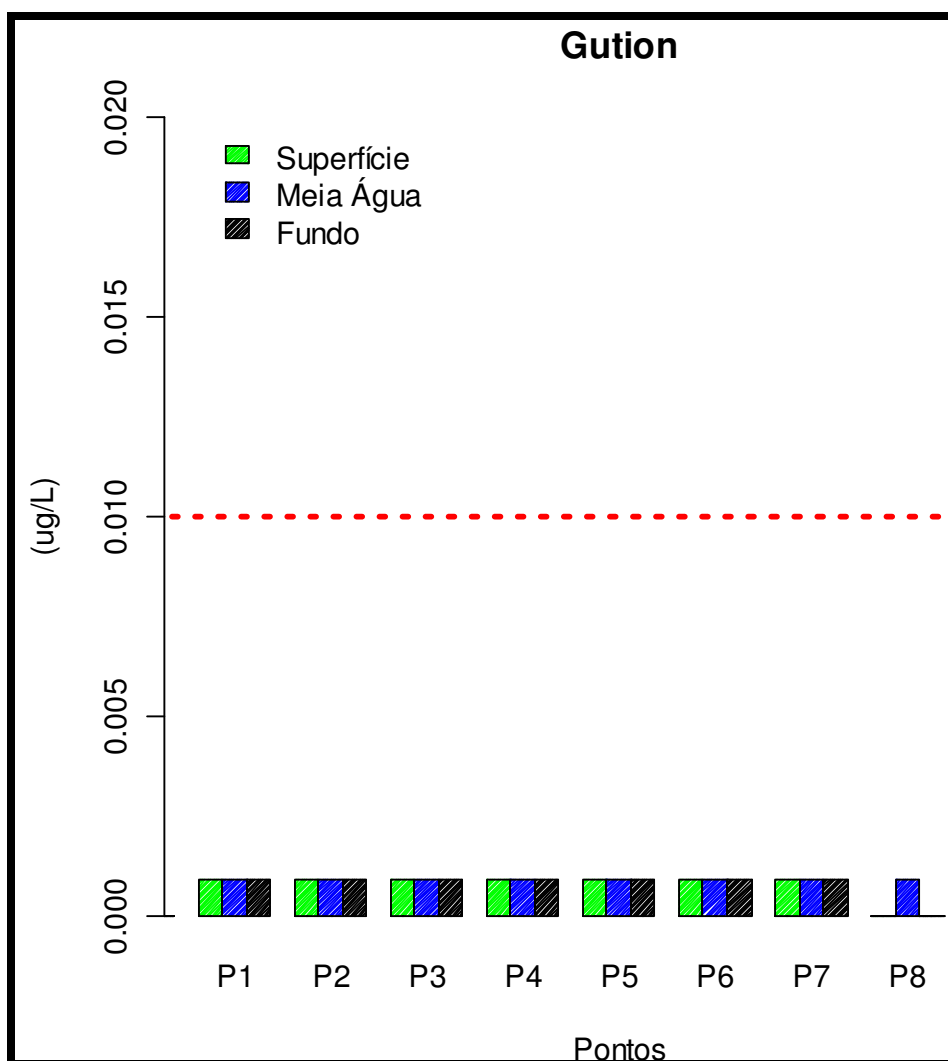


Figura 129 - Variação da concentração de Gutíon ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 $\mu\text{g/L}$)

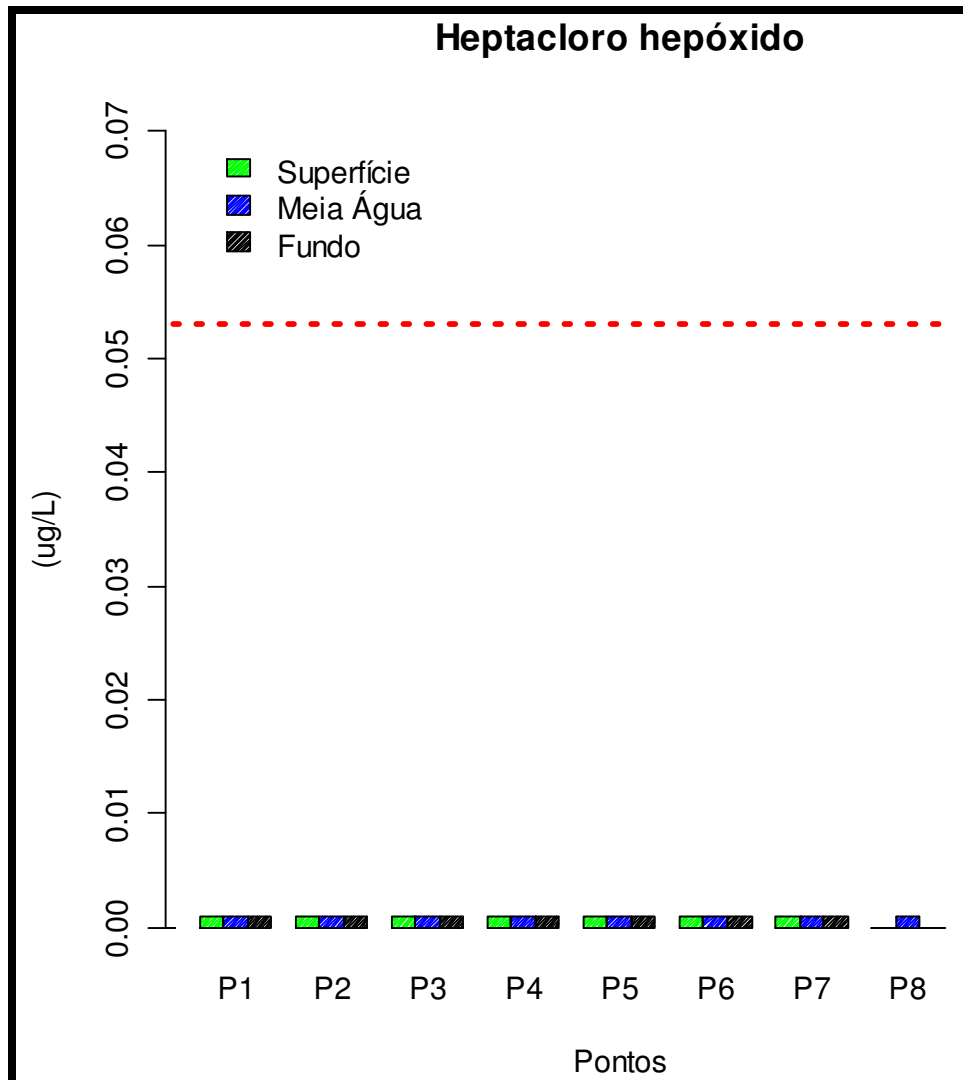


Figura 130 - Variação da concentração de Heptacloro Epóxido ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 $\mu\text{g/L}$)

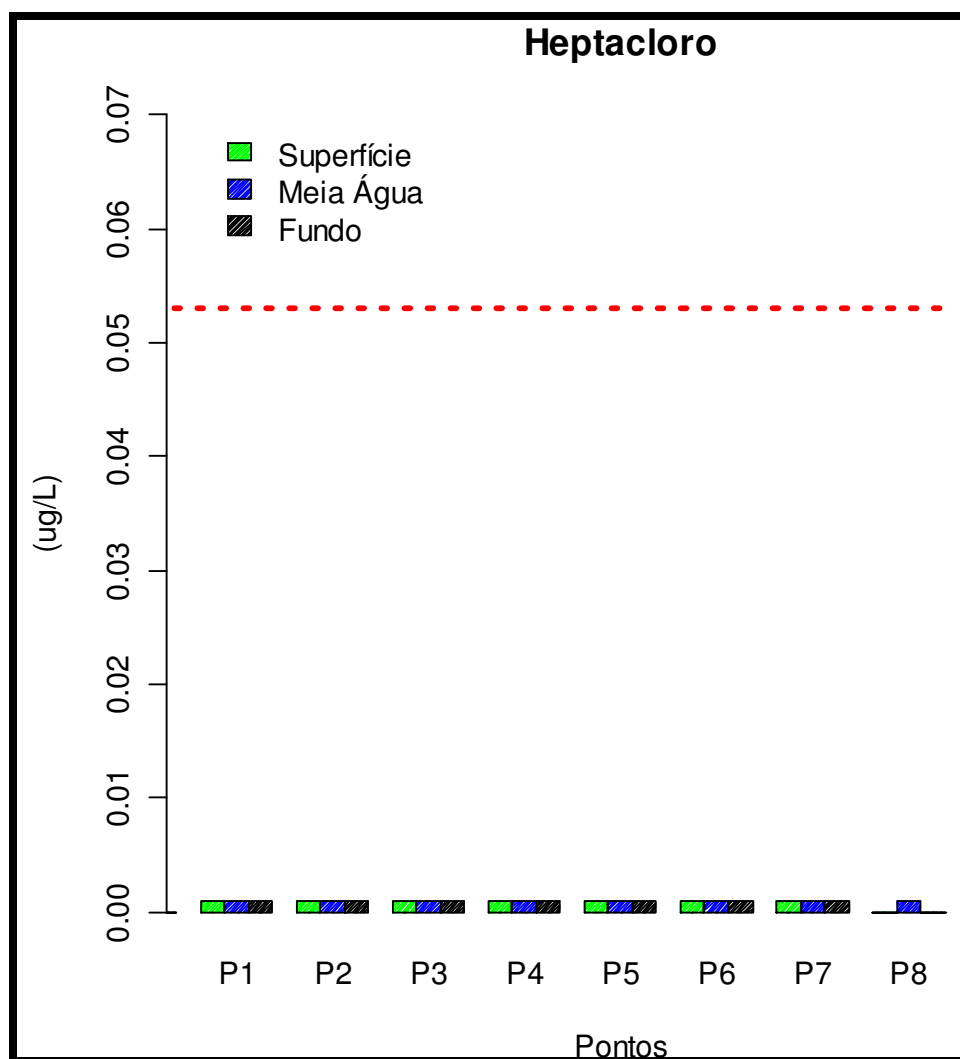


Figura 131 - Variação da concentração de Heptacloro ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = $0,001 \mu\text{g/L}$)

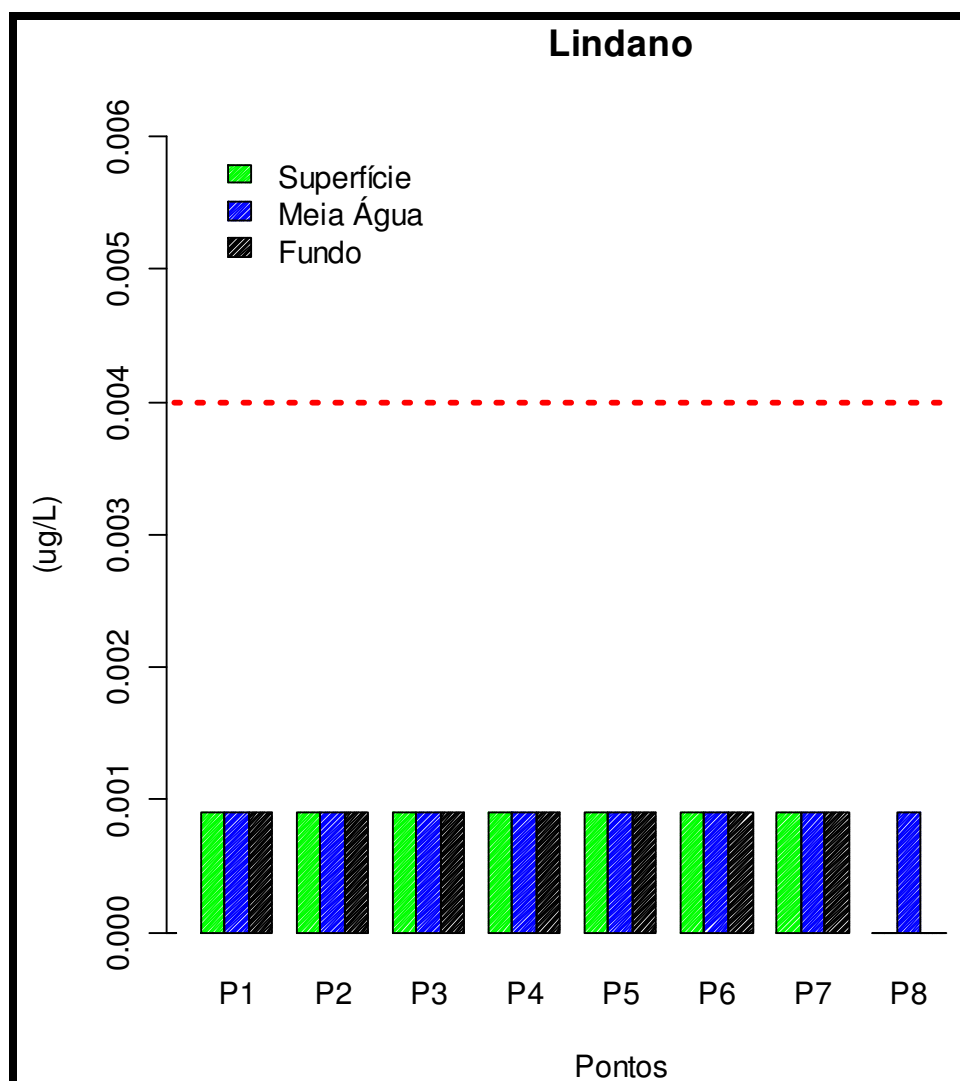


Figura 132 - Variação da concentração de Lindano ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 $\mu\text{g/L}$)

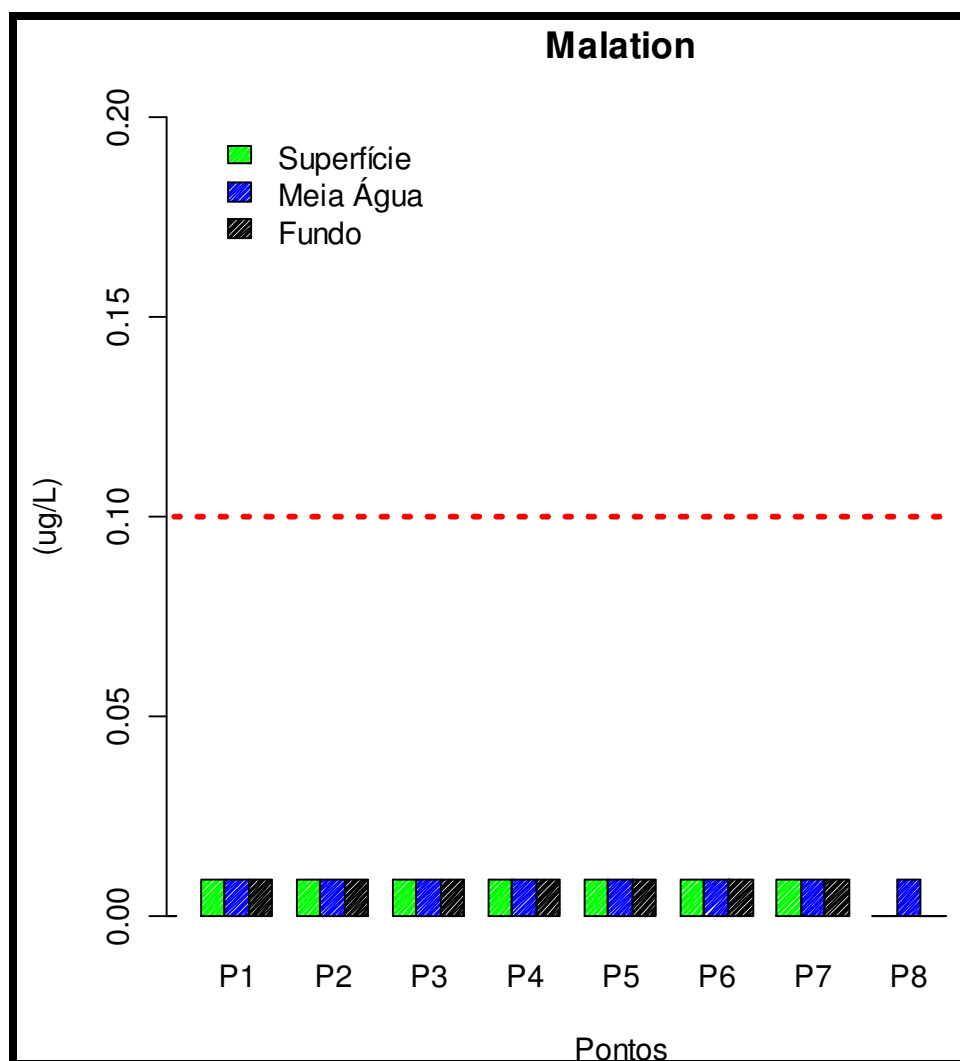


Figura 133 - Variação da concentração de Malation ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = $0,01 \mu\text{g/L}$)

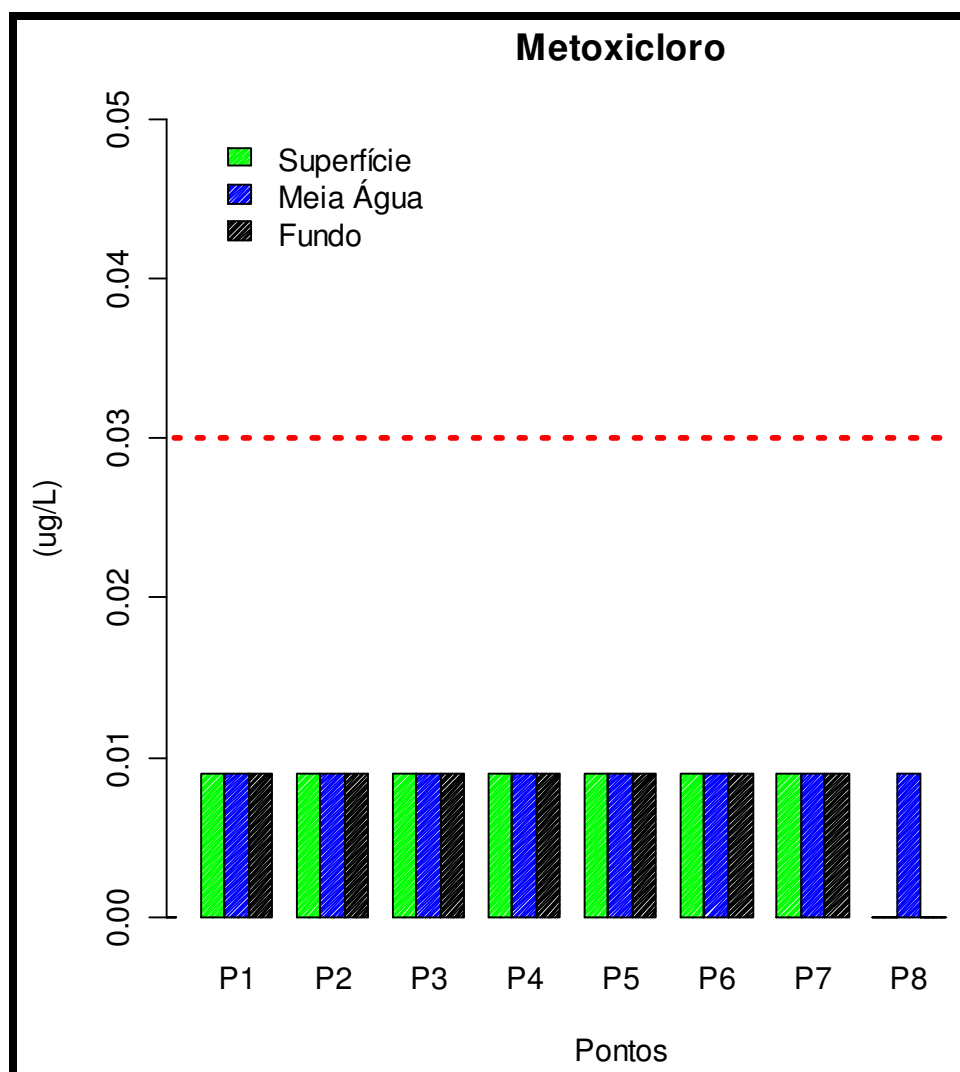


Figura 134 - Variação da concentração de Metoxicloro ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = $0,01 \mu\text{g/L}$)

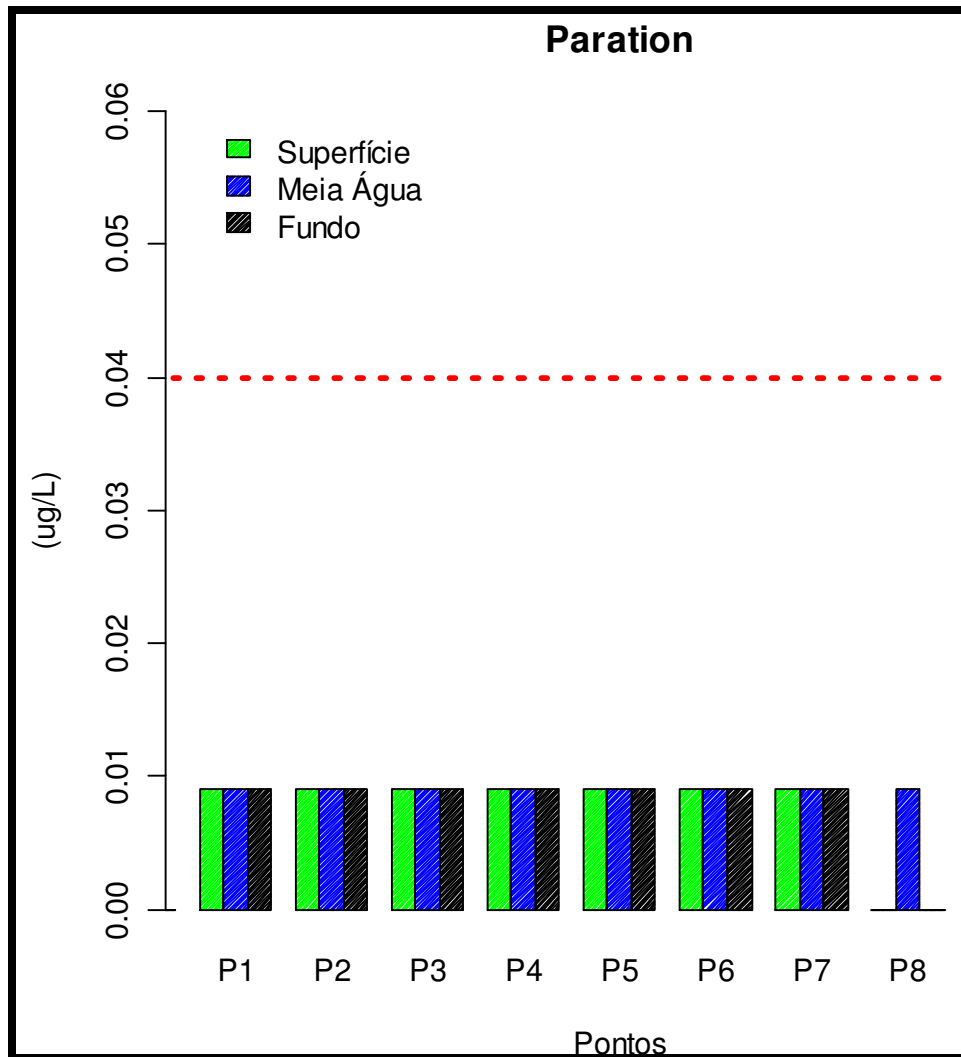


Figura 135 - Variação da concentração de Paration ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 $\mu\text{g/L}$)

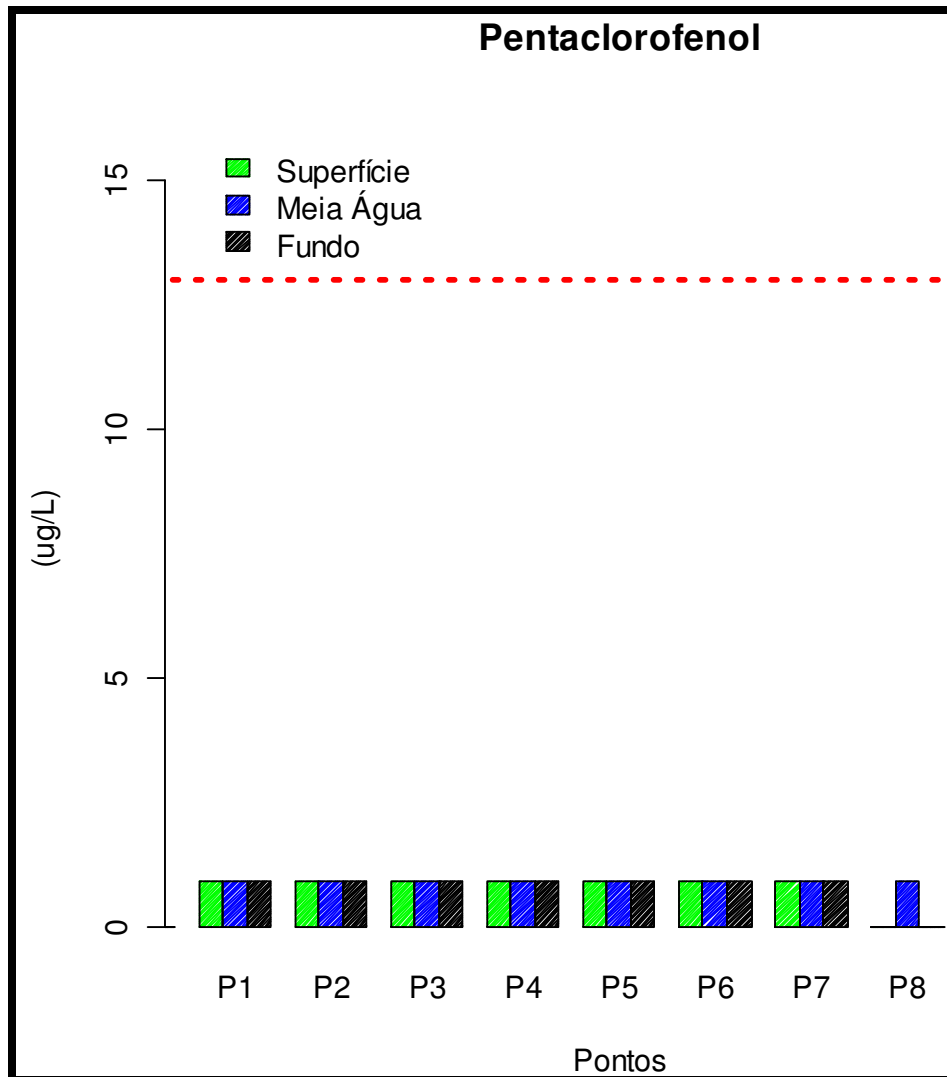


Figura 136 - Variação da concentração de Pentaclorofenol ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = $1 \mu\text{g/L}$)

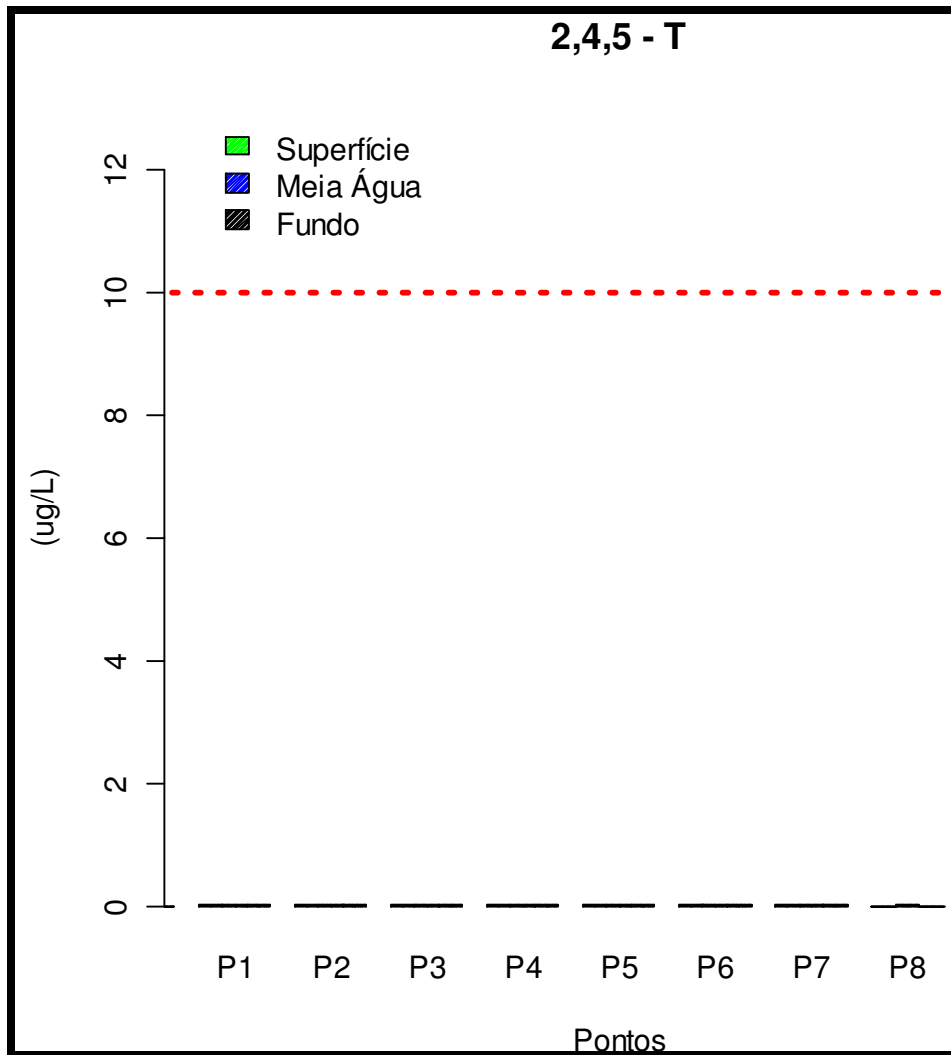


Figura 137 - Variação da concentração de 2,4,5-T ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = $0,01 \mu\text{g/L}$)

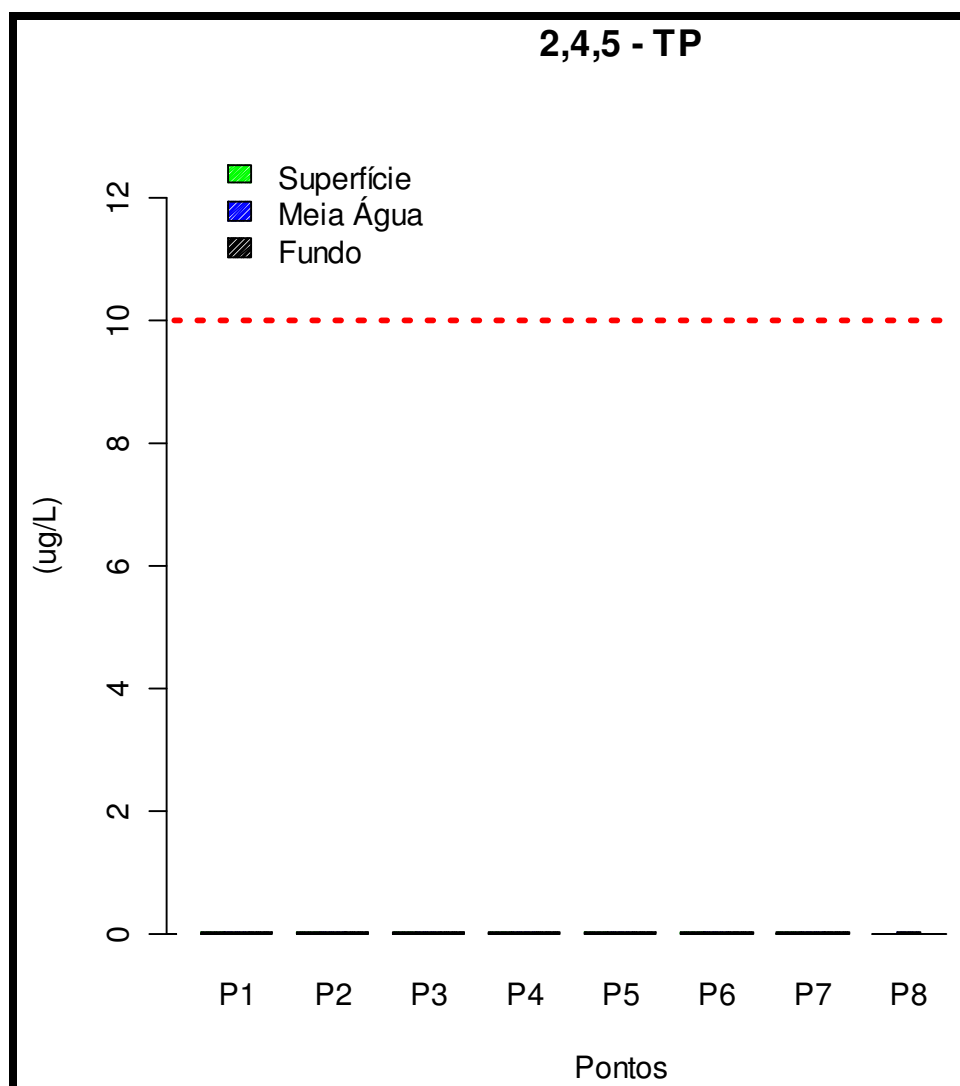


Figura 138 - Variação da concentração de 2,4,5-TP ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 $\mu\text{g/L}$)

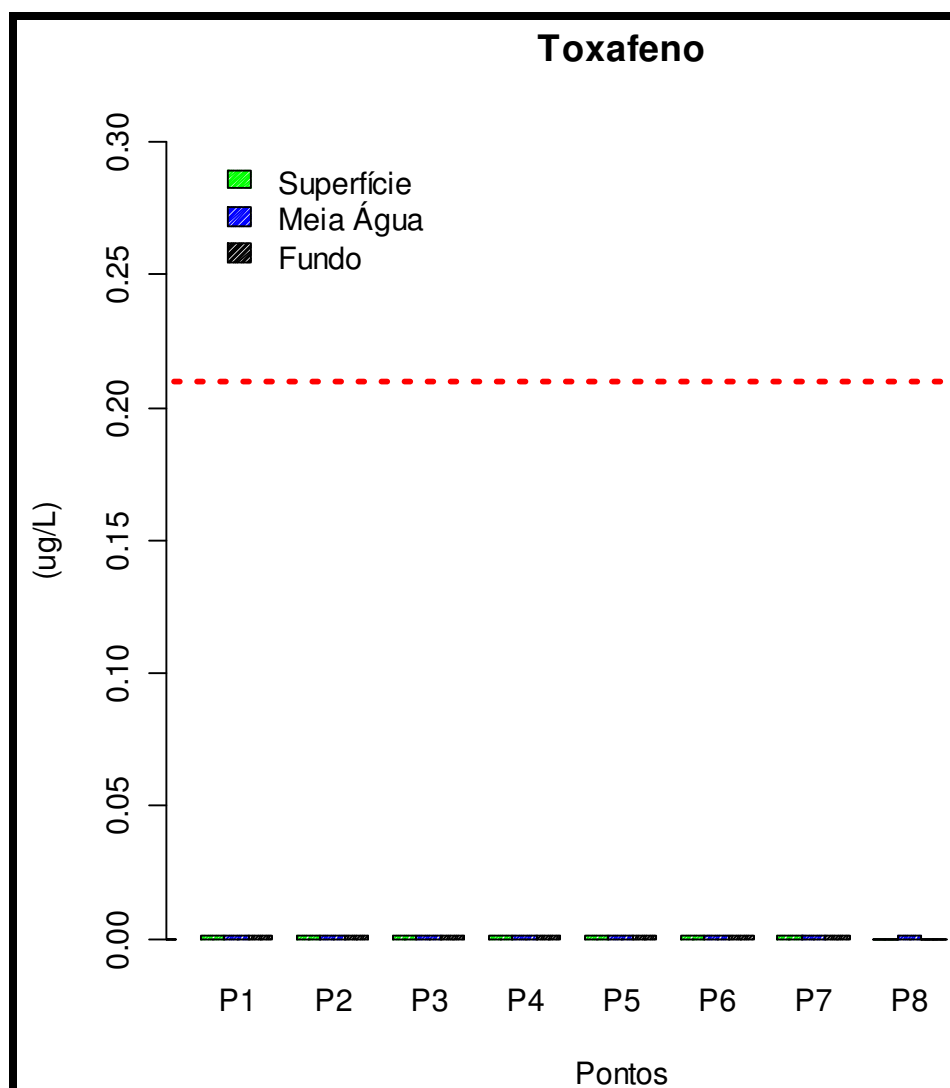


Figura 139 - Variação da concentração de Toxafeno ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 $\mu\text{g/L}$)

Fenóis e TBT

As concentrações de fenóis (figura 140) e Tributilestanho (figura 141) na coluna d'água nos oito pontos investigados, foram inferiores aos limites preconizados pela legislação.

O tributestanho, composto orgânico de estanho considerado um pesticida marinho, usado como biocida na formulação de tintas antiincrustantes, foi encontrado em concentrações relativamente elevadas nas proximidades do porto de Paranaguá (MOSCARDI *et al.*, 2008). Provavelmente a elevada hidrofobicidade deste composto determina um baixo tempo de residência na coluna d'água, fazendo com que prontamente se ligue às partículas em suspensão e seja incorporado ao compartimento sedimentar.

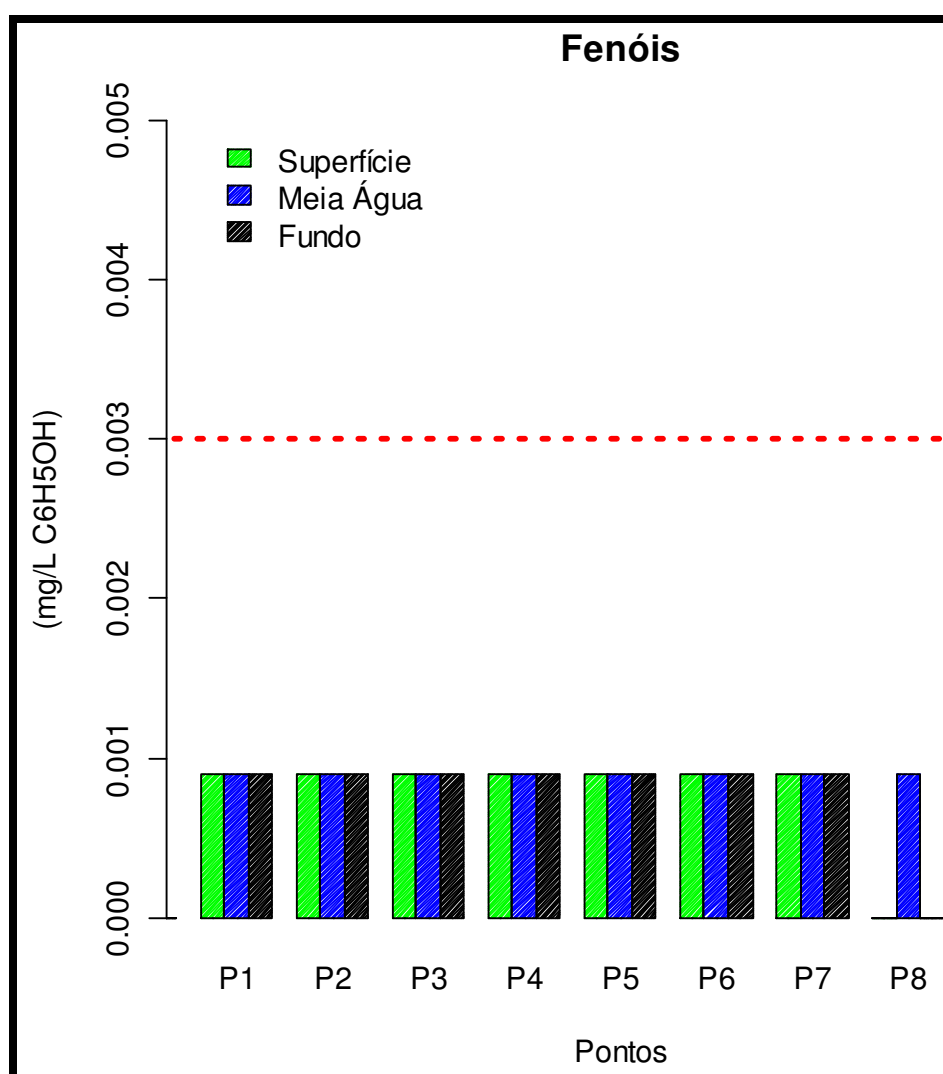


Figura 140 - Variação da concentração de fenóis (mg/L) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,001 mg/L C6H5OH)

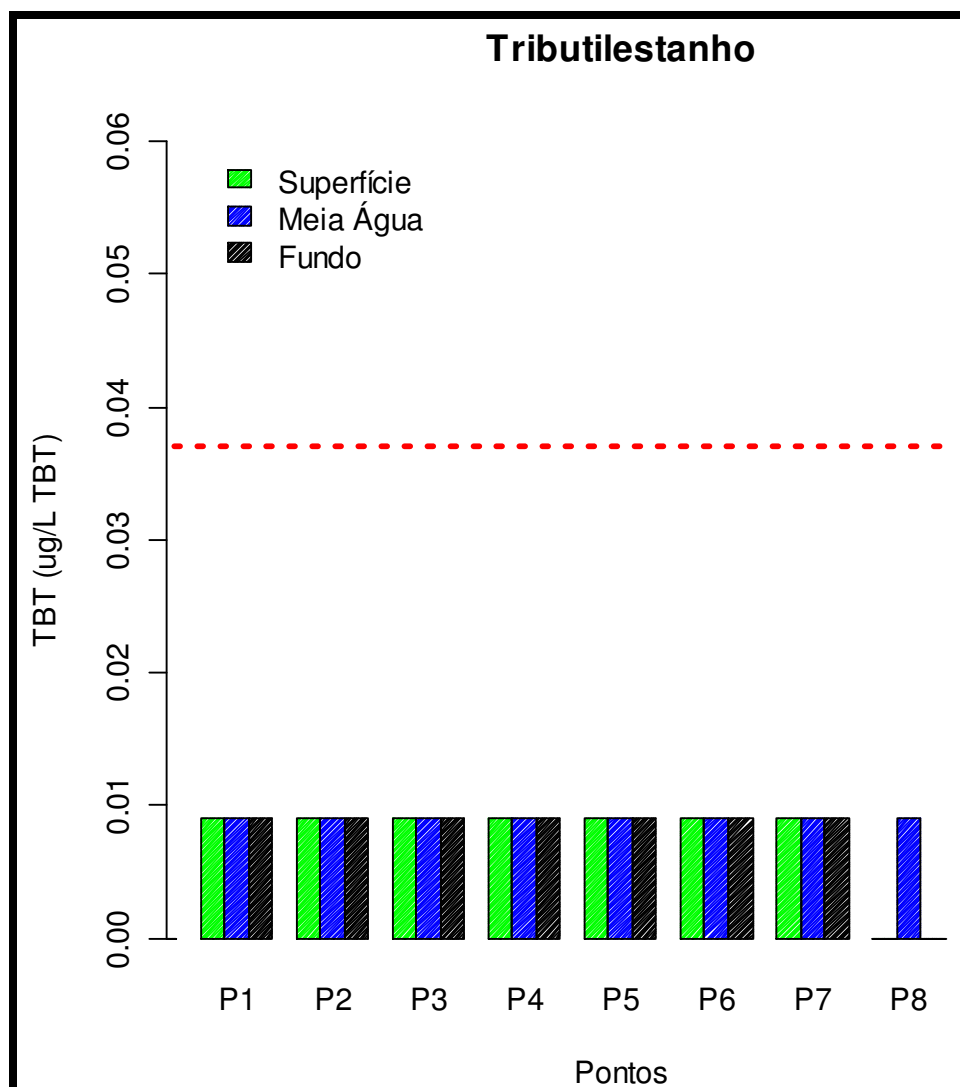


Figura 141 - Variação da concentração de Tributilestanho, TBT ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 $\mu\text{g/L}$)

Compostos BTEX, Triclorobenzeno e Monoclorobenzeno e PCBs

Os compostos do grupo BTEX (Benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno), o triclorobenzeno, o monoclorobenzeno e as bifenilas policloradas (PCBs) são apresentados nas figura 140 à figura 149. Destes compostos, apenas o etilbenzeno ultrapassou o limite máximo permitido para as águas salobras da classe 2. Entretanto, a concentração máxima registrada na água de fundo do ponto 7, foi cerca de 16 vezes maior que o limite estabelecido na legislação. Etilbenzeno, assim como os demais compostos do grupo BTEX, é um composto orgânico volátil (VOC) liberados para os sistemas aquáticos a partir de efluentes industriais, uso de óleo combustível das embarcações, derrames de óleo combustível, vazamento de tanques de armazenamento e disposição inadequada de lixo (IRWIN *et al.*, 1997). Segundo estes autores, efeitos tóxicos podem ser esperados imediatamente após um derrame ou liberação no ambiente, devido à acentuada volatilidade deste composto que faz com que rapidamente evapore. Assim, a elevada concentração verificada, parece ser produto de entrada recente, provavelmente no momento da amostragem, o que sugere contaminação da amostra por vazamento de óleo combustível da embarcação ou durante a análise.

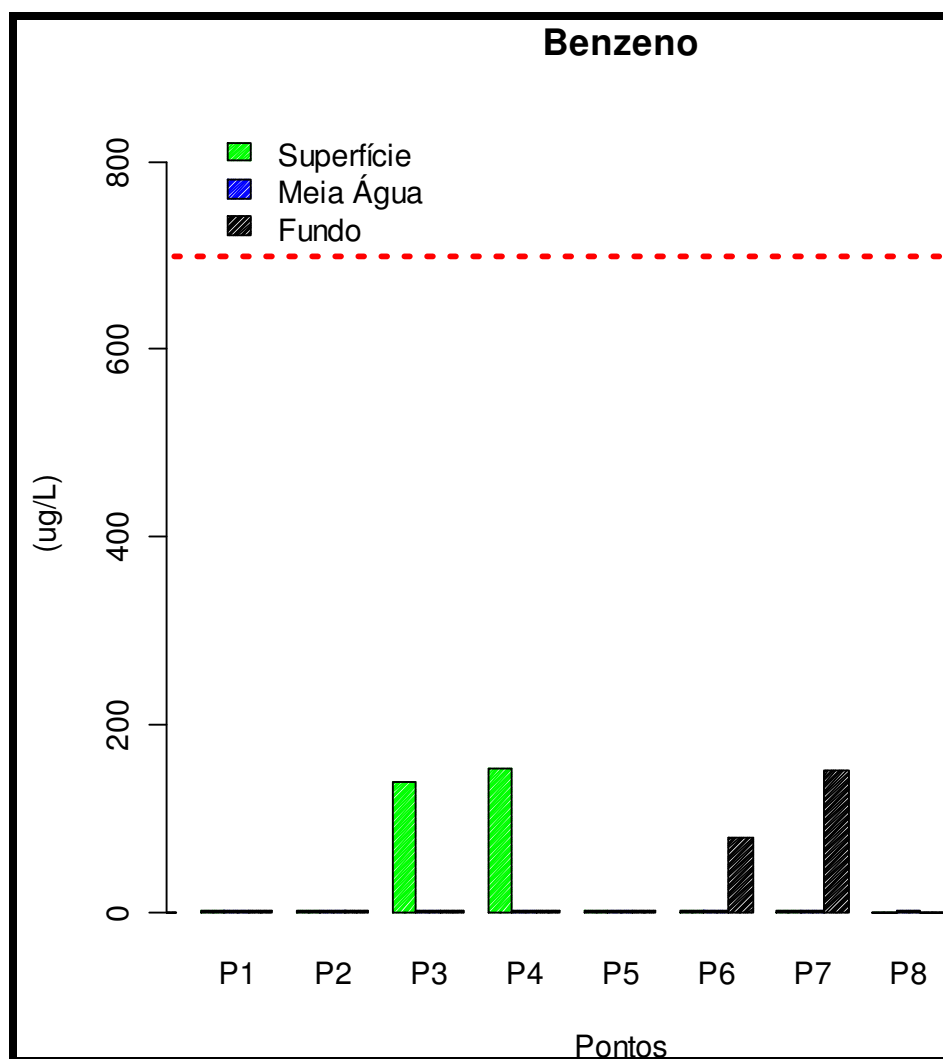


Figura 142 - Variação da concentração de Benzeno ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = $1 \mu\text{g/L}$)

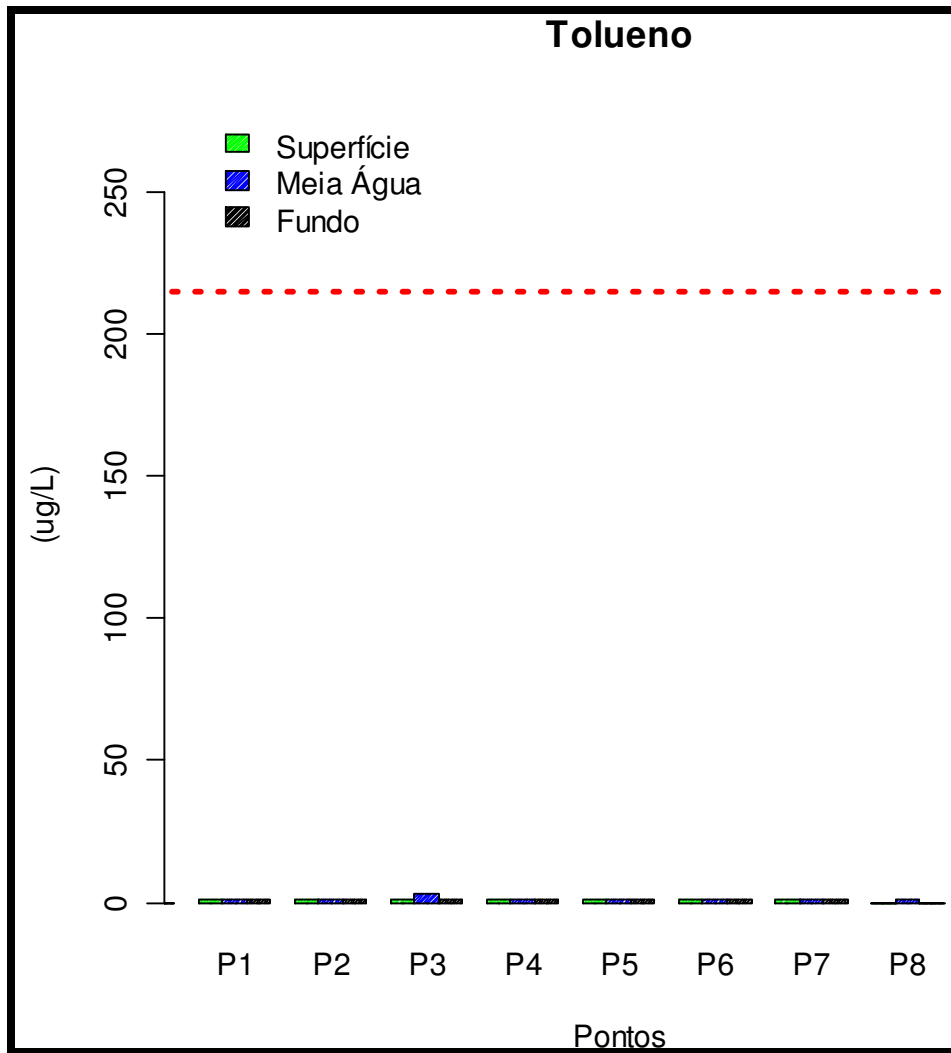


Figura 143 - Variação da concentração de Tolueno ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. (LQ = $1 \mu\text{g/L}$)

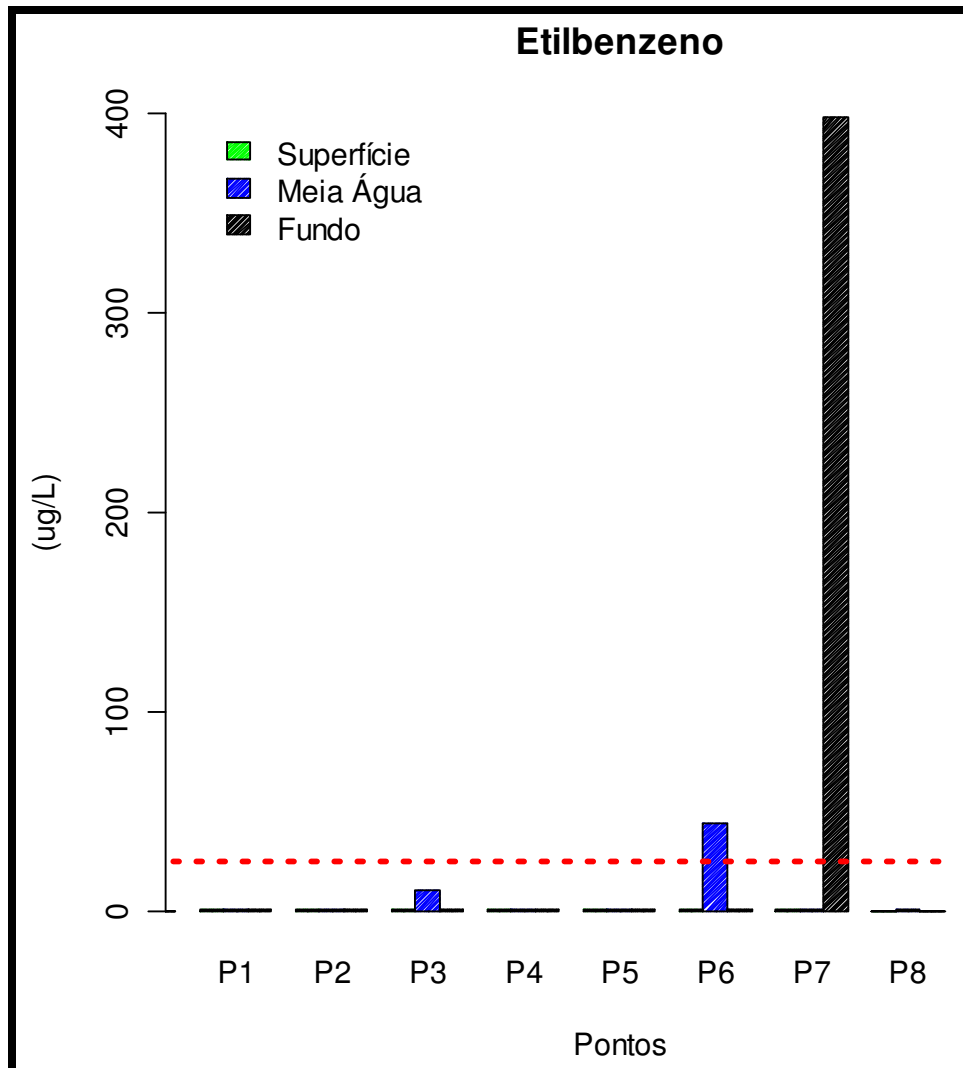


Figura 144 - Variação da concentração de Etilbenzeno ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = $1 \mu\text{g/L}$)

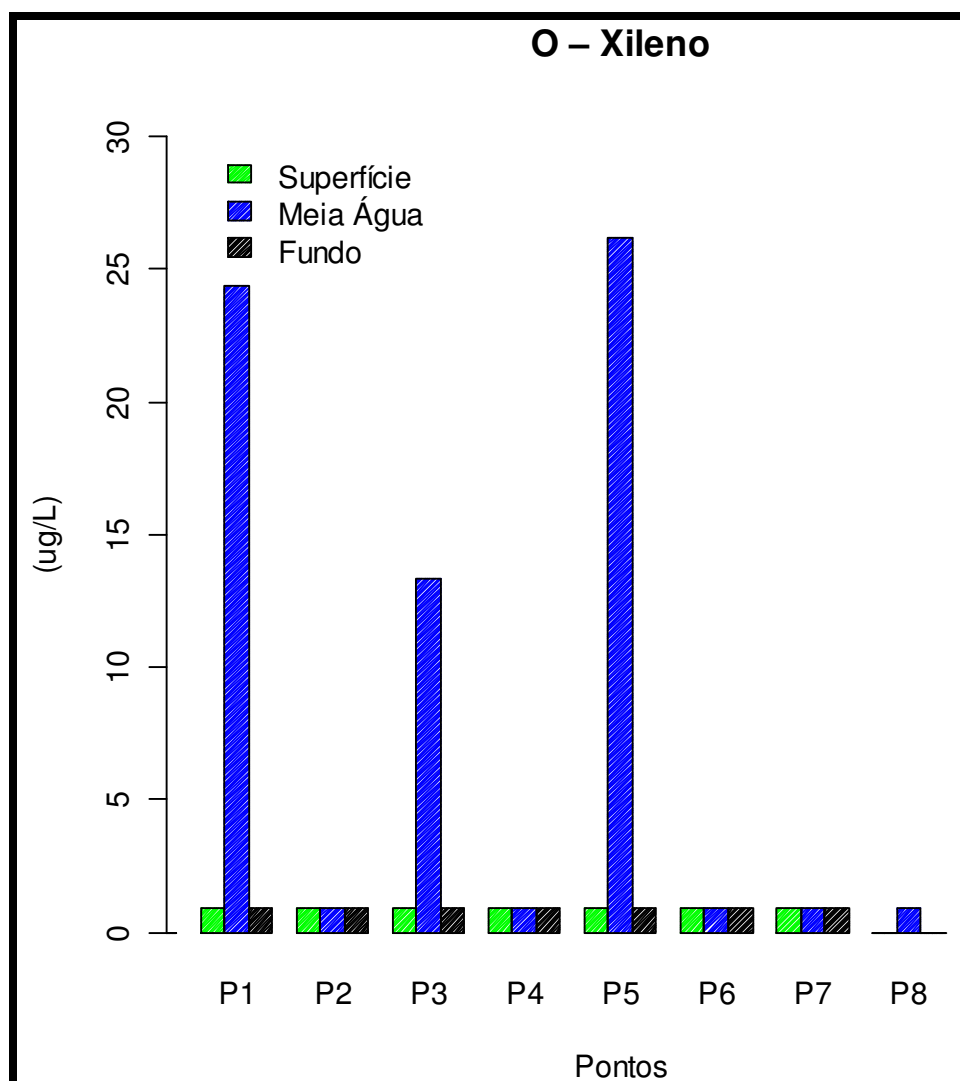


Figura 145 - Variação da concentração de O-Xileno ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. (LQ = $1 \mu\text{g/L}$)

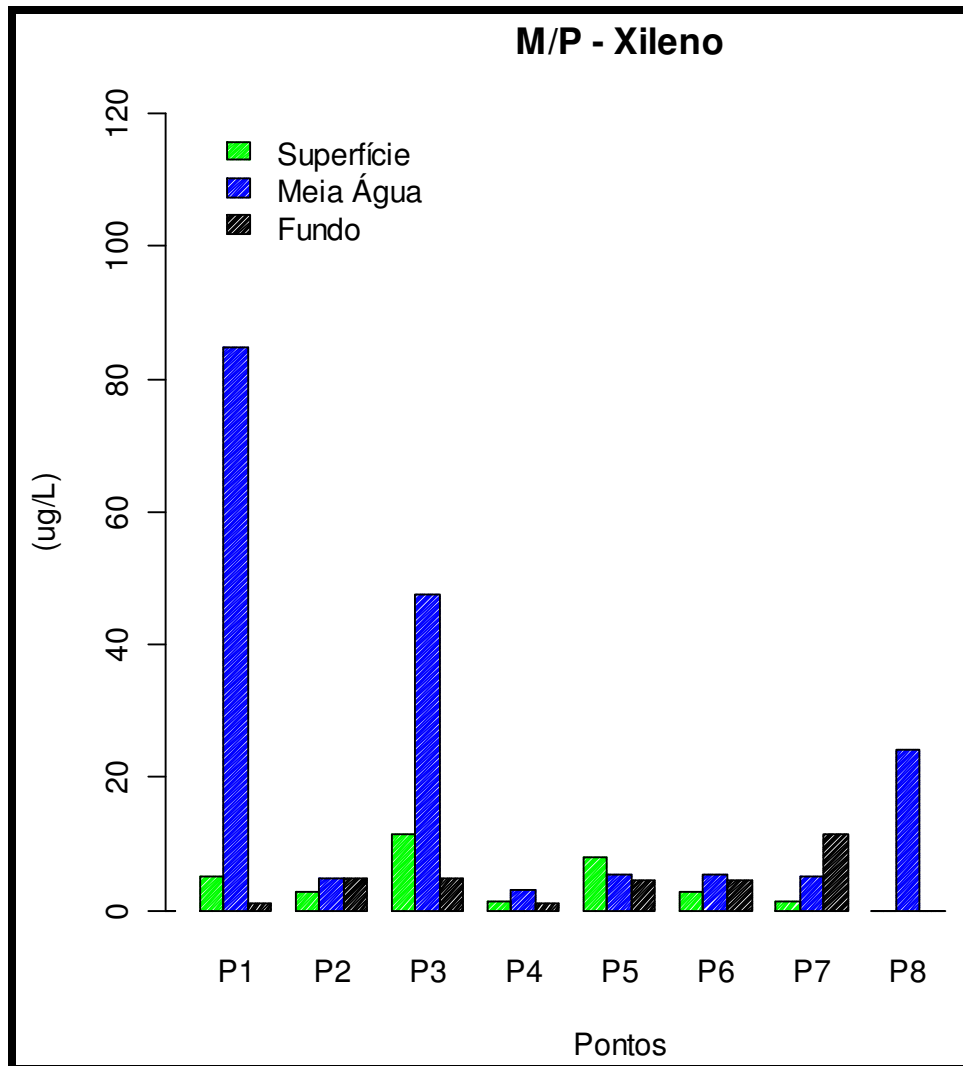


Figura 146 - Variação da concentração de M/P-Xileno ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. (LQ = $1 \mu\text{g/L}$)

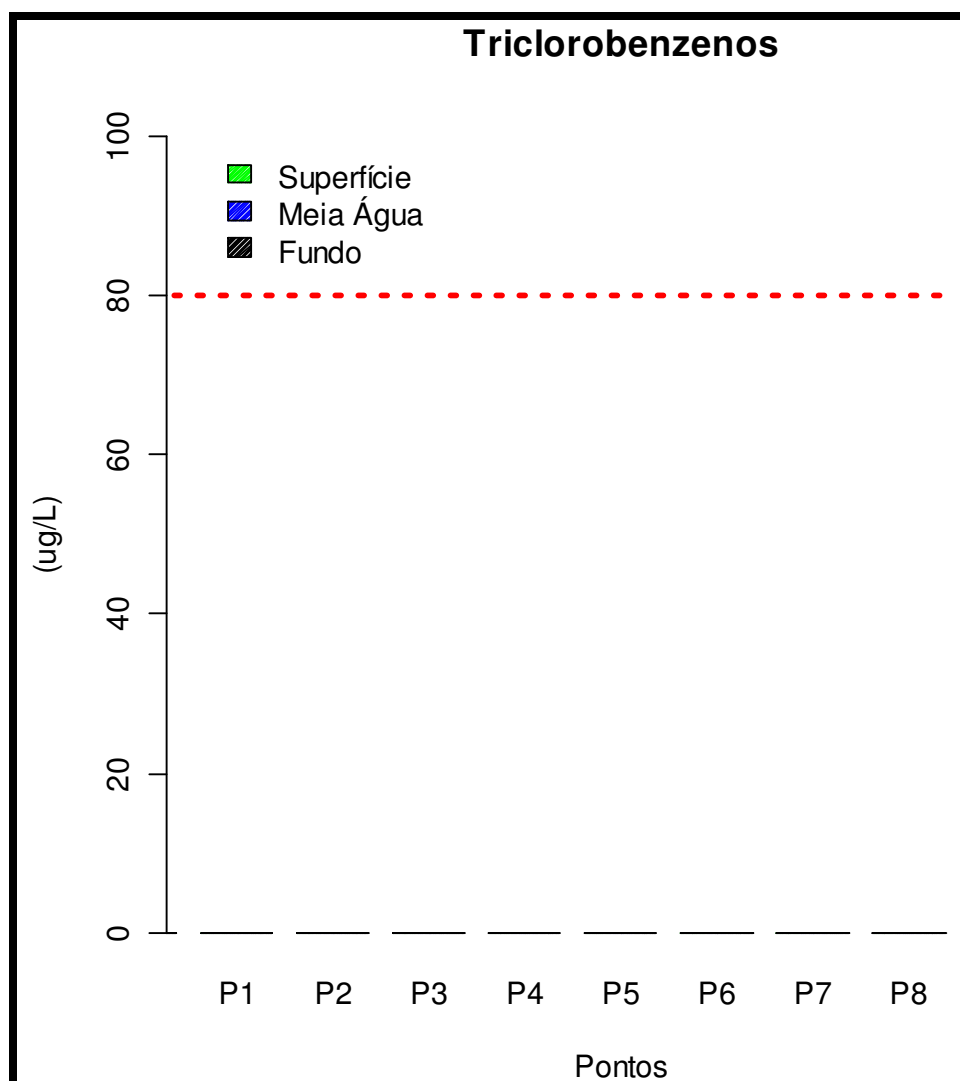


Figura 147 - Variação da concentração de Triclorobenzeno ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. A linha vermelha pontilhada representa o limite crítico preconizado pela Resolução CONAMA 357/05, para as águas salobras da Classe 2. (LQ = 0,01 $\mu\text{g/L}$)

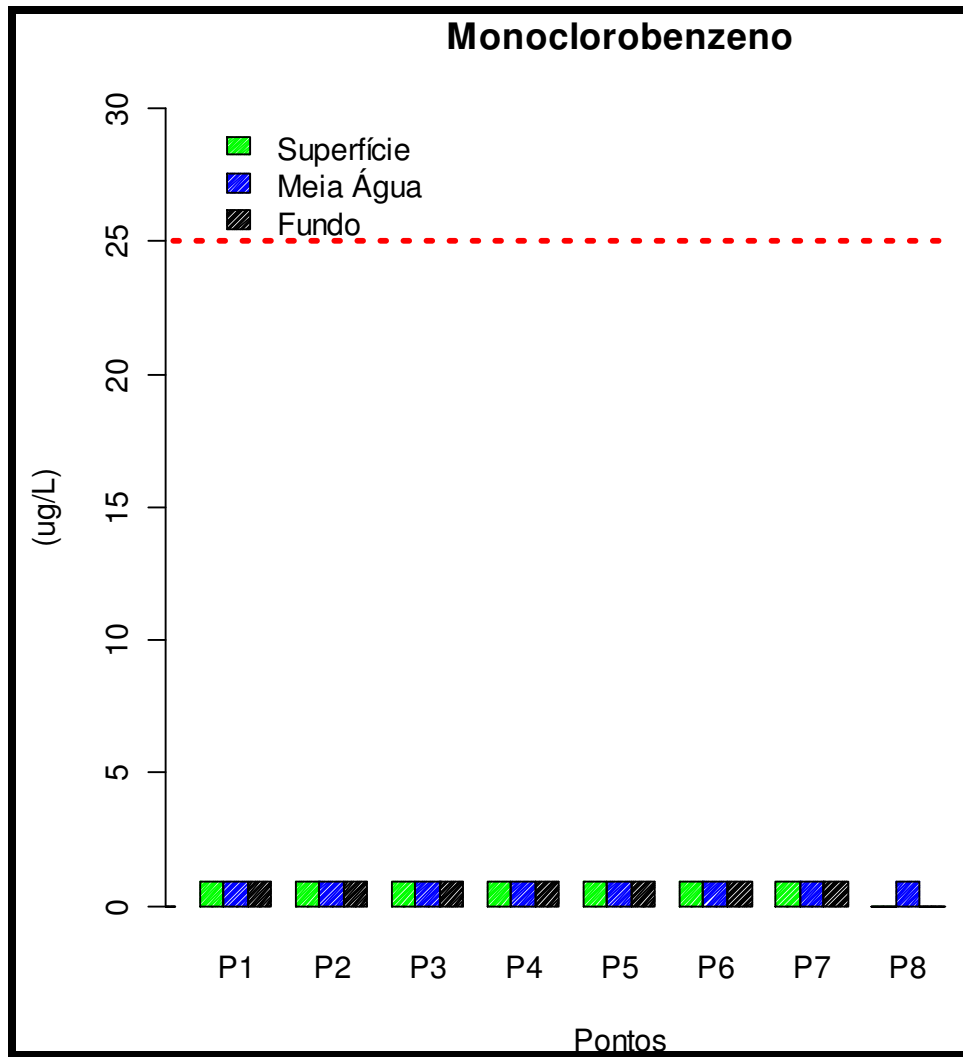


Figura 148 - Variação da concentração de Monoclorobenzeno ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009.
(LQ = $1 \mu\text{g/L}$)

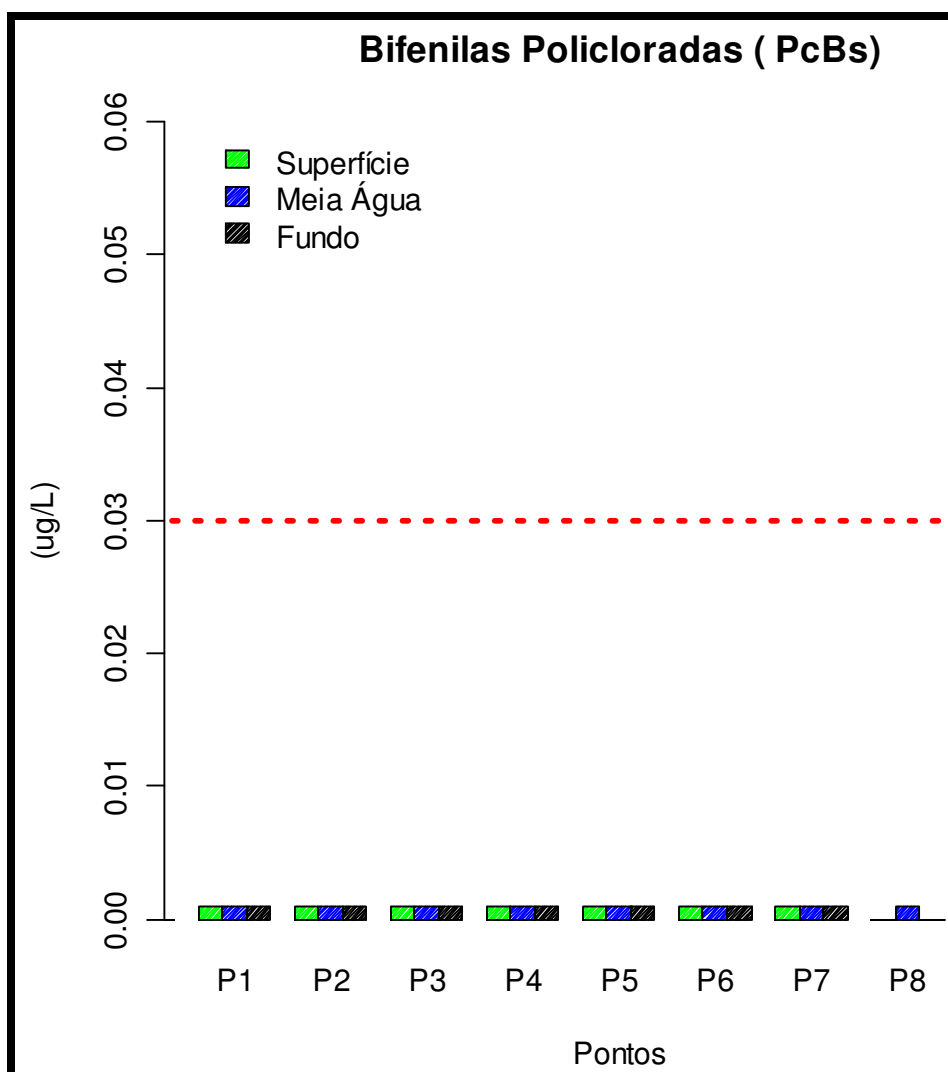


Figura 149 - Variação da concentração de Bifenilas Policloradas, PCBs ($\mu\text{g/L}$) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009. (LQ = 0,001 $\mu\text{g/L}$)

Parâmetros Microbiológicos

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece para a classe 2 das águas salobras em seu artigo 22, inciso 1:

d) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

Assim, os resultados das análises efetuadas na superfície, meia-água e fundo nos oito pontos investigados na ADA devem ser utilizados apenas como um indicador pontual da qualidade da água baseada neste parâmetro. As concentrações de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *E. coli*, nas 21 amostras coletadas neste estudo, são apresentadas nas figura 150 à figura 152. Como pode ser visto, nenhuma das amostras violou os níveis recomendados na amostragem realizada em dezembro, em condições de vazante, em área influenciada pelas descargas dos rios Itiberê e Sabiá. Sellucio *et al.* (2004) registraram concentrações de coliformes fecais de 3500 a >6000 UFV/100mL, em um ponto situado em frente a o porto de Paranaguá e em outro situado na área de amostragem deste estudo, respectivamente. Assim, é necessário um monitoramento sistemático para uma avaliação mais abrangente da contaminação fecal.

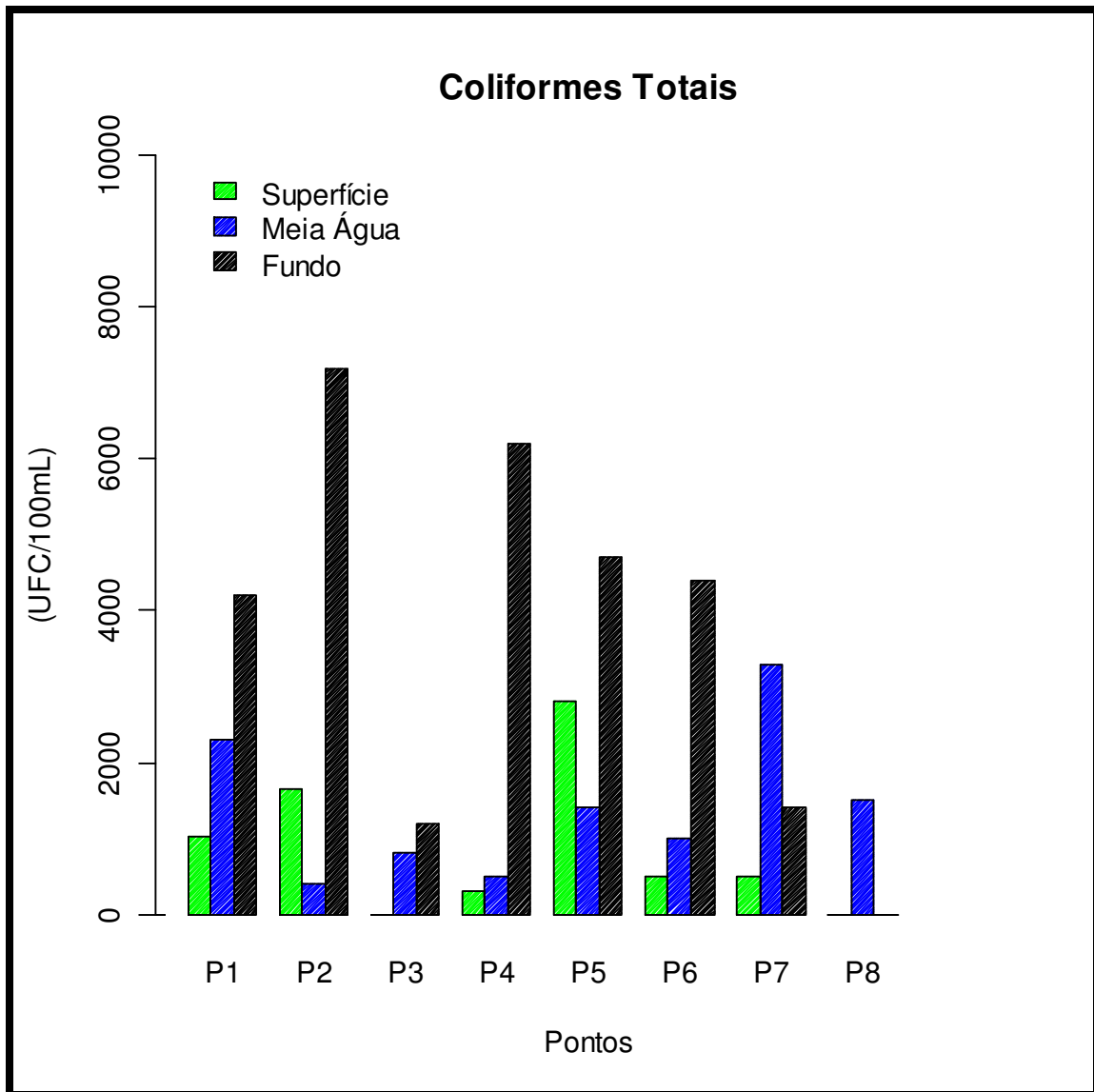


Figura 150 - Variação da concentração de Coliformes Totais (UFC/100mL) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009.

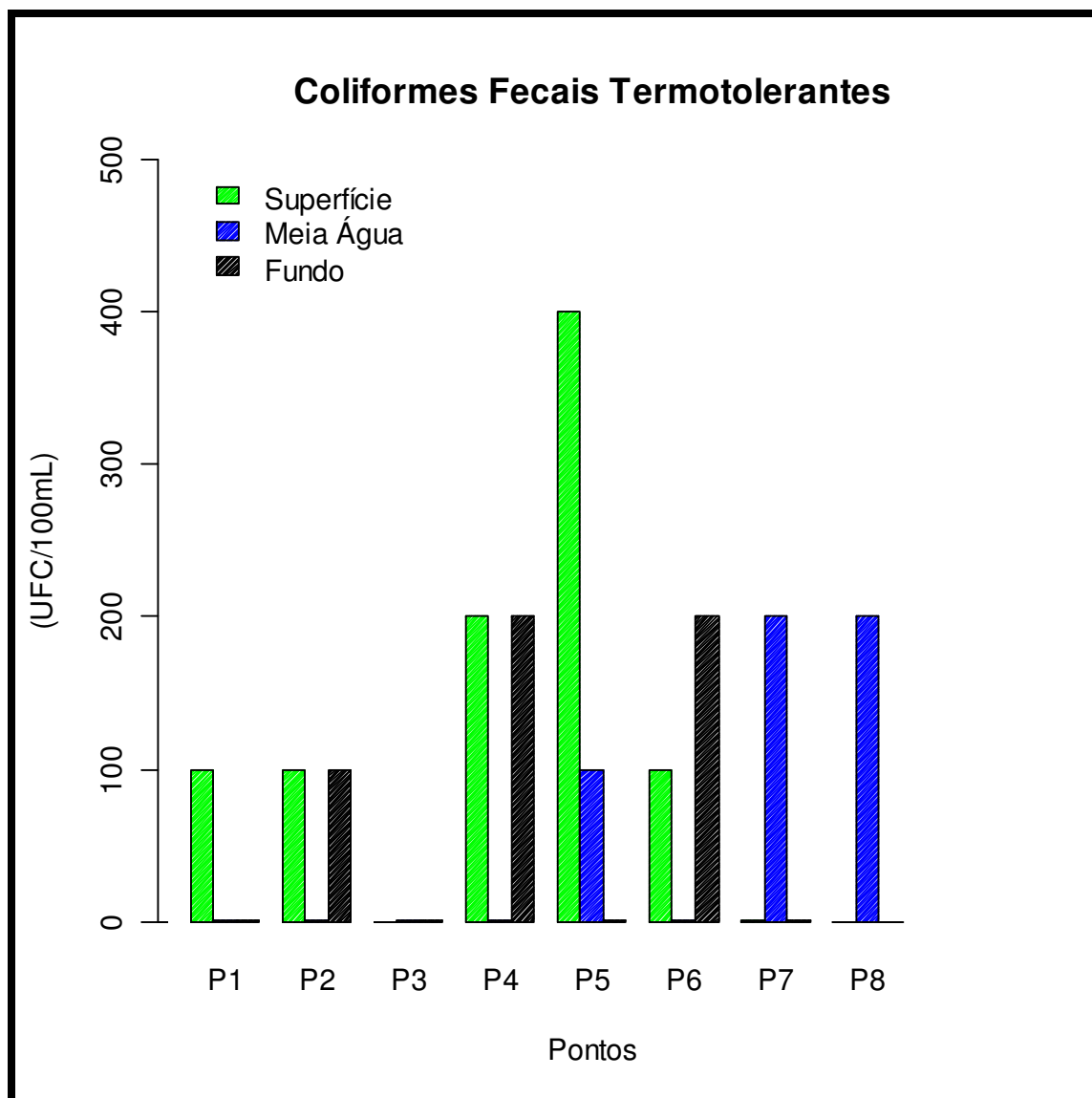


Figura 151 - Variação da concentração de Coliformes Totais Termotolerantes (UFC/100mL) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009.

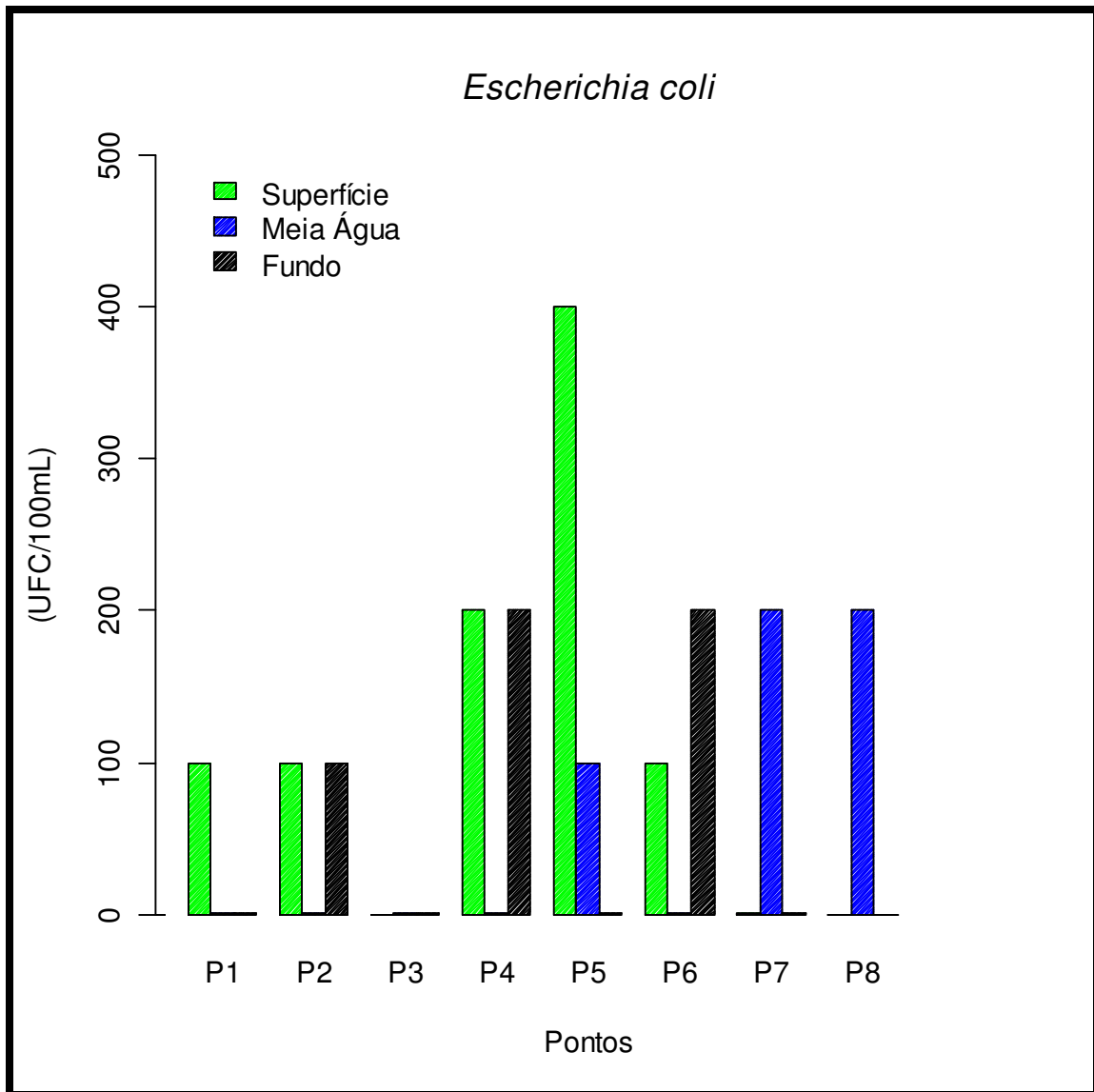


Figura 152 - Variação da concentração de *Escherichia coli* (UFC/100mL) na coluna d'água na área diretamente afetada pelas atividades de ampliação do cais oeste do TCP, no setor mediano do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá, em amostragem realizada em dezembro de 2009.

6.1.5.2.4 Fontes poluidoras

Antecedentes de eventos e de indícios de contaminação e poluição no Complexo Estuarino de Paranaguá

O Complexo Estuarino de Paranaguá foi cenário de diversos acidentes com navios ou trens carregando cargas tóxicas que afetaram significativamente as águas da

região, dos quais se podem citar: um trem da Companhia América Latina Logística - ALL, contendo trinta vagões de açúcar e farelo de soja, descarrilou no município de Morretes, liberando quatro mil litros de combustível no córrego Caninana, afluente do Rio Nhundiaquara, em 23 de setembro de 2000 (AMBIENTE BRASIL, 2006).

Em 16 de fevereiro de 2001, um duto da Petrobrás rompeu, liberando 4.000 mil litros de óleo diesel no Córrego Caninana. O vazamento danificou os manguezais da região, além de contaminar toda a flora e fauna. O Ibama proibiu a pesca até o mês de março de 2001. Em 14 de abril de 2001 um acidente com um caminhão da Petrobrás na BR-277 entre Curitiba - Paranaguá, provocou o vazamento de cerca de 30 mil litros de óleo nos Rios do Padre e Pinto. Em 18 de outubro de 2001, o navio petroleiro Norma que carregava nafta, da frota da Transpetro (subsidiário da Petrobrás), chocou-se em uma pedra na baía de Paranaguá, provocando o vazamento de 392 mil litros de nafta, atingindo uma área de 3 mil metros quadrados (AMBIENTE BRASIL, 2006).

Em 15 de novembro de 2004, o navio Vicunã, contendo 11 mil toneladas de metanol, estava ancorado nos terminais da Cattalini, explodiu e afundou contendo cerca da metade da carga em seu interior. Podem ter vazado entre 3 e 4 milhões de litros de três tipos de combustíveis. Os pescadores da região foram proibidos de pescar e o governo do Estado repassou aproximadamente 1,7 milhões de Reais às famílias dos pescadores. O óleo atingiu mais de 30km (AMBIENTE BRASIL, 2006).

O Complexo Estuarino de Paranaguá apresenta contaminação por metais pesados tanto em suas águas como sedimentos. SÁ (2003) analisou a distribuição e o fracionamento de contaminantes nos sedimentos superficiais e nas dragagens no CEP, constatando elevadas concentrações de arsênio, cádmio, chumbo, cromo, mercúrio, níquel e zinco. Destes apenas o chumbo não apresentou concentrações acima dos valores críticos.

CORRÊA (2005) analisou os teores de chumbo, zinco, níquel e cobre para a baía de Antonina. A autora encontrou valores que variaram de 0,1 a 0,6 mg/L, acima do permitido pela resolução do CONAMA nº357, que corresponde a 0,09 mg/L. Atribuiu-se a contaminação de metais pesados por meio de pesticidas, fertilizantes,

combustão por carvão e óleo, emissões de gases, mineração, fundição, refinamento e incineração de resíduos industriais e urbanos (CORRÊA, 2005).

SANTOS *et al.* (2006) avaliaram os metais pesados sob influência antrópica na baía de Paranaguá. Estes autores encontraram níveis inferiores aos estabelecidos pela Resolução nº20 do CONAMA/1986 para o níquel, zinco, cobre ferro e chumbo. Esta resolução estabelece valores máximos de concentrações de metais pesados em águas salinas. SANTOS *et al.* (2006) analisando amostras de água encontraram valores de níquel inferiores aos encontrados em sedimentos por SÁ (2003), tal fato sugere que o níquel está ligado aos sedimentos, formando complexos (SANTOS *et al.*, 2006). Os autores sugerem que as baixas concentrações de metais pesados na água se devem ao fato desta estar sempre se renovando, o que não acontece com os sedimentos de fundo. Os níveis de selênio encontrados por SANTOS *et al.* (2006) foram elevados, sendo superiores aos valores estabelecidos pelo CONAMA/1986. O selênio é um dos componentes de tintas antiincrustantes para embarcações, o que justifica sua presença em grande quantidade na baía de Paranaguá. O selênio também está presente na soja e uma vez que o porto de Paranaguá é um grande exportador de soja, o selênio presente na água pode ser proveniente do transporte de soja. Para os peixes e invertebrados aquáticos o selênio pode produzir tumores carcinogênicos. O selênio é essencial para o homem, no entanto em quantidades excessivas torna-se tóxico (SANTOS *et al.*, 2006). SANTOS *et al.* (2006) realizaram as amostragens em período chuvoso de verão, indicando que o selênio também pode ter sido proveniente da poluição atmosférica e de efluentes domésticos e industriais jogados nos rios e conseqüentemente carreados para o mar com o auxílio das chuvas.

A região portuária contém indústrias e instalações poluidoras pela ação de produtos químicos gerados por empresas como a Catallini e a Petrobrás (SANTOS *et al.*, 2006).

A Resolução nº 344/2004 do CONAMA estabelece valores máximos para as concentrações de metais pesados. Entretanto, no Complexo Estuarino de Paranaguá existem potenciais fontes de metais de origem natural ou antrópica (REBELO *et al.*, 2005).

O litoral norte do Paraná foi objeto de intensas garimpagens de ouro a partir do século XVI, principalmente na região de Morretes nos rios Nhundiaquara, São João, Pinto e Marumbi. As pesquisas realizadas no local permitiram localizar ocorrências de ouro primário, encaixado nas rochas de origem. Podem ocorrer associados ao ouro os elementos: cobre, chumbo, zinco, arsênio, prata, mercúrio, selênio, bismuto e telúrio (REBELO *et al.*, 2005).

Nas proximidades dos municípios de Antonina e Morretes, ocorrem xistos magnesianos que contém elementos como cromo, níquel, cobre e cobalto. Além destes, a baía de Antonina contém depósitos de ferro com reservas de aproximadamente 40 milhões de toneladas que podem possuir metais pesados associados (REBELO *et al.*, 2005).

De acordo com REBELO *et al.* (2005) há possibilidade da origem destes metais pesados ser natural. MACHADO *et al.* (2006) corroboraram esta hipótese, no entanto sugerem que os elementos encontram-se ligados a sulfetos no ambiente natural reduzido. Com a alteração do sedimento por meio de dragagens, estes elementos podem ser oxidados e precipitados na coluna sedimentar, aumentando suas concentrações nos sedimentos superficiais, podendo também serem incorporados pela biota.

O Centro Integrado de Tecnologia e Educação Profissional da Cidade Industrial de Curitiba (SENAI – CETSAM – SENAITEC em Saneamento e Meio Ambiente, 2005) realizou uma análise dos contaminantes na região de Antonina por meio de sondagens de solo e águas subterrâneas. Foram analisados: 1) o lixão de Antonina referente aos PCB's (Bifenilas Policloradas), cromo, cobre, níquel e arsênio; 2) o porto Público Barão de Tefé em relação aos derivados de petróleo BXTE (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos), PAH's (hidrocarbonetos poliaromáticos) e metais (cromo, cádmio, chumbo e arsênio); e 3) áreas agrícolas de Antonina próximas ao

Rio Cachoeira e Morretes em relação a resíduos clorados, resíduos fosforados e herbicidas ácidos. Estas análises não detectaram nenhum dos parâmetros analisados para o rio Cachoeira. Outras áreas apresentaram os contaminantes no solo e nas águas subterrâneas, mas com valores abaixo dos permitidos. A área do lixão de Antonina apresentou valores elevados para PCB's no solo e cromo e níquel para as águas subterrâneas. O porto Barão de Tefé apresentou valores elevados para chumbo nas águas subterrâneas e a área agrícola de Morretes apresentou valores elevados de Aldrin para o solo.

MACHADO *et al.* (2006) analisaram a qualidade e a toxicidade dos sedimentos nos canais de acesso e bacias de evolução dos Portos de Paranguá, Terminais Portuários da Ponta do Félix e área externa de despejo de material dragado (ACE). De acordo com a resolução CONAMA 344/01, os contaminantes que excederam o nível 1 foram arsênio, níquel, hidrocarbonetos poliaromáticos do grupo A (criseno, dibenzo (a, h) antraceno e pesticidas organoclorados. Ao contrário de testes realizados em pesquisas anteriores, os valores encontrados para os PCB's foram baixos.

O Complexo Estuarino de Paranaguá também apresenta elevados índices de poluição das águas por esgoto, o que está evidenciado nos trabalhos de KOLM *et al.* (2002) e CORRÊA (2005). KOLM *et al.* (2002) analisou a variação sazonal de bactérias de águas superficiais nas baías de Paranaguá e Antonina. Os resultados mostraram elevadas concentrações de bactérias (coliformes fecais) provenientes de esgoto, nas proximidades dos municípios de Paranaguá e Antonina. CORRÊA (2005) analisou amostras de água provenientes da baía de Antonina, em relação à presença de coliformes totais e termotolerantes. Os resultados destas análises indicaram a contaminação significativa da baía de Antonina por águas residuárias. De acordo com estes dados, a baía de Antonina está inapropriada para a pesca e balneabilidade nos locais amostrados.

REIS *et al.* (2005) analisaram as condições sanitárias do município de Antonina e constaram a ausência de sistema de tratamento de esgoto neste município. Grande parte de seu esgoto doméstico é despejado no mar sem nenhum tratamento.

Potenciais fontes poluidoras

A localização das 57 possíveis fontes poluidoras sediadas nos Municípios de Antonina, Morretes e Paranaguá está exposta nas figuras a seguir. Detalhes observados em campo constam no tópico *Potencias fontes poluidoras visitadas*. As potenciais fontes poluidoras foram agrupadas em seis categorias, de acordo com a natureza dos potenciais poluentes: 1) depósito de lixo; 2) fertilizantes; 3) matéria orgânica; 4) produtos químicos diversos; 5) retirada de sedimentos; e 6) armazenagem de vários produtos, exceto fertilizantes (**Tabela 65**). Entre todos os Municípios estudados foram mais freqüentes as categorias: fertilizantes, seguida de produtos químicos diversos e da retirada de sedimento, dos depósitos de lixo, da matéria orgânica e da armazenagem de produtos diversos. A categoria produtos químicos diversos compreende potenciais poluentes de várias naturezas que separadamente possuíam menores freqüências.

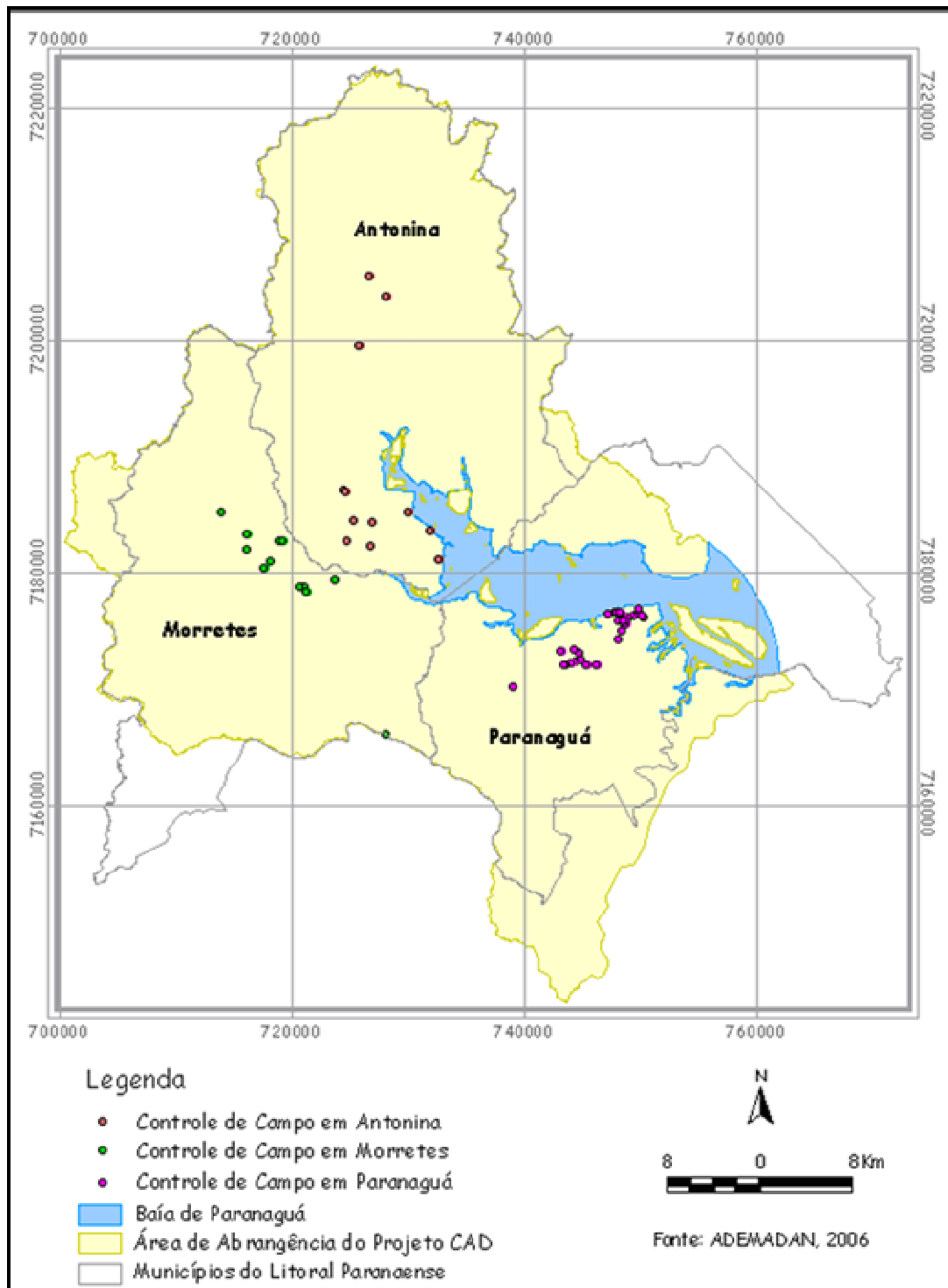


Figura 153 - Potenciais fontes poluidoras visitadas nos Municípios de Antonina, Morretes e Paranaguá. Coordenadas em UTM.

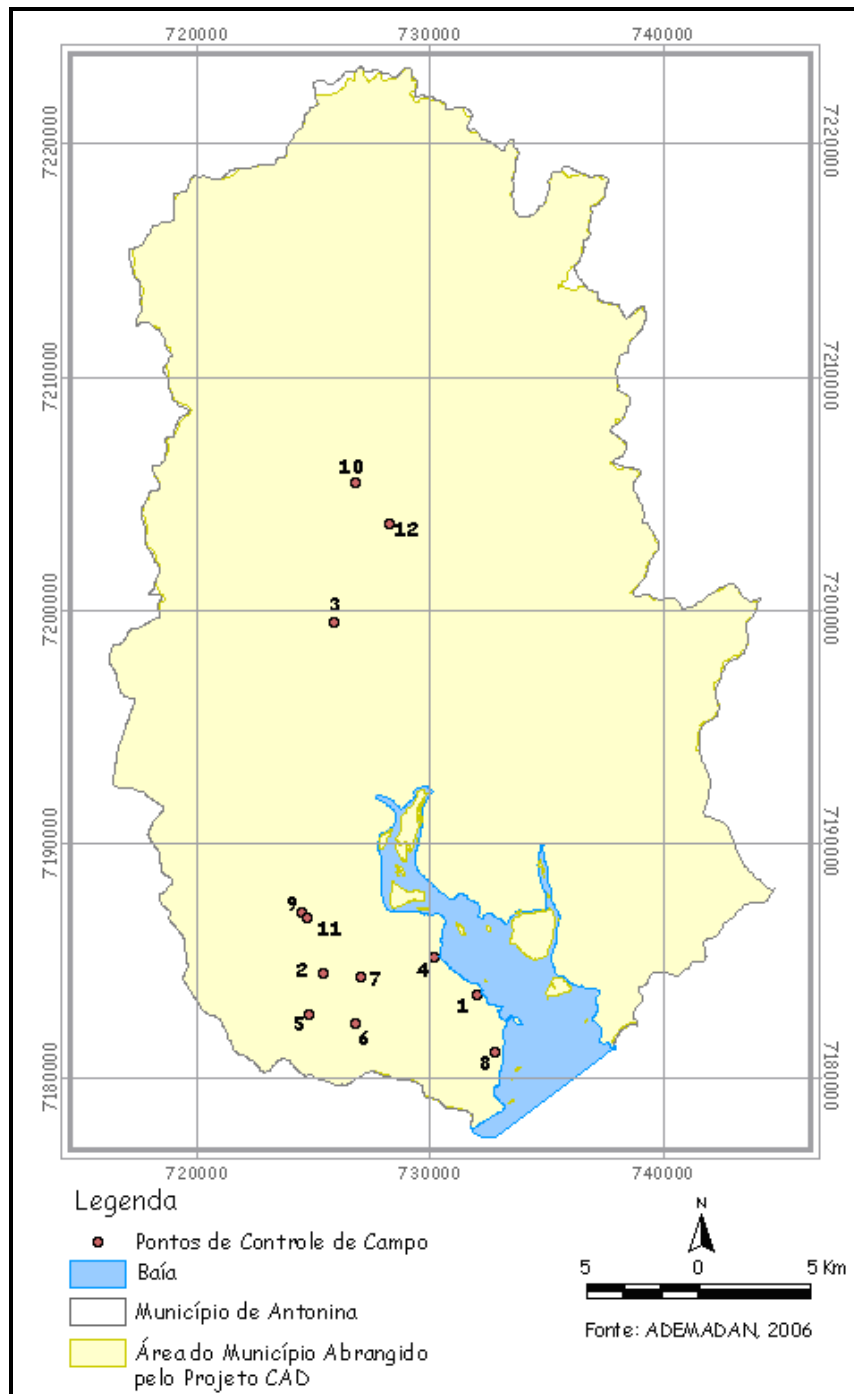


Figura 154 – Potenciais fontes poluidoras visitadas no Município de Antonina. Coordenadas em UTM. Os números indicam o nome dos locais visitados: 1) Porto Barão de Tefé; 2) Indústria de Ferro Gusa do Paraná; 3) Fábrica de Papel São Marcos; 4) Lixão da Esplanada do Areião; 5) Futuro Aterro Sanitário; 6) Lixão Atual; 7) Lixão do Km 04; 8) Lixão Pinheirinho; 9) Lixão do Mamboeiro; 10) U. H. Governador Parigot de Sousa; 11) Saibreira; 12) Extração de Seixos.

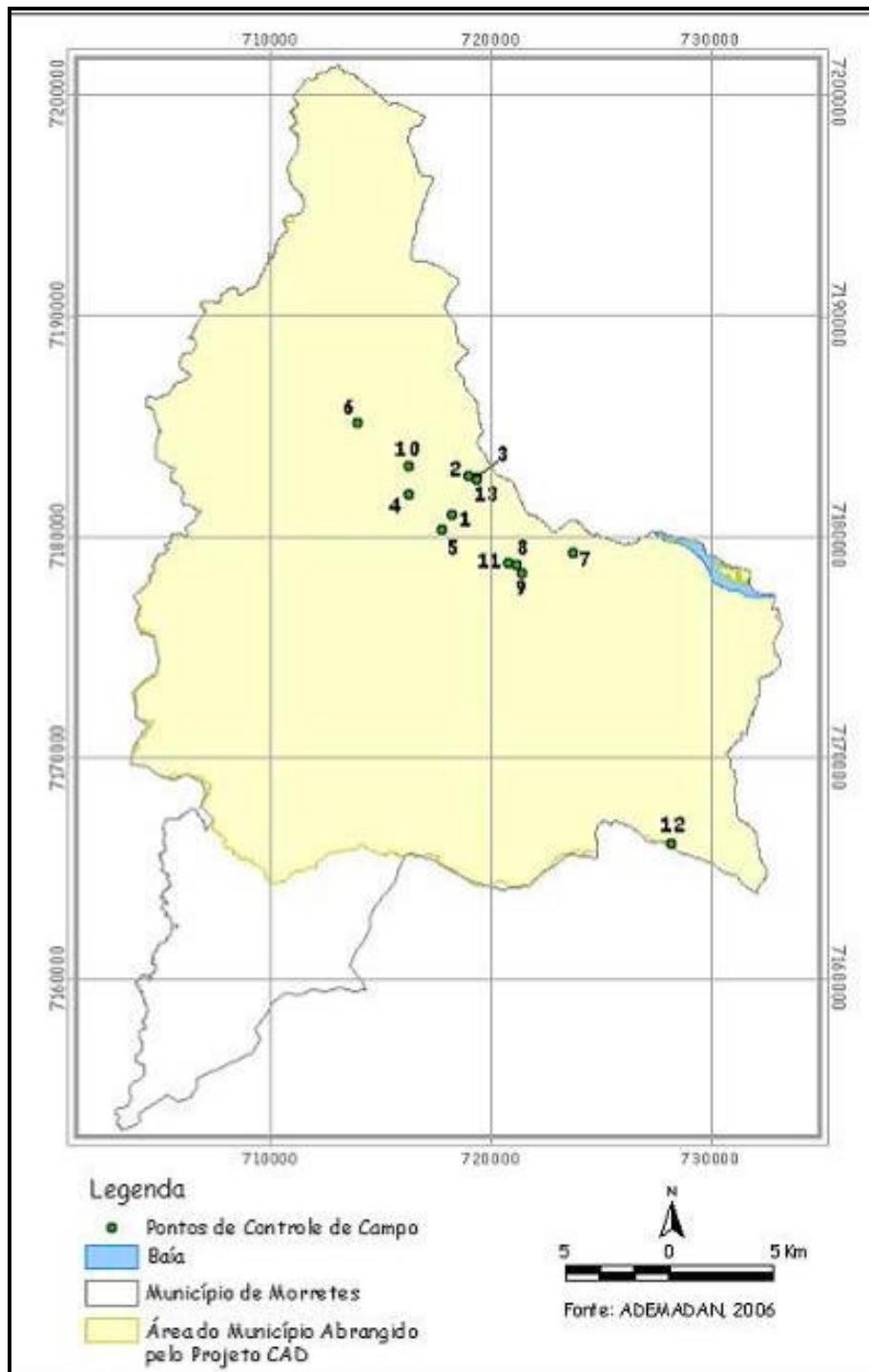


Figura 155 – Potenciais fontes poluidoras visitadas no Município de Morretes. Coordenadas em UTM. Os números indicam o nome dos locais visitados: 1) Roquelwe Comércio de Artes Metalizadas Ltda; 2) Lixão a Céu Aberto de Morretes; 3) Lixão Antigo Morretes; 4) C.T.M. Papéis Ltda.; 5) Fábrica de Papel São Marcos 2; 6) Fábrica de Papel Kraft (Induspel); 7) Gnatta e Bolzon Ltda.; 8) Areal Brustolin; 9) Areal Bertazzoni; 10) Extração de Seixos; 11) Areal do Hernesto; 12) Mina de Ouro (desativada); 13) Saibreira Morretes.

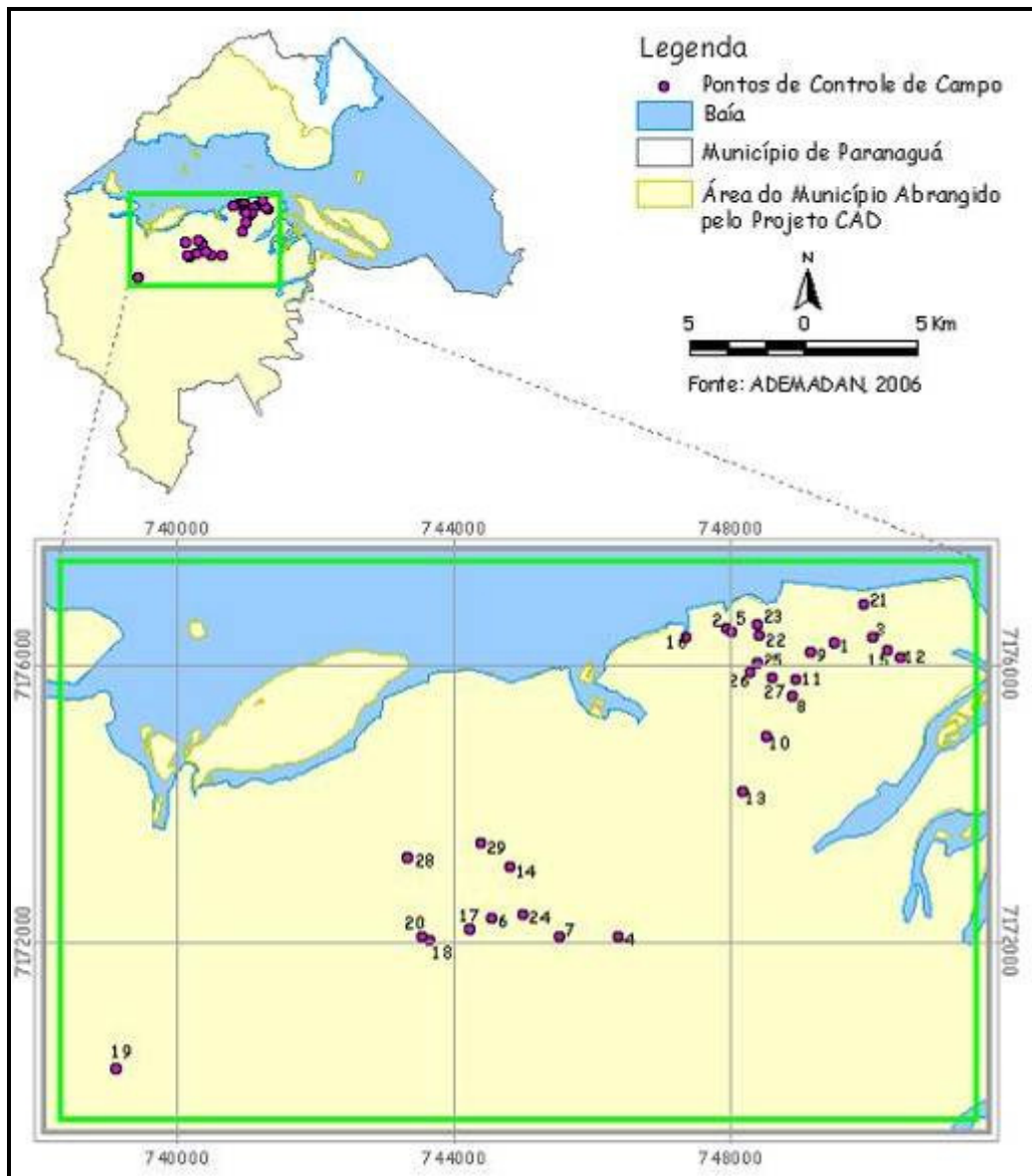


Figura 156 – Potenciais fontes poluidoras visitadas no Município de Paranaguá. Coordenadas em UTM. Os números indicam o nome dos locais visitados: 1) Fertipar Fertilizantes do Paraná Ltda; 2) União Vopak; 3) Cooperativa Central Regional Iguaçu Ltda; 4) Posto de Combustível (abandonado); 5) Cattalini Terminais Marítimos Ltda; 6) Lava Car Santa Rita; 7) Lava Car do Pedro; 8) Andali Operações Industriais Ltda; 9) Mosaic Fertilizantes do Brasil; 10) Macrofertil Indústria e Comércio de Fertilizantes Ltda; 11) Adubos Sudoeste Ltda; 12) Estinave Unitização de Cargas e Armazéns Gerais Ltda; 13) Multitrans Transportes e Armazéns 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) Transadubo S.A.; 21) Cargil Fertilizantes S.A.; 22) Bunge Fertilizantes S.A.; 23) Adubos Trevo S.A.; 24) Serra do Mar Armazéns Gerais Ltda; 25) Nova Sul Padronização de Cereais Ltda; 26) Fertibras S.A.; 27) Grain Port Padronização de Grãos e Cereais Ltda; 28) Areal Imbocui Ltda; 29) Areal das Ilhas.

Em Antonina e em Morretes houve predominância de depósitos de lixo e de retirada de sedimentos, enquanto que em Paranaguá, a de empresas que trabalham com fertilizantes e também com a retirada de sedimentos (**Tabela 65**). Em função das características das potenciais fontes poluidoras observadas foi possível estabelecer um provável status de potencial contaminação atual, ou seja, se as fontes atualmente ainda possuem potencial de liberar poluentes ao ambiente, seja por meio de acidentes ou das condições em que se encontram.

Apenas o futuro aterro sanitário de Antonina/Morretes tem um potencial nulo, porque ainda não está em funcionamento. Somente as fábricas de papel desativadas de Antonina e Morretes, a mina de ouro desativada em Morretes e a extração de seixo desativada em Antonina representam um provável status de potencial contaminação atual nulo, pois encerraram suas atividades. Os produtos químicos que eram utilizados nos processos de mineração e na confecção do papel e a ressuspensão de sedimentos ocorrida durante a extração dos seixos não são mais liberados no ambiente, apesar de provavelmente terem sido liberados no passado.

As demais potenciais fontes poluidoras encontram-se num status ativo de potencial contaminação atual. Entre estas fontes é possível afirmar que os depósitos de lixo e a lavagem de carretas realmente estão emitindo poluentes ao meio. Os areais e as extrações de seixos também contribuem na emissão de poluentes ao ressuspender sedimentos. Há a possibilidade das saibreiras também estarem contribuindo, no sentido do carreamento pluvial do substrato erodido aos cursos de água. A maior parte das restantes potenciais fontes poluidoras que se encontra num status ativo de potencial contaminação atual aparentemente apenas possui risco de emissão de poluentes caso haja algum acidente que consista no vazamento de produtos químicos no ambiente ou da liberação de excedentes de processos químicos sem tratamento diretamente no meio.

Tabela 65 - Frequência percentual das potenciais fontes poluidoras dos Municípios de Antonina, Morretes e Paranaguá. Em "*itálico*", somatório das categorias. Entre parênteses, número de potenciais fontes poluidoras visitadas. O status de potencial contaminação atual refere-se a provável emissão de poluentes ao meio, face a um acidente ao as condições em que as fontes se encontram.

Potenciais fontes poluidoras	Antonina (12)	Morretes (14)	Paranaguá (31)	Total (57)	Provável Status de potencial contam. atual	Categorias				
Antigo lixão da usina hidroelétrica	8,3	0	0	1,8	Ativo					
Futuro aterro sanitário	8,3	<i>58,3</i>	7,1	<i>21,4</i>	0	3,2	3,5	19,3	Nulo	Depósito de lixo
Lixão atual	8,3	7,1	3,2	5,3	Ativo					
Lixão desativado	33,3	7,1	0	8,8	Ativo					
Fabricação e armazenagem de fertilizantes	0	0	19,4	10,5	Ativo					
Mistura e depósito de fertilizantes	0	0	25,8	14,0	Ativo					
Beneficiadora de papel	0	7,1	0	1,8	Ativo					
Exportação de madeira	0	0	7,1	3,2	12,9	1,8	8,8	Ativo	Matéria orgânica	
Transporte e armazenagem de grãos	0	0	9,7	5,3	Ativo					
Fabrica e transporte de óleo vegetal e ácido sulfúrico	0	<i>25,0</i>	0	<i>28,6</i>	3,2	19,4	1,8	22,8	Ativo	Produtos químicos diversos
Antigo depósito de carvão coke	8,3	0	0	1,8	Ativo					
Fábrica de papel	0	7,1	0	1,8	Ativo					
Fábrica de papel desativada	8,3	7,1	0	3,5	Provavelmente nulo					
Fabricação de margarina	0	0	3,2	1,8	Ativo					
Ferro gusa	8,3	0	0	1,8	Ativo					

Potenciais fontes poluidoras	Antonina (12)		Morretes (14)		Paranaguá (31)		Total (57)		Provável Status de potencial contam. atual	Categorias
Lavagem de carretas	0	0	0	0	6,5	0	3,5	0	Ativo	
Metalização de obras de arte	0	0	7,1	0	0	0	1,8	0	Ativo	
Mina de ouro desativada	0	0	7,1	0	0	0	1,8	0	Provavelmente nulo	
Posto de combustível abandonado	0	0	0	0	3,2	0	1,8	0	Ativo	
Produtos petroquímicos	0	0	0	0	3,2	0	1,8	0	Ativo	
Areais	0	0	28,6	0	16,1	0	15,8	0	Ativo	
Extração de seixos	8,3	16,7	7,1	42,9	0	16,1	3,5	22,8	Provavelmente nulo*/Ativo	Retirada de sedimento
Saibreira	8,3	0	7,1	0	0	0	3,5	0	Ativo	
Armazéns gerais	0	0	0	0	3,2	3,2	1,8	1,8	Ativo	Vários produtos, exceto fertilizante

*A extração de seixos de Antonina esta desativada.

Potencias fontes poluidoras visitadas

Município de Antonina:

1) Porto Barão de Tefé.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J - 0732055, 7183508.

Comentários: No pátio do porto é possível observar a presença de carvão. De acordo com relatos de funcionários, a prefeitura do município realiza da limpeza do local utilizando tratores para retirar o excesso de carvão, pois o mesmo aflora do solo. Anteriormente o pátio era um depósito de carvão.

2) Indústria de Ferro Gusa do Paraná – PR 340, Km 04.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J - 0725439, 7184444.

Comentários: A indústria fechou há dezesseis anos e a área está à venda. Atualmente pertence à empresa D.M.I. Participações (São Paulo). A escória (resíduos de ferro) era depositada a céu aberto para utilização em aterros. A indústria utilizava magnetita como matéria prima e os fornos eram movidos com carvão mineral. O período de funcionamento da empresa foi de 1978 a 1990.

3) Fábrica de Papel São Marcos – PR 340, Trevo Bairro Alto.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J - 0725943, 7199466.

Comentários: A fábrica funcionou de 1965 a 1991 e possuía cerca de 25 funcionários. No local era produzida a massa para a fabricação de papel, a qual era levada para Morretes, onde se finalizava o processo de fabricação. Na fábrica existia um tanque de decantação no qual a água passava antes de retornar para o rio. De acordo com relato de funcionários, não ocorria poluição no local, pois grande parte da produção poluente era destinada a Morretes. Entretanto o rio Cacatu passa ao lado da antiga fábrica.

4) Lixão da Esplanada do Areião – Bento Cego S/N.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0730194, 7185118

Comentários: Este local tornou-se um depósito para todo o tipo de lixo: pneus, plásticos, lonas, vidros, etc. O manguezal localiza-se nas proximidades e misturou-se com o lixo. Ao lado do lixão está localizada a empresa de Saneamento Básico do Município (SAMAE). O lixão está desativado há alguns anos.

5) Futuro Aterro Sanitário – Estrada São João Feliz – Km 05.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0724872, 7182716

Comentários: A área tem aproximadamente 80 alqueires e faz divisa com o rio São João Feliz em frente a linha férrea. A intenção é construir um aterro sanitário em parceria com o município de Morretes, porém a Lei orgânica do município de Antonina não permite. De acordo com depoimento de moradores, quando a maré está cheia a área fica inundada.

6) Lixão atual – Estrada do lixão (Saivá), Figura 6.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0726863, 7182259

Comentários: O rio São João Feliz passa a 1,5Km do local. O lixão existe há cerca de oito anos e as pessoas se misturam ao lixo e aos urubus em busca de objetos para vender. Neste local são encontrados vários tipos de resíduos, inclusive hospitalares como agulhas, seringas. Quando acumula muito lixo, um trator passa por cima dos resíduos para comprimi-los.

7) Lixão do Km 04 – Estrada do antigo lixão – Km 04.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0727031, 7184247.

Comentários: Este lixão está desativado há aproximadamente dezesseis anos. Esteve em funcionamento até 1990. Existe um córrego nas suas proximidades.

8) Lixão Pinheirinho – Rua Henrique Lage S/N.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0732829, 7181077.

Comentários: De acordo com relatos de antigos moradores locais, a areia da região foi retirada para aterrar o cais. Para substituí-la foi colocado todo o tipo de resíduo, inclusive hospitalar (Fig. 7). Hoje existe no local uma chácara com tanques de peixe e plantações que se misturam aos resíduos (vidros, seringas). Atualmente o local foi loteado e pertence a uma imobiliária. O lixão existiu por mais de 40 anos.

9) Lixão do Mamboeiro (Faisqueirinha) – PR 340, Km 03.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0724517, 7187025.

Comentários: O local atualmente é uma chácara e os resíduos existentes no solo foram cobertos pela vegetação, sem aterrar. O lixão funcionou por 30 anos.

10) Usina Hidrelétrica Governador Parigot de Sousa (COPEL) – PR 340, Bairro Alto.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0726818, 7205473

Comentários: De acordo com relato de funcionário, a empresa deposita seu esgoto doméstico numa fossa, que, quando cheio, é retirado por caminhões pipa. O resíduo é levado para a estação de tratamento de Paranaguá. O lixo doméstico é recolhido pela Prefeitura de Antonina duas vezes por semana. Durante a visita foi possível ter acesso ao antigo lixão da COPEL, o qual está coberto pela vegetação, pois este lixão está desativado há cerca de oito anos. Entretanto, no local encontram-se cerca de oito tambores não deteriorados pelo tempo.

11) Saibreira – PR 340, Km 2,5 – Faisqueirinha, Figura 8.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0724751, 7186847

Comentários: Esta saibreira tem autorização do IAP (Instituto Ambiental do Paraná) para seu funcionamento (validade até 2007). O Grupo Reomar Construção Civil e Empreendimentos Ltda., com escritório em Morretes, é responsável pela exploração.

12) Extração de seixos – Rio Cachoeira – Bairro Cachoeira.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0728258, 7203725

Comentários: A Prefeitura Municipal de Antonina obteve junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) uma autorização para extrair 5mil m³ de seixos. Porém o período de validade da autorização expirou e a prefeitura só conseguiu retirar cerca de 3mil m³. A empresa construiu uma passarela com pedras para o caminhão coletar os seixos (Fig. 9 e 10). Esta passarela divide o curso do rio. Com o vencimento da autorização do IBAMA, os seixos e a estrada foram abandonados.

Município de Morretes:

1) Roquelwe Comércio de Artes Metalizadas Ltda, rua Dr. Claudino dos Santos, 271, Bairro Vila Santo Antônio

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0718248, 7180977.

Comentários: A empresa produz obras de arte em gesso que são posteriormente metalizadas. De acordo com funcionários, os poluentes passam por filtros de areia para corrigir o pH antes de serem despejados no rio Nhundiaquara. De acordo com funcionários, o Instituto Ambiental do Paraná (IAP) faz o monitoramento da água antes desta ser despejada no rio.

2) Lixão a céu aberto de Morretes – Colônia Seis Marias.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0719037, 7182713.

Comentários: Iniciou as atividades em 1986. Os resíduos são enterrados e árvores e grama são plantadas sobre o local. O lixão é cercado e possui segurança para impedir a entrada de pessoas. Existe drenagem por pedras de rio para filtrar o material excedente. Nas suas proximidades há um córrego que desemboca no rio Sapitanduva. O lixo hospitalar é encaminhado para uma empresa que os transporta ao aterro Sanitário de Matinhos, município de Pontal do Paraná, onde este resíduo é incinerado e posteriormente enterrado. A prefeitura de Morretes está aguardando a construção do novo aterro em parceria com Antonina.

3) Lixão antigo Morretes – Estrada Velha de Antonina (Sapitanduva).

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0719430, 7182672.

Comentários: A lixão foi desativado em 1985 e o local foi aterrado. Atualmente sobre o lixão existem casas e um motel (Motel Aqqua Marine).

4) C.T.M. Papéis Ltda.– Estrada Reta do Porto Km 02.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0716283, 7181919.

Comentários: A empresa funciona como beneficiadora de papéis. O papel chega em bobinas e é cortado em diversas medidas e posteriormente embalado para comercialização.

5) Fábrica de Papel São Marcos 2 – Rua Marcos Malucelli.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0717774, 7180306.

Comentários: A fábrica foi fundada em 1908 e fechada em 1985. A técnica utilizada era a fabricação de papel com caules de jasmim, abundante na região. O papel era

vendido em todo o país. Nas proximidades da fábrica passa um rio que deságua no rio Nhundiaquara. Funcionários do IAP comentaram que na época os problemas ambientais eram constantes, principalmente devido à coloração do papel que alterava a cor do rio Nhundiaquara. No local será implantado o Centro de Eventos do Litoral Paranaense.

6) Fábrica de Papel Kraft (Induspel) – Antiga Fábrica de Papel São Marcos.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0714004, 7185125.

Comentários: A fábrica foi fundada em 1930. Produzia muitos passivos ambientais. Há cinco anos a empresa funciona com licença ambiental provisória. Para a fabricação do papel utilizam a técnica de Zering (emissão zero de resíduos) que consiste de um circuito fechado que não contamina o ambiente. O material é reutilizado através de produto floculador que separa as fibras da água, posteriormente a fibra é reutilizada e a água retorna para o processo. Os produtos utilizados são: polímeros, bactericidas e cloro. Existe uma organização não governamental que entrou com uma ação pedindo o fechamento da fábrica, alegando que esta se localiza em área de preservação permanente (A.P.P.). A razão social da empresa leva o nome da Induspel.

7) Gnatta e Bolzon Ltda. (Areal de Barreiros) – Estrada de Barreiros – Bairro Barreiros, KM 06.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0723786, 7179274

Comentários: O areal está em funcionamento há mais de dez anos e pertence à empresa Gnatta e Bolzon Ltda, devidamente autorizada pelo IAP. A empresa retira do leito do rio Nhundiaquara cerca de 2mil m³ de areia por mês. Para a retirada da areia é utilizada uma draga balsa que percorre o rio numa área pré-estabelecida pelo

IAP. O responsável pelo areal disse que o mesmo ajuda a evitar a formação de ilhas e assoreamento, assim como no período de chuvas, ajuda na vazão das águas.

8) Areal Brustolin – Estrada da Ponte Seca.

Coordenadas geográficas (UTM): 22 J – 0721220, 7178714

Comentários: O areal funciona há cerca de 12 anos com autorização do IAP e retira areia com auxílio de draga fixa (Fig. 11). São retirados cerca de 1200 m³ de areia por mês. Os funcionários da empresa alegam que o areal ajuda a evitar o assoreamento, pois a draga retira restos de lixo, árvores e pedras do rio.

9) Areal Bertazzoni – Estrada da Ponte Seca.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0721394, 7178369

Comentários: O areal está localizado no antigo leito do Rio Nhundiaquara e de acordo com seus funcionários, possui autorização do IAP. Segundo funcionários da empresa, na década de 70, durante a dragagem, o rio teve seu leito modificado. Os mesmos funcionários afirmam que o areal ajuda a evitar o assoreamento do rio. A draga utilizada é fixa por cordas e permanece no leito do rio.

10) Extração de Seixos – Estrada da Central, Bairro Central.

Coordenadas (UTM): 22J – 0716296, 7183202

Comentários: A Prefeitura de Morretes é responsável pela extração dos seixos. A retirada é feita mediante a autorização do IAP, que permite a retirada de 300 m³ de cada vez. Os seixos retirados são depositados no pátio da Secretaria de Obras, sendo usado na melhoria das estradas do município. Seixos foram vistos em locais particulares e a prefeitura afirmou que empresta os caminhões para a retirada dos seixos e em contrapartida a empresa fica com uma parte dos seixos para revender.

11) Areal do Hernesto – Estrada da Ponte Seca.

Coordenadas (UTM): 22J – 0720806, 7178801

Comentários: O areal está começando a funcionar na desembocadura do Rio do Pinto com o Nhundiaquara. A documentação está em andamento junto ao IAP.

12) Mina de ouro (desativada), Estrada da Marta (Limeira)

Coordenadas (UTM): 22J – 0728248, 7166088

Comentários: Esta mina funcionou de 1988 a 1997 e a empresa responsável pela exploração foi a Tibagi Engenharia, Mineração e Construção Ltda. de Curitiba. A empresa continha cerca de 70 funcionários e no local foram instalados os equipamentos necessários à extração, incluindo laboratórios, tanques de decantação e outros. Na região foi encontrado um veio de ouro que incentivou a mineradora a abrir um túnel de mais de 500m ao longo do veio. Entretanto, em 1997 a mineração foi embargada devido à ausência de licença de operação. A licença que estava em vigor correspondia apenas à pesquisa. A empresa não conseguiu a licença de operação, abandonando todo o material no local a partir de 2001. Do portão de entrada da mina até o local de exploração há uma distância de aproximadamente cinco quilômetros. O laboratório da empresa ficava no Morro Alto, próximo ao tanque de decantação. De acordo com informações provenientes da Secretaria de Obras de Morretes, no laboratório de mineração eram utilizados cianeto, ácido nítrico e carvão mineral ativado. Os resíduos eram encaminhados para um tanque de decantação.

13) Saibreira Morretes – Colônia Seis Marias.

Coordenadas (UTM): 22J – 0719370, 7182599

Comentários: Esta saibreira está em funcionamento há cinco anos e está localizada próximo ao antigo lixão de Morretes.

Município de Paranaguá:

1) Fertipar Fertilizantes do Paraná Ltda. – Avenida José da Costa Lute, 251 – Bairro Vila Primavera.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0749506, 7176319.

Comentários: A empresa possui depósitos de fertilizantes, os quais são misturados de acordo com os pedidos dos clientes (agricultores e comerciantes). São carregados nos navios, trens e caminhões. Os resíduos são vendidos para pequenos agricultores do litoral. A empresa não fabrica fertilizantes, apenas faz as misturas.

2) União Vopak – Cel. Santa Rita, s/n, Bairro Rocio.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0747941, 7176512.

Comentários: A empresa importa e exporta óleo vegetal e ácido sulfúrico. O ácido sulfúrico é bombeado do navio para os tanques da empresa que os bombeia até a empresa Fospar. O restante permanece na própria empresa. A empresa monitora o solo anualmente.

3) Cooperativa Central Regional Iguazu Ltda. (Cotriguaçu) – Avenida Presidente Kenedy, 3500 – Bairro Oswaldo Cruz.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0750060, 7176393.

Comentários: A empresa trabalha com exportação de grãos que chegam de caminhão e trem e são levados aos depósitos (silos) para posterior embarque. Os grãos restantes são levados para o aterro sanitário de Pontal do Paraná.

4) Posto de Combustível (abandonado) – Posto Farol BR277 Km05, Parque São Jorge.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0746394, 7172086.

Comentários: O posto está fechado há dois anos. Segundo moradores locais, os tanques de combustíveis foram retirados porque estavam vazando.

5) Cattalini Terminais Marítimos Ltda, Avenida Cel. Santa Rita, 2677, Porto

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0748032, 7176469.

Comentários: A empresa trabalha com produtos petroquímicos, óleos vegetais, álcool, diesel, metanol, etanol, terebentina. Os produtos são bombeados dos navios para a empresa e vice-versa. São distribuídos por bombeamento ou dutos para outros locais ou para os caminhões. A empresa faz análise do solo anualmente. A Fospar utiliza produtos da Cattalini, como o ácido sulfúrico.

6) Lava Car Santa Rita, Avenida Atílio Fontana, Bairro Imbocuí.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0744546, 7172337

Comentários: O lava car está instalado na beira do manguezal em área de proteção ambiental e não possui tratamento dos resíduos oriundos das lavagens dos veículos (resíduos de cargas, óleos, graxas, entre outros). Os resíduos escorrem diretamente para o manguezal. O lava car é especializado em lavagens de carretas. De acordo com o IAP, este lava car já foi notificado para se adequar aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental.

7) Lava Car do Pedro, Avenida Atílio Fontana, Bairro Imbocuí.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0745540, 7172082

Comentários: Da mesma forma que o outro lava car mencionado acima, este despeja seus resíduos diretamente no manguezal. Durante a visita um caminhão tanque contendo resíduos de fertilizantes aguardava para ser lavado.

8) Andali Operações Industriais Ltda. – Rua Ludovica Borio, 1111, Bairro Raia.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0748903, 7175536

Comentários: A empresa atua como depósito e armazenagem de matéria prima para fertilizantes.

9) Mosaic Fertilizantes do Brasil – Avenida Gabriel de Lara, 1471, Bairro Rocio.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0749152, 7176183

Comentários: A empresa atua na fabricação, depósito de mistura para fertilizantes (fosfatados concentrados de potássio) e comércio dos mesmos.

10) Macrofertil Indústria e Comércio de Fertilizantes Ltda. – Avenida Paulo Canhola, 717, Bairro Alvorada.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0748532, 7174957

Comentários: A empresa atua como depósito de mistura para fertilizantes.

11) Adubos Sudoeste Ltda. – Avenida Coronel Santa Rita, 1361, Bairro Bockmann.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0748957, 7175772

Comentários: Funcionários da empresa informaram que a mesma atua no processo de mistura para fertilizantes, depósito e comércio dos mesmos. De acordo com a autorização do IAP, a empresa está registrada como fabricante de fertilizantes e armazenadora destes.

12) Estinave Unitização de Cargas e Armazéns Gerais Ltda. – Avenida Bento Rocha, 640, Bairro Rocio.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0750456, 7176103

Comentários: A empresa atua na exportação de madeira, caulim, ferro, tubos e conexões que já chegam embalados na empresa para exportação.

13) Multitrans Transportes e Armazéns Gerais Ltda. – Rua Baronesa do Cerro Azul, 682, Bairro Costeira.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0748188, 7174173

Comentários: a empresa atua na armazenagem e na movimentação de fertilizantes.

14) Lixão do Imbocuí – Estrada do Lixão, Bairro Imbocuí.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0744813, 7173080

Comentários: O lixão de Paranaguá sempre funcionou neste local, há cerca de 30 anos. Os moradores de suas proximidades fazem do lixão a sua principal fonte de renda por meio da coleta dos resíduos sólidos recicláveis. Os moradores misturam-se aos urubus para efetuar tal atividade (Fig. 12), sem a utilização de equipamentos de segurança (botas, luvas, roupas, etc.). Funcionários do IAP afirmaram que uma área em Alexandra está sendo construído um aterro sanitário para o município.

15) Península Internacional Ltda. – Avenida Coronel José Lobo, 1211.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0750276, 7176194

Comentários: A empresa atua na mistura de fertilizantes. O pó oriundo da mistura é levado para um moinho para algutinar, formando grãos. De acordo com funcionários da empresa, tal processo não utiliza produtos químicos. A autorização fornecida pelo IAP à empresa permite a armazenagem, mistura e ensaque de fertilizantes.

16) Fospar S.A. – Rua Presidente Getúlio Vargas, 2859, Bairro Vila Portuária.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0747361, 7176396

Comentários: Funcionários da empresa se negaram a fornecer dados sobre a área de atuação da empresa. A autorização fornecida pelo IAP autoriza a industrialização de fertilizantes. De acordo com informações obtidas na internet a empresa está associada à FERTIPAR desde 1994 e fabrica fertilizantes dentre os quais o Superfosfato (enxofre associado a ácido sulfúrico e rocha fosfatada). Possui um terminal portuário privado em Paranaguá desde 2001 (FERTIPAR, 2006).

17) Sadia S.A. – Avenida Senador Atílio Fontana, 1501, Bairro Distrito Industrial.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0744239, 7172183

Comentários: A empresa atua na fabricação de margarina, cumprindo a resolução SEMA 41. A fumaça produzida pela indústria, antes de ser eliminada para o meio, passa por um processo denominado multiciclone. O resíduo flotado (borra) é vendido para empresas que atuam na fabricação de ração e sabão. A terra ativada, oriunda do resíduo do óleo, é retirada por uma empresa curitibana denominada Essências. O material é levado para o aterro sanitário de Curitiba, da mesma forma que os resíduos da classe I. Por mês são retiradas cerca de 80 toneladas de terra ativada. No local existe um tanque de areação para o tratamento do esgoto doméstico. Este material também é levado para Curitiba pela empresa Essências da mesma forma que as cinzas das caldeiras.

18) Delta Fertilizantes Ltda. – Avenida Bento Rocha, 976, Bairro Rocio.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0743644, 7172015

Comentários: A empresa atua na fabricação de fertilizantes. A fumaça produzida pela indústria passa por um processo com lavadores a gás, antes de ir para o meio. A documentação do IAP autoriza o depósito de fertilizantes, a mistura de granulados e a armazenagem, sem mencionar a industrialização.

19) Heringer Fertilizantes Ltda. – Avenida Governador Manoel Ribas, 1711, Bairro Serraria do Rocha.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0739135, 7170183

Comentários: Os funcionários da empresa informaram que esta atua na mistura de fertilizantes e depósito. A autorização fornecida pelo IAP permite a fabricação de fertilizantes.

20) Transadubo S.A. – Rua Professor João de Souza Ribeiro, 267.

Coordenadas geográficas (UTM): 22J – 0743535, 7172072

Comentários: A empresa atua na armazenagem de fertilizantes.

21) Cargil Fertilizantes S/A – Avenida Portuária, Bairro Porto.

Coordenadas (UTM): 22J – 0749935, 7176880

Comentários: A empresa atua na fabricação, mistura, depósito e comércio de fertilizantes oriundos da Fospar.

22) Bunge Fertilizantes S/A, Rua Manoel Bonifácio, 2555, Bairro Estiva.

Coordenadas (UTM): 22J – 0748423, 7176407.

Comentários: A empresa atua na armazenagem e comércio de fertilizantes.

23) Adubos Trevo S/A, Rua Professor Cleto, s/n, Bairro Rocio.

Coordenadas (UTM): 22J – 0748386, 7176570.

Comentários: A empresa atua na mistura e ensaque de fertilizantes granulados, reaproveitando resíduos.

24) Serra do Mar Armazéns Gerais Ltda., Avenida Senador Atílio Fontana, 100, Bairro Colônia Santa Rita.

Coordenadas (UTM): 22J – 0745003, 7172400.

Comentários: A empresa atua no ramo de armazenagem geral, não trabalha com fertilizantes.

25) Nova Sul Padronização de Cereais Ltda., Rua Francisco Machado, 772, Bairro Vila Alboit.

Coordenadas (UTM): 22J – 0748388, 7176033.

Comentários: A empresa atua na exportação de grãos e cereais.

26) Fertibras S/A, Rua Ludovica Bório, 1426, Bairro Vila Rute.

Coordenadas (UTM): 22J – 0748292, 7175891.

Comentários: A empresa atua na indústria e comércio de fertilizantes.

27) Grain Port Padronização de Grãos e Cereais Ltda.

Coordenadas (UTM): 22J – 0748594, 7175804.

Comentários: A empresa atua na armazenagem de cargas gerais. Não trabalha com fertilizantes.

28) Areal Imbocui Ltda., Rua Ildefonso Munhoz da Rocha, 1975, Vila Paranaguá.

Coordenadas (UTM): 22J – 743351, 7173220.

Comentários: A empresa atua na mineração.

29) Areal das Ilhas, Rua dos Flanboians, 401, Bairro Jardim Samambaia.

Coordenadas (UTM): 22J – 744390, 7173420.

Comentários: A empresa atua na extração de pedras e outras matérias para construção.

30) Areal Alexandra Ltda., Rua Principal, Bairro Alexandra.

Coordenadas (UTM): não obtidas.

Comentários: A empresa atua na extração de areia. De acordo com o técnico de campo Valmor Santana Filho, não foi possível obter as coordenadas do local porque os vigilantes da empresa não permitiram.

31) Areal Santa Maria, Estrada Velha de Alexandra, Bairro Alexandra.

Coordenadas (UTM): não obtidas

Comentários: Idem item anterior.

32) Areal Rocha, Estrada do Ibocuí, Bairro Ibocuí.

Coordenadas (UTM): não obtidas.

Comentários: Idem item anterior.