



COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO - CASAN

DIRETORIA DE OPERAÇÃO E MEIO AMBIENTE
GERÊNCIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

CONTRATO STE Nº 1640/2019

*SERVIÇOS TÉCNICOS
ESPECIALIZADOS PARA
ESTUDOS COMPLEMENTARES
E DE ALTERNATIVAS PARA O
LANÇAMENTO DO EFLUENTE
TRATADO DO SES SUL DA
ILHA-FASE RIO TAVARES*

PRODUTO 24

RELATÓRIO
INTEGRADO
RESUMIDO

NOVEMBRO/2022

 **Engeplus**
engenharia e consultoria Ltda.



COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO - CASAN
DIRETORIA DE OPERAÇÃO E EXPANSÃO
GERÊNCIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

CONTRATO STE Nº1640/2019

**SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS
PARA ESTUDOS COMPLEMENTARES E DE
ALTERNATIVAS PARA O LANÇAMENTO
DO EFLUENTE TRATADO DO SES SUL DA
ILHA-FASE RIO TAVARES**

PRODUTO 24: RELATÓRIO INTEGRADO RESUMIDO
REVISÃO 02



(JANEIRO/2023)

SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS PARA ESTUDOS COMPLEMENTARES E DE ALTERNATIVAS PARA O LANÇAMENTO DE EFLUENTE TRATADO DO SES SUL DA ILHA-FASE RIO TAVARES

Gestor do Projeto

Alexandre Bach Trevisan, Eng.º Químico, MSc.

Fiscais do Projeto

Priscila Batista de Campos, Eng^a Sanitarista.

Gabriel de Lyra Pessina, Eng.º Ambiental e Sanitarista, MSc.

Jaime Federici Gomes, Estudos Hidrológicos e Modelagem Matemática, Eng.º Civil, Dr. em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Jairo Faermann Barth, Estudo de Concepção, Eng.º Civil

Jana Alexandra da Silva, Estudos Socioeconômicos, Cientista Social, Me. em Qualidade Ambiental

Equipe Principal

Luiz Carlos Kraemer Campos, Coord. Geral, Técnico/Administrativo, Eng.º Civil.

Fernando Ronaldo Furtado Fagundes, Coord. Adjunta e Levantamento Topográfico e Topobatimétrico Eng.º Civil, Esp. em Gestão de Recursos Hídricos.

Silvia Larisse Scopel, Coord. Adjunta, Qualidade da Água/Sedimentos e Meio Antrópico/Socioeconômico, Eng.^a Ambiental e de Segurança do Trabalho.

Rafael Bonanata da Rocha, Estudos Oceanográficos e Modelagem Matemática, Oceanógrafo, Me. em Engenharia de Costas e Portos.

Daniel Silvestri Buratto, Estudos do Meio Biótico, Biólogo, Me. em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Equipe Complementar

Cátia Fernanda Oliveira Mutzenberg, Formulação e Seleção de Alternativas, Eng^a Civil Esp. em Saneamento.

Elvio Giasson, Estudos Pedológicos, Eng.º Agrônomo, Dr. em Ciências do Solo.

Clovis Fernando de Moura Costa, Estudos Hidrogeológicos e Geotécnicos, Geólogo, Me. em Engenharia Civil.

Fernanda de Carli Tonial, Estudos de Reúso e de Concepção, Eng^a de Energia, Me. em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Jorge Matheus Vivan, Estudos do Meio Biótico, Oceanógrafo.

Hildo Stefani, Detalhamento de Alternativa, Eng^o Agrícola.

ÍNDICE

**SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS PARA ESTUDOS
COMPLEMENTARES E DE ALTERNATIVAS PARA O LANÇAMENTO DE
EFLUENTE TRATADO DO SES SUL DA ILHA-FASE RIO TAVARES**

**PRODUTO 24: RELATÓRIO INTEGRADO
RESUMIDO**

ÍNDICE

ÍNDICE	iii
1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1.1 Identificação do Contrato de Prestação de Serviços.....	2
1.2 Objetivos e Escopo dos Estudos e Planejamentos	2
1.3 Abrangência Territorial do Estudo - AID.....	4
1.4 Relação dos Produtos Técnicos a Serem Apresentados	6
1.5 Conteúdo do Produto 24: Relatório Integrado Resumido	6
2 DIAGNÓSTICO DO SES E DA SITUAÇÃO ATUAL.....	8
2.1 Descrição Geral do Sistema	9
2.2 Caracterização da ETE Rio Tavares.....	10
2.3 Aspectos Ambientais Relevantes.....	12
2.4 Unidades de Conservação.....	14
2.5 Aspectos Principais do Meio Biótico	19
2.6 Análise Integrada da Caracterização da Área do Estudo	21
2.7 Aspectos Gerais que Merecem Especial Atenção	24
3 DIAGNÓSTICO DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA.....	27
3.1 Diagnóstico Socioeconômico e Oficinas de Trabalho	28
3.1.1 Diagnóstico Socioeconômico.....	28
3.1.2 Oficinas de Trabalho.....	35
3.2 Caracterização Hidrológica e Oceanográfica da Área de Estudo.....	45
3.2.1 Aspectos Oceanográficos e Climatológicos	45
3.2.2 Balneabilidade	50
3.2.3 Correntes, Nível e Medição de Vazão	53
3.2.4 Diagnóstico dos Recursos Hídricos Superficiais da Bacia Hidrográfica	64
3.3 Topografia, Topobatimetria e Batimetria	74
3.3.1 Metodologia dos Levantamentos	74
3.3.2 Resultados dos Levantamentos.....	91
3.4 Identificação e Investigação de Áreas com Aptidão para Infiltração no Solo do Efluente Tratado.....	103

3.4.1	CrITÉrios Adotados para Seleção de Áreas Aptas	103
3.4.2	Áreas PossÍveis de Indicação	103
3.4.3	Investigações em Campo e LaboratÓrio das Áreas com Maior Aptidão	107
3.5	Qualidade da ÁguA e AvaliaçÓo BiolÓgica de Indicadores	116
3.5.1	Qualidade da ÁguA Superficial	116
3.5.2	Programa de Monitoramento da Biota Aquática.....	173
3.5.3	DiagnÓstico Ambiental - ForaminÍferos	331
3.5.4	Qualidade da ÁguA Subterrânea.....	354
3.6	Possibilidades e Potencialidades de Reúso do Efluente tratado	358
3.6.1	Alternativas Consideradas	358
3.6.2	Análise Integrada das Alternativas de Reúso Consideradas.....	368
4	ESTUDO DE ALTERNATIVAS PARA DISPOSIÇÃO FINAL DO EFLUETE TRATADO..	371
4.1	ProposiçÓo Inicial de Alternativas Para DisposiçÓo Final do Efluente Tratado	372
4.1.1	Canais de Drenagem.....	372
4.1.2	Corpo HÍdrico Superficial.....	373
4.1.3	DisposiçÓo no Solo	377
4.1.4	Reúso	379
4.2	Seleção das Principais Alternativas a Serem Estudadas	381
4.2.1	Alternativa 1: Lançamento no Rio Tavares – Ponto R-2	384
4.2.2	Alternativa 2: Lançamento nos Canais de Drenagem – Ponto C-10	384
4.2.3	Alternativa 3: Lançamento nos Canais de Drenagem – Ponto C-11	384
4.2.4	Alternativa 4: Lançamento nos Canais de Drenagem – Ponto C-13	384
4.2.5	Alternativa 5: Aspersão do Efluente (2 áreas).....	385
4.2.6	Alternativa 6: Reúso Potável Indireto	385
4.2.7	Alternativa 7: Reúso Potável Direto	386
4.2.8	Alternativa 8: Reúso para Fins de Manutenção de Vazão.....	386
4.2.9	Alternativa 9: Aspersão do Efluente (4 áreas).....	387
4.3	Comparativo EconÔmico.....	397
5	MODELAGEM HIDRODINÂMICA E DA QUALIDADE DA ÁGUA	399
5.1	Modelagem das Águas Superficiais	400
5.1.1	Considerações Sobre os Resultados das Simulações - Superficial	400
5.2	Modelagem das Águas Subterrâneas	405
5.2.1	Considerações Sobre os Resultados das Simulações - Subterrânea	406
6	ANÁLISE MULTICRITÉRIO E ESCOLHA DA MELHOR ALTERNATIVA.....	408
6.1	Metodologia.....	409
6.1.1	CrITÉrios e SubcrITÉrios Considerados na Matriz de DecisÓo.....	410
6.1.2	Matriz de DecisÓo	412

6.2	Resultados	414
7	DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA ESCOLHIDA	417
7.1	Características Gerais da Alternativa Escolhida	418
7.2	Descrição Geral e Principais Dispositivos	418
7.3	Condução dos Efluentes Tratados.....	419
7.3.1	Localização e Concepção da Estação Elevatória	419
7.3.2	Condições Operacionais para Seleção dos Equipamentos.....	420
7.3.3	Tubulação Escolhida para Condução dos Efluentes.....	422
7.3.4	Condições Operacionais para Seleção das Bombas	429
7.3.5	Seleção dos Grupos Motor-Bombas	429
7.3.6	Definição do Poço de Sucção da Estação Elevatória.....	432
7.3.7	Definição dos Diâmetros dos Tubos de Recalque das Bombas	432
7.4	Situações de Anormalidades, Riscos Potenciais e Dispositivos de Segurança....	433
7.4.1	Situações de Anormalidades	433
7.4.2	Estrutura de By Pass e Tubulação.....	433
7.5	Sistema de Condução do Efluente e suas Interferências.....	435
7.5.1	Caminhamento da Tubulação de Condução.....	436
7.5.2	Travessias de Vias e Cursos d'Água	437
7.5.3	Travessias não destrutivas	438
7.5.4	Drenagem e Ventosas da Tubulação.....	442
7.5.5	Estrutura de Descarga do Efluente no Canal C-10	443
7.6	Rotinas Gerais de Operação	445
7.6.1	Estação Elevatória.....	446
7.6.2	By Pass da Estação Elevatória	446
7.6.3	Tubulação do By Pass e Estrutura de Desemboque.....	446
8	AVALIAÇÃO AMBIENTAL E SOCIAL DA ALTERNATIVA ESCOLHIDA.....	447
8.1	AID – Área de Influência Direta.....	448
8.2	Principais Impactos Ambientais e Sociais da Alternativa Escolhida	450
8.2.1	Identificação dos Impactos	450
8.3	Medidas Mitigadoras, Compensatórias e Potencializadoras	456
8.4	Programas Ambientais Propostos.....	459
8.4.1	Programa de Supervisão Ambiental	463
8.4.2	Programa de Monitoramento de Processos Erosivos	467
8.4.3	Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil	469
8.4.4	Programa de Monitoramento de Ruídos	479
8.4.5	Programa de Recuperação de Áreas Degradadas	486
8.4.6	Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais	500

8.4.7	Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas	516
8.4.8	Programa de Monitoramento da Eficiência do Sistema de Tratamento de Esgoto	520
8.4.9	Programa de Monitoramento das Atividades Extrativistas	525
8.4.10	Programa de Educação Ambiental	530
8.4.11	Programa de Monitoramento da Biota e dos Sedimentos no Entorno da RESEX	534
8.4.12	Programa de Proteção da Fauna Silvestre	548
8.4.13	Programa de Comunicação Social.....	559
8.4.14	Programa de Monitoramento da Qualidade do Berbigão	569
8.4.15	Plano de Ação Emergencial.....	573
8.4.16	Programa de Monitoramento da Ictiofauna.....	580
8.4.17	Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos	580
9	CONCLUSÕES.....	587
10	PEÇAS GRÁFICAS.....	590
11	APÊNDICES DIGITAIS	592

SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS PARA ESTUDOS COMPLEMENTARES E DE ALTERNATIVAS PARA O LANÇAMENTO DE EFLUENTE TRATADO DO SES SUL DA ILHA-FASE RIO TAVARES

PRODUTO 24: RELATÓRIO INTEGRADO RESUMIDO

RELAÇÃO DE QUADROS, FIGURAS E ANEXOS

RELAÇÃO DE QUADROS

Quadro 1.1: Produtos/ Relatórios a Serem Entregues	6
Quadro 2.1: Parâmetros Dimensionamento da ETE Rio Tavares	10
Quadro 2.2: Padrões do Efluente da ETE Rio Tavares	10
Quadro 2.3: Unidades de Conservação Existentes no Município de Florianópolis	15
Quadro 2.4: Áreas Prioritárias para Conservação - MMA	20
Quadro 2.5: Tipo de Fornecimento de Água em Florianópolis. Fonte: CASAN, 2008 apud SMHSA, 2011	22
Quadro 2.6: Sistemas de Abastecimento de Água, por Manancial e Percentual de Atendimento. Fonte: ANA, 2015.....	22
Quadro 3.1: Organizações e Atores Entrevistados	29
Quadro 3.2: Principais Apontamentos Realizados pelos Participantes da Pesquisa de Campo	32
Quadro 3.3: Atores Sociais e Institucionais Mobilizados para a Participação das Oficinas ..	35
Quadro 3.4: Relação dos Atores Mobilizados para Participação das Oficinas	36
Quadro 3.5: Formulário para Organização e Sintetização das Oficinas – Alternativa 1 até Alternativa 4	38
Quadro 3.6: Formulário para Organização e Sintetização das Oficinas – Alternativa 5 até Alternativa 9	38
Quadro 3.7: Programação da Oficina de Trabalho – Atores Institucionais	39
Quadro 3.8: Programação da Oficina de Trabalho – Atores Sociais	39
Quadro 3.9: Resultado da Discussão da Alternativa 1 por parte dos Atores Institucionais...	39
Quadro 3.10: Resultado da Discussão da Alternativa 2 por parte dos Atores Institucionais .	40
Quadro 3.11: Resultado da Discussão da Alternativa 3 por parte dos Atores Institucionais .	40
Quadro 3.12: Resultado da Discussão da Alternativa 4 por parte dos Atores Institucionais .	40
Quadro 3.13: Resultado da Discussão da Alternativa 5 por parte dos Atores Institucionais .	40
Quadro 3.14: Resultado da Discussão da Alternativa 6 por parte dos Atores Institucionais .	40
Quadro 3.15: Resultado da Discussão da Alternativa 7 por parte dos Atores Institucionais .	41
Quadro 3.16: Resultado da Discussão da Alternativa 8 por parte dos Atores Institucionais .	41
Quadro 3.17: Resultado da Discussão da Alternativa 9 por parte dos Atores Institucionais .	41

Quadro 3.18: Resultado da Discussão – Alternativa 10 Sugerida por parte dos Atores Institucionais	41
Quadro 3.19: Resultado da Discussão – Alternativa 11 Sugerida por parte dos Atores Institucionais	41
Quadro 3.20: Resultado da Discussão da Alternativa 1 por parte dos Atores Institucionais .	42
Quadro 3.21: Resultado da Discussão da Alternativa 2 por parte dos Atores Institucionais .	42
Quadro 3.22: Resultado da Discussão da Alternativa 3 por parte dos Atores Institucionais .	42
Quadro 3.23: Resultado da Discussão da Alternativa 4 por parte dos Atores Institucionais .	42
Quadro 3.24: Resultado da Discussão da Alternativa 5 por parte dos Atores Institucionais .	42
Quadro 3.25: Resultado da Discussão da Alternativa 6 por parte dos Atores Institucionais .	43
Quadro 3.26: Resultado da Discussão da Alternativa 7 por parte dos Atores Institucionais .	43
Quadro 3.27: Resultado da Discussão da Alternativa 8 por parte dos Atores Institucionais .	43
Quadro 3.28: Resultado da Discussão da Alternativa 9 por parte dos Atores Institucionais .	43
Quadro 3.29: Resultado da Discussão – Alternativa 10 sugerida por parte dos Atores Institucionais	43
Quadro 3.30: Média Geométrica por Mês de Quantidade de Coliformes Fecais por 100mL de 1996 a 2019	51
Quadro 3.31: Porcentagem de Índices de Balneabilidade de 1996 a 2019 Classificado como Próprios, Impróprios e Indeterminados para Pontos Próximo à Área de Estudo	51
Quadro 3.32: Coordenadas de Instalação da Instrumentação – Datum WGS84 – UTM 22 Sul	53
Quadro 3.33: Calendário Campanhas.....	55
Quadro 3.34: Coordenadas dos Pontos de Medição Localizados nas Áreas de Montante da Bacia do Rio Tavares	62
Quadro 3.35: Coordenadas dos Pontos de Medição Localizados nos Canais de Drenagem na Baía Sul	62
Quadro 3.36: Bacias Hidrográficas dos Pontos de Lançamentos Previamente Sugeridos ...	67
Quadro 3.37: Parâmetro CN para Uso e Tipo de Solo e Grupo Hidrológico Associado a Tipo do Solo.....	68
Quadro 3.38: Porcentagem da Área da Bacia em Relação aos Tipos de Solos, Parâmetros CN, S e Infiltração Máxima de Água no Solo.....	69
Quadro 3.39: Estações Pluviométricas Consultadas no Portal HidroWeb	71
Quadro 3.40: Estações Pluviométricas com Dados no HidroWeb	71
Quadro 3.41: Estação Pluviométrica Consultada no INMET	72
Quadro 3.42: Dados Pluviométricos Diários (mm) da Rede CEMADEM do Mês de Novembro 2019.....	73
Quadro 3.43: Estações Fluviométricas Consultadas no HidroWeb	74
Quadro 3.44: Campanhas dos Levantamentos Realizados no Estudo.....	74
Quadro 3.45: Coordenadas de Instalação dos Marégrafos – Datum WGS84 – UTM 22 Sul	79
Quadro 3.46: Coordenadas das Medições – Coordenadas em UTM Zona 22 Sul – Datum WGS84	85

Quadro 3.47: Coordenadas das Medições – Coordenadas em UTM Zona 22 Sul – Datum WGS84	87
Quadro 3.48: Verificação dos Pontos Utilizados no Estudo.....	87
Quadro 3.49: Profundidades das Batimetrias Executadas na Área de Estudo	92
Quadro 3.50: Valores Estatísticos Extraídos da Comparação entre Linhas Regulares e Linhas de Verificação.....	93
Quadro 3.51: Resumo dos critérios adotados para seleção das áreas com aptidão	103
Quadro 3.52: Resumo dos Resultados das Investigações em Campo.....	115
Quadro 3.53: Quantidade de Pontos Amostrais.....	117
Quadro 3.54: Parâmetros Físico-Químico e Biológico para Águas.....	117
Quadro 3.55: Parâmetros Físico-Químico e Biológico para Sedimentos.....	120
Quadro 3.56: Parâmetros Físico-Químico e Biológico para First Flush.....	121
Quadro 3.57: Coordenadas das Estações Amostrais de Água, Sedimento, First Flush e Biota – SIRGAS 2000	125
Quadro 3.58: Especificações da Sonda Multiparâmetros YSI Pro DSS.....	127
Quadro 3.59: Resultados Obtidos na 1ª , 2ª, 3ª e 4ª Campanha de Qualidade da Água para os Parâmetros Analisados e Respectivo Enquadramento de Acordo com a Legislação Aplicável	132
Quadro 3.60: Permanência nas Classes da Resolução Conama Nº 357/2005, por Campanha de Monitoramento, para o Conjunto de Parâmetros	139
Quadro 3.61: Permanência média por Classe de Qualidade por Compartimento e Conjunto de Parâmetros	141
Quadro 3.62: Permanência nas Classes da Resolução Conama Nº 357/2005 do Conjunto de Parâmetros	143
Quadro 3.63: Resultados Obtidos na 1ª , 2ª, 3ª e 4ª Campanha de Sedimentos para os Parâmetros Analisados e Respectivo Enquadramento de Acordo com a Legislação Aplicável – CONAMA 454	157
Quadro 3.64: Resultados Obtidos na 1ª , 2ª, 3ª e 4ª Campanha de Sedimentos para os Parâmetros Analisados e Respectivo Enquadramento de Acordo com a Legislação Aplicável – CETESB (Água Doce).....	164
Quadro 3.65: Resultados Obtidos na 1ª , 2ª, 3ª e 4ª Campanha de Sedimentos para Análise Textual e Classificação Granulométrica de Acordo com Critérios da CETESB	167
Quadro 3.66: Coordenadas Geográficas dos Pontos Amostrais, Local de Coleta e Grupos Amostrados em Cada Ponto	174
Quadro 3.67: Presença do fitoplâncton (análise qualitativa) nos pontos amostrais para a coleta de 11 e 12 de setembro de 2019. Em cinza espécies potencialmente formadoras de floração.	180
Quadro 3.68: Densidade do fitoplâncton (Cél./L - análise quantitativa) nos pontos amostrais para a coleta de 11 e 12 de setembro de 2019. Em cinza espécies potencialmente formadoras de floração.	186
Quadro 3.69: Presença do fitoplâncton nos pontos amostrais para a coleta de 15 e 16 de dezembro de 2019. Em cinza espécies potencialmente formadoras de floração.....	193

Quadro 3.70: Densidade do fitoplâncton (Cél./L - análise quantitativa) nos pontos amostrais para a coleta de 15 e 16 de dezembro de 2019. Em cinza espécies potencialmente formadoras de floração	201
Quadro 3.71: Presença do fitoplâncton nos pontos amostrais para a coleta de 02 e 03 de março de 2020. Em cinza espécies potencialmente formadoras de floração.....	208
Quadro 3.72: Densidade do fitoplâncton (Cél./L - análise quantitativa) nos pontos amostrais para a coleta de 02 e 03 de março de 2020. Em cinza espécies potencialmente formadoras de floração	216
Quadro 3.73: Densidade do fitoplâncton (Cél./L - análise quantitativa) nos pontos amostrais para a coleta de 01 e 02 de Julho de 2020. Em cinza espécies potencialmente formadoras de floração.	225
Quadro 3.74: Presença do fitoplâncton nos pontos amostrais para a coleta de 01 e 02 de julho de 2020. Em cinza espécies potencialmente formadoras de floração.....	231
Quadro 3.75: Densidade (ind./m ³) do Zooplâncton para a campanha de 11 e 12 de setembro de 2019 nos Pontos Amostrais e Abundância Total	251
Quadro 3.76: Densidade (ind./m ³) do Zooplâncton para a campanha de 15 e 16 de dezembro de 2019 nos Pontos Amostrais e Abundância Total.....	251
Quadro 3.77: Densidade (ind./m ³) do Zooplâncton para a campanha de 02 e 03 de março de 2020 nos Pontos Amostrais e Abundância Total	253
Quadro 3.78: Densidade (ind./m ³) do Zooplâncton para a campanha de 01 e 02 de julho de 2020 nos Pontos Amostrais e Abundância Total	254
Quadro 3.79: Densidade Total de Ictioplâncton para a campanha de 11 e 12 de setembro de 2019 nos Pontos Amostrais	255
Quadro 3.80: Densidade Total de Ictioplâncton para a campanha de 15 e 16 de dezembro de 2019 nos Pontos Amostrais.....	255
Quadro 3.81: Densidade Total de Ictioplâncton para a campanha de 02 e 03 de março de 2020 nos Pontos Amostrais	256
Quadro 3.82: Densidade Total de Ictioplâncton para a campanha de 01 e 02 de julho de 2020 nos Pontos Amostrais	256
Quadro 3.83: Abundância dos Organismos Pertencentes à Macrofauna Bentônica para a campanha de 11 e 12/09/2019.....	265
Quadro 3.84: Abundância dos Organismos Pertencentes à Macrofauna Bentônica para a campanha de 15 e 16/12/2019.....	266
Quadro 3.85: Abundância dos Organismos Pertencentes à Macrofauna Bentônica para a campanha de 02 e 03/03/2020.....	266
Quadro 3.86: Abundância dos Organismos Pertencentes à Macrofauna Bentônica para a campanha de 02 e 03/03/2020.....	267
Quadro 3.87. Lista das espécies da ictiofauna coletada durante nas amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020 no Saco dos Limões e áreas costeiras adjacentes, canais e rios costeiros do Sul da Ilha, Município de Florianópolis (SC).....	277
Quadro 3.88. Número de indivíduos da ictiofauna coletados por ponto amostral nas datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeiras adjacentes, Município de Florianópolis (SC)	279
Quadro 3.89. Biomassa (g) indivíduos da ictiofauna coletados por ponto amostral nas datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeiras adjacentes, Município de Florianópolis (SC).....	280

Quadro 3.90. Número de indivíduos da ictiofauna coletados por ponto amostral nas datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, nos canais e rios costeiros do Sul da Ilha, Município de Florianópolis (SC).....	298
Quadro 3.91. Biomassa (g) indivíduos da ictiofauna coletados por ponto amostral nas datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, nos canais e rios costeiros do Sul da Ilha, Município de Florianópolis (SC).....	298
Quadro 3.92. Lista das espécies da carcinofauna e fauna acompanhante coletada durante as amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC).....	312
Quadro 3.93. Número de indivíduos da carcinofauna e fauna acompanhante coletados por ponto amostral nas datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC)	312
Quadro 3.94. Biomassa (g) indivíduos da carcinofauna e fauna acompanhante coletados por ponto amostral nas datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC)	313
Quadro 3.95: Espécies de Foraminíferos Coletadas nas 4 Campanhas	335
Quadro 3.96: Dados Ecológicos de S (número de espécies), N (número de indivíduos), J´ (equitatividade), H´ (diversidade), Lambda (Dominância) na Amostragem I.....	347
Quadro 3.97: Dados Ecológicos de S (número de espécies), N (número de indivíduos), J´ (equitatividade), H´ (diversidade), Lambda (Dominância) na Amostragem II.....	347
Quadro 3.98: Dados Ecológicos de S (número de espécies), N (número de indivíduos), J´ (equitatividade), H´ (diversidade), Lambda (Dominância) na Amostragem III.....	349
Quadro 3.99: Dados Ecológicos de S (número de espécies), N (número de indivíduos), J´ (equitatividade), H´ (diversidade), Lambda (Dominância) na Amostragem IV.....	349
Quadro 3.100: Parâmetros Físico-Químico e Biológico para Águas Subterrâneas (piezômetros)	356
Quadro 3.101: Análise das Alternativas de Reúso do Efluente Tratado da ETE Rio Tavares	369
Quadro 4.1: Considerações Sobre a Seleção das Principais Alternativas a Serem Estudadas	382
Quadro 4.2: Comparativo dos Custos Totais das Alternativas	398
Quadro 6.1: Proposição da Matriz para Tomada de Decisão.....	413
Quadro 6.2: Resultados da Matriz para Tomada de Decisão.....	415
Quadro 6.3: Resumo da Aplicação da Matriz para as 9 (nove) Alternativas Estudadas	416
Quadro 7.1: Dimensionamento Econômico da Linha de Recalque em PEAD	424
Quadro 7.2: Dimensionamento Econômico da Linha de Recalque em FºFº.....	426
Quadro 7.3: Velocidades, AMT e potências para Diferentes Vazões no Tubo do Emissário	428
Quadro 7.4: Verificação de Diâmetros para Tubos de Recalque das Bombas	432
Quadro 8.1: Identificação dos Principais Impactos.....	451
Quadro 8.2: Classificação dos Principais Impactos.....	454
Quadro 8.3: Medidas Previstas para cada Impacto Identificado.....	457

Quadro 8.4: Sistema de Esgotamento Sanitário - SES Sul da Ilha - Programas Ambientais a Serem Executados nas Fases de Implantação e Operação do Empreendimento	459
Quadro 8.5: Programas previstas para implementação das medidas potencializadoras e mitigadoras	460
Quadro 8.6: Unidades Geradoras de Resíduos e as Respectivas Classes	474
Quadro 8.7: Cores Estabelecidas pela Resolução do Conama N° 275/2001 para a Segregação e Acondicionamento de Resíduos	475
Quadro 8.8: Sistema de Esgotamento Sanitário - SES Sul da Ilha Modelo de Ficha para Preenchimento “In Situ” Durante a Execução da Medição dos Níveis de Pressão Sonora	484
Quadro 8.9: Sistema de Esgotamento Sanitário - SES Sul da Ilha Determinação do Nível de Ruído de Critério de Avaliação - NCA para Ambientes Externos, em dB(A).....	485
Quadro 8.10: Cadastramento de Passivos Ambientais	488
Quadro 8.11: Planilha de Controle de Passivos Ambientais.....	490
Quadro 8.12: Área da Estação de Tratamento de Esgoto - Espécies Arbóreas Identificadas	494
Quadro 8.13: Sugestão de Espécies Arbóreas Pioneiras e Secundárias Iniciais Indicadas para Compor os Núcleos de Anderson.....	497
Quadro 8.14: Monitoramento Da Qualidade Das Águas Superficiais Pontos De Monitoramento	504
Quadro 8.15: SES Sul da Ilha - Parâmetros Avaliados No Monitoramento Das Águas Superficiais	504
Quadro 8.16: Modelo De Ficha De Coleta	508
Quadro 8.17: Coordenadas Planas Dos Pontos De Monitoramento Da Balneabilidade Baía Sul	509
Quadro 8.18: Fórmulas Para o Índice De Qualidade Da Água Para Cada Um Dos Parâmetros Que Constituem o IQA.....	511
Quadro 8.19: Relação Entre o IQA e a Característica Qualitativa da Água	514
Quadro 8.20: Relação Entre os Níveis Tróficos e o IET	515
Quadro 8.21: Coordenadas Do Ponto De Monitoramento	517
Quadro 8.22: Parâmetros Para Análise das Águas Subterrâneas.....	518
Quadro 8.23: Modelo de Ficha de Coleta.....	520
Quadro 8.24: SES Sul da Ilha - Parâmetros de Monitoramento	523
Quadro 8.25: Modelo de Ficha de Coleta.....	524
Quadro 8.26: Primeira Fase Modelo De Questionário.....	529
Quadro 8.27: Segunda Fase Modelo de Questionário	530
Quadro 8.28: Síntese Das Atividades	545
Quadro 8.29: Resumo Descritivo dos Pontos Amostrais.....	547
Quadro 8.30: Localização Dos Pontos Amostrais Coordenadas Planas (UTM)	552
Quadro 8.31: Vértices da Área de Intervenção Prevista Para A Implantação da ETE Coordenadas Planas (UTM).....	558
Quadro 8.32: Programa de Proteção da Fauna - Equipe Técnica.....	558

Quadro 8.33: Público Alvo	560
Quadro 8.34: Atividades Da Fase De Pré-Implantação Articulação	563
Quadro 8.35: Atividades na Fase de Implantação Articulação	565
Quadro 8.36: Atividades na Fase de Implantação Articulação	566
Quadro 8.37: Sistema de Esgotamento Sanitário - Ses Sul da Ilha Fase de Pré-Implantação	567
Quadro 8.38: Sistema De Esgotamento Sanitário - SES Sul Da Ilha- Fase De Implantação	567
Quadro 8.39: Localização dos Pontos Amostrais - Coordenadas Planas (UTM).....	571
Quadro 8.40: Medidas Emergenciais	577
Quadro 8.41: Unidades Geradoras de Resíduos e as Respectivas Classes	582

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1.1: Localização e Abrangência do Estudo- AID	5
Figura 2.1: Fluxograma ETE Rio Tavares. Fonte: Memorial descritivo da ETE Rio Tavares	12
Figura 2.2: Obra ETE Rio Tavares - Visita Realizada pela Engeplus em Maio de 2019.....	12
Figura 2.3: Mãe e filhas limpando o berbigão coletado na Reserva Extrativista do Pirajubaé. Fonte: OLIVEIRA, 2001.....	16
Figura 2.4: Unidades de Conservação	18
Figura 2.5: Remanescentes Florestais Normalmente Encontrados em SC. Fonte: Epagri...	19
Figura 2.6: Áreas Prioritárias para Conservação.....	21
Figura 3.1: Registro Fotográfico do Trabalho de Campo.....	31
Figura 3.2: Apresentação Técnica das Alternativas	44
Figura 3.3: Plenária de Atores Sociais Durante a Apresentação das Alternativas.....	44
Figura 3.4: Plenária de Atores Institucionais Durante a Apresentação das Alternativas	44
Figura 3.5: Materiais de Apoio para Discussão em Grupo	45
Figura 3.6: Coffee Break.....	45
Figura 3.7: Localização dos Pontos de Balneabilidade Analisados na Região	52
Figura 3.8: Localização Instrumentação.....	54
Figura 3.9: Embarcação CBI Brasil I.....	56
Figura 3.10: (A) Perfilador de Correntes AWAC®; (B e C) Estrutura de Sustentação dos Equipamentos	57
Figura 3.11: Sensor U-24.002.C Hobo, Utilizado para Medição de Temperatura e Salinidade	59
Figura 3.12: Marégrafo Tide Master.....	59
Figura 3.13: Marégrafo Aanderaa	60
Figura 3.14: Fluxograma da Metodologia Utilizada para Aquisição e Processamento de Dados de Maré	60
Figura 3.15: Medidor de Velocidade de Água VEC-FLOWATCH	61

Figura 3.16: Medição das Seções nos Canais Monitorados.....	61
Figura 3.17: Equação do Molinete	62
Figura 3.18: Localização dos Pontos de Medições de Vazão	63
Figura 3.19: Bacias Hidrográficas dos Pontos de Lançamentos Previamente Sugeridos.....	66
Figura 3.20: Porcentagem da Área da Bacia em Relação ao CN.....	70
Figura 3.21: Disponibilidade de Dados Pluviométricos no Portal HydroWeb. Fonte: Elaboração Própria a partir de ANA (2019)	72
Figura 3.22: Disponibilidade de Dados Pluviométricos Diários INMET (83897). Fonte: Elaboração Própria a partir de INMET (2019)	72
Figura 3.23: Plano de Linhas da Batimetria	75
Figura 3.24: Plano de Linhas Topografia (Manguezal) e Topobatimetria (Beira-mar Sul)	76
Figura 3.25: DGPS Trimble.....	77
Figura 3.26: RTK/DGPS Trimble R6	78
Figura 3.27: Embarcação CBI Brasil I.....	79
Figura 3.28: ADCP.....	80
Figura 3.29: Linígrafo.....	80
Figura 3.30: Fluxograma da Metodologia Utilizada para Aquisição e Processamento de Dados de Maré	80
Figura 3.31. Ecobatímetro Odom Hydrographic Echotrac CV 100; e Transdutor Odom Hydrographic modelo OTSBB200-9.....	81
Figura 3.32. Perfilador Acústico de Velocidade do Som, Digibar Pro™ Model DB 1200	81
Figura 3.33. Compensador de Movimento TSS/DMS.....	82
Figura 3.34. Exemplo de Visualização do Ecograma no Tratamento dos Dados	83
Figura 3.35: Localização dos Perfis Transversais Realizados no Estudo.....	84
Figura 3.36: Localização dos Pontos para Verificação da Malha do IPUF	86
Figura 3.37: Dados Verificados da Malha do IPUF	88
Figura 3.38: Localização dos Perfis Transversais Realizados no Estudo.....	90
Figura 3.39: Períodos de Maré Utilizados para Correção da Batimetria.....	92
Figura 3.40. Gráfico da Incerteza Vertical Total Máxima Permitida para Diferentes Profundidades Segundo a NORMAM-25.....	93
Figura 3.41. Gráfico de Incerteza Vertical Total – IVT – do Levantamento Batimétrico Monofeixe	94
Figura 3.42. Batimetria Monofeixe da Baía Sul Representada em Intervalos de 0,5 metro de Profundidade.....	95
Figura 3.43 Batimetria Monofeixe representada com Interpolação pelo Método Natural Neighbor Dividido em Classes a cada 0,5 metro.....	96
Figura 3.44 Batimetria Monofeixe no Curso do Rio Tavares Representada em Intervalos de 0,5 metro de Profundidade sem Interpolação.....	97
Figura 3.45: Vegetação Interrompendo o Avanço da Sondagem	98
Figura 3.46: Local de Medição entre o Mangue do Rio Tavares e a Rodovia SC-405 Francisco Magno Vieira.....	99

Figura 3.47: Comparação entre a Batimetria Realizada pós Dragagem e a Atual em Intervalos de 0,5 metro. Cores entre Amarelo e Vermelho Indicam Assoreamento e Tons Azuis Indicam Erosão.....	100
Figura 3.48: Localização dos Perfis Transversais de Topobatimetria Distribuídos na Área de Estudo.....	101
Figura 3.49: Topografia Manguezal	102
Figura 3.50: Fluxograma Sintético do Processo de Trabalho para Seleção de Áreas Aptas	105
Figura 3.51: Áreas Finais Seleccionadas com a Maior Aptidão para Disposição do Efluente Tratado	106
Figura 3.52: Etapas Principais para o Planejamento das Amostragens	116
Figura 3.53: Estações Amostrais de Coleta de Água, Sedimento e Biota	123
Figura 3.54: Locais Previstos para Coleta de Água - First Flush.....	124
Figura 3.55: Embarcação CBI Brasil 1	126
Figura 3.56: Exemplo de Amostrador Garrafa de Niskin	126
Figura 3.57: Sonda YSI, Modelo Pro DSS, Utilizada no Levantamento dos Parâmetros Físico-Químicos da Água.....	127
Figura 3.58: Disco de Secchi	128
Figura 3.59: Exemplo de Amostrador Tipo VanVeen	128
Figura 3.60: Gráfico de Permanência nos Pontos do Conjunto de Parâmetros em Classe de Qualidade – Rios.....	136
Figura 3.61: Gráfico de Permanência nos Pontos do Conjunto de Parâmetros em Classe de Qualidade - Canais	137
Figura 3.62: Gráfico de Permanência nos Pontos do Conjunto de Parâmetros em Classe de Qualidade - Baía Sul.....	138
Figura 3.63: Análise Integrada - Classificação do Conjunto de Parâmetros de Cada Ponto de Monitoramento por Campanha, Conforme Resolução Conama Nº 357/2005.....	142
Figura 3.64: Permanência em Classe de Qualidade do Conjunto de Parâmetros por Ponto - Rios.....	144
Figura 3.65: Permanência em Classe de Qualidade do Conjunto de Parâmetros por Ponto – Canais.....	145
Figura 3.66: Permanência em Classe de Qualidade do Conjunto de Parâmetros por Ponto - Baía Sul	145
Figura 3.67: Análise integrada - Classificação do Conjunto de Parâmetros de Cada Ponto de Monitoramento conforme Resolução Conama Nº 357/2005.....	146
Figura 3.68: Gráfico das Concentrações e Níveis (Conama Nº 454/2012) de Chumbo nos sedimentos.....	160
Figura 3.69: Gráfico das Concentrações e Níveis (Conama Nº 454/2012) de Zinco nos sedimentos.....	160
Figura 3.70: Classificação dos Sedimentos Conforme Resolução Conama 454/2012 – Chumbo	161
Figura 3.71: Classificação dos Sedimentos Conforme Resolução Conama 454/2012 - Zinco	162

Figura 3.72: Gráfico das Concentrações e Classes (CETESB) de Chumbo nos Sedimentos	166
Figura 3.73: Gráfico das Concentrações e Classes (CETESB) de Zinco nos Sedimentos .	166
Figura 3.74: Granulometria (Sedimentos) – CETESB	168
Figura 3.75: Documentário Fotográfico das Coletas de Água, Sedimentos e Biota no Rio Tavares e Afluentes – 4ª Campanha.....	170
Figura 3.76: Documentário Fotográfico das Coletas de Água, Sedimentos e Biota nos Canais de Drenagem – 4ª Campanha.....	171
Figura 3.77: Documentário Fotográfico das Coletas de Água, Sedimentos e Biota na Baía Sul – 4ª Campanha	172
Figura 3.78: Coleta e Armazenamento de Amostras de Fitoplâncton. A) Redes de Plâncton Realizando Coleta Subsuperficial Qualitativa. B) Rede de Fitoplâncton de 20µm. C) Transferência da Amostra Qualitativa do Copo Coletor da Rede para Garrafa. D) Amostra Quantitativa de Fitoplâncton.....	178
Figura 3.79 Representatividade das Classes do Fitoplâncton Encontrado na Região da Baía Sul de Florianópolis, Indicando Elevada Dominância de Bacillariophyceae para a campanha de 11 e 12 de setembro de 2019	239
Figura 3.80 Representatividade das Classes do Fitoplâncton Encontrado na Região da Baía Sul de Florianópolis, Indicando Elevada Dominância de Bacillariophyceae para a campanha de 15 e 16 de dezembro de 2019	239
Figura 3.81 Representatividade das Classes do Fitoplâncton Encontrado na Região da Baía Sul de Florianópolis, Indicando Elevada Dominância de Bacillariophyceae para a campanha de 02 e 03 de março de 2020	240
Figura 3.82 Representatividade das Classes do Fitoplâncton Encontrado na Região da Baía Sul de Florianópolis, Indicando Elevada Dominância de Bacillariophyceae para a campanha de 01 e 02 de julho de 2020	240
Figura 3.83: Valores dos Descritores de Riqueza de Taxa (S), Abundância (cél./L), Equitabilidade de Pielou (J') e Diversidade de Shannon-Weaver (H') para Cada Ponto Amostral. Aplicada Para as Amostras de Fitoplâncton da Região da Baía Sul de Florianópolis.....	241
Figura 3.84: Riqueza de taxa (S) nos pontos amostrais para cada campanha.....	242
Figura 3.85: Densidade (cél./L) nos pontos amostrais para cada campanha	242
Figura 3.86: Equitabilidade de Pielou (J') nos pontos amostrais para cada campanha	243
Figura 3.87: Diversidade de Shannon-Weaver (H') nos pontos amostrais para cada campanha	243
Figura 3.88: Análise de componentes principais (PCA) aplicada para a campanha de setembro de 2019	245
Figura 3.89: Análise de componentes principais (PCA) aplicada para a campanha de dezembro de 2019	245
Figura 3.90: Análise de componentes principais (PCA) aplicada para a campanha de março de 2020.....	246
Figura 3.91: Análise de componentes principais (PCA) aplicada para a campanha de julho de 2020.....	246
Figura 3.92: A) Rede de zoo/ictioplâncton Realizando coleta Subsuperficial Quali/Quantitativa. B) Transferência da Amostra do Copo Coletor da Rede Para	

Garrafa. C) Exemplo de Amostra de Zoo/Ictioplâncton. D) Detalhe do Fluxômetro Acoplado a Boca da Rede.....	248
Figura 3.93: Valores dos Descritores Ecológicos de Riqueza de Taxa (S), Abundância (ind./m ³), Equitabilidade de Pielou (J') e Diversidade de Shannon-Weaver (H') para o Zooplâncton	258
Figura 3.94: Variação espacial na riqueza de taxa do zooplâncton para as campanhas amostrais	258
Figura 3.95: Variação espacial na densidade do zooplâncton para as campanhas amostrais	259
Figura 3.96: Variação espacial na equitabilidade do zooplâncton para as campanhas amostrais	259
Figura 3.97: Variação espacial na diversidade do zooplâncton para as campanhas amostrais	260
Figura 3.98: Densidade de Larvas de Ictioplâncton nos Pontos Amostrais	261
Figura 3.99: Densidade de Ovos de Ictioplâncton nos Pontos Amostrais. Gráfico apresentado em escala logarítmica.....	261
Figura 3.100: Coleta de Macrofauna Bentônica. A) Draga Van-Veen Utilizada para as Coletas de Sedimento para Análise de Macrofauna Bentônica. B) Amostra Sendo Trazida a Bordo. C) Exemplo de Amostra Coletada. D) Amostras de Macrofauna Bentônica Coletadas em Triplicata e Acondicionadas nos Sacos de Tela, devidamente lacradas	264
Figura 3.101: Valores Médios de Riqueza de Taxa (S), Abundância (ind./0,04m ²), Equitabilidade de Pielou (J') e Diversidade de Shannon-Weaver (H') para a Macrofauna Bentônica.....	269
Figura 3.102: Valores de riqueza de taxa encontrados na área de estudo para cada campanha amostral.....	269
Figura 3.103: Valores de densidade encontrados na área de estudo para cada campanha amostral.....	270
Figura 3.104: Valores de equitabilidade encontrados na área de estudo para cada campanha amostral.....	270
Figura 3.105: Valores de diversidade encontrados na área de estudo para cada campanha amostral.....	271
Figura 3.106: Análise de Escala Multidimensional não Paramétrica (nMDS) Aplicada Para as Amostras de Macrofauna Bentônica.....	272
Figura 3.107: Coleta de Ictiofauna e carcinofauna. A) Rede de Arrasto Utilizada Para as Amostragens. B) Rede Sendo Lançada. C) Rede com Amostra Trazida a Bordo. D) Exemplo de Organismos Coletados pela Rede. E e F) Lançamento de Tarrafa.....	275
Figura 3.108: Ilustração das Medidas que Foram Obtidas para a Ictiofauna. CT= Comprimento Total.....	276
Figura 3.109: Ilustração das medidas que foram obtidas para a carcinofauna (siris e caranguejos). LC= Largura da carapaça	276
Figura 3.110: Ilustração das Medidas que Foram Obtidas Para a Carcinofauna (Camarões). CT = Comprimento Total.....	276
Figura 3.111. Distribuição das principais famílias de peixes coletados nas amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020 no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, canais e rios costeiros do Sul da Ilha, Município de Florianópolis (SC).....	279

Figura 3.112. Porcentagem numérica total da ictiofauna coletados nas amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC).....	282
Figura 3.113. Biomassa (%) total da ictiofauna coletados nas amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC)	283
Figura 3.114. Número de indivíduos da ictiofauna coletados por ponto amostral nas datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC).....	283
Figura 3.115. Biomassa da ictiofauna coletados por ponto amostral nas datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC).....	284
Figura 3.116. Porcentagem numérica da ictiofauna coletados nas amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC).....	286
Figura 3.117. Biomassa (%) da ictiofauna coletados nas amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC)	288
Figura 3.118. Distribuição espacial abundância da ictiofauna por ponto amostral durante as datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC).....	290
Figura 3.119. Distribuição espacial da diversidade Shannon (H) da ictiofauna por ponto amostral durante as datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC).	291
Figura 3.120. Distribuição espacial da diversidade Simpson (1-D) da ictiofauna por ponto amostral durante as datas de 11/09/2019, 15/12/2019 e 03/03/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC).....	292
Figura 3.121. Distribuição espacial da riqueza de espécies da ictiofauna por ponto amostral durante as datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC).....	293
Figura 3.122. Variação de equitabilidade de espécies da ictiofauna por ponto amostral durante as datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC).....	294
Figura 3.123. Análise de Cluster da comunidade de peixes coletados durante nas amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC)	295
Figura 3.124. Análise de Cluster dos pontos amostrais durante as coletas realizadas em 11/09/2019, 15/12/2019 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC)	295
Figura 3.125. Curva de rarefação das quatro (4) coletas realizadas no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC)	296
Figura 3.126. Análise de rarefação por ponto amostral das quatro (4) coletas realizadas no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC)	296
Figura 3.127. Principais espécies da ictiofauna capturadas durante as amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC). (1. Cetengraulis edentulus, 2. Diapterus rhombeus, 3. Genidens genidens, 4. Chloroscombrus chrysurus, 5.	

Citharichthys spilopterus, 6. Micropogonias furnieri, 7. Etropus crossotus, 8. Isopisthus parvipinnis, 9. Stellifer rastrifer, 10. Prionotus punctatus).....	297
Figura 3.128. Porcentagem numérica total da ictiofauna coletados nas amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, nos canais e rios costeiros do Sul da Ilha, Município de Florianópolis (SC).....	299
Figura 3.129. Biomassa (%) da ictiofauna total coletados nas amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, nos canais e rios costeiros do Sul da Ilha, Município de Florianópolis (SC)	299
Figura 3.130. Número de indivíduos da ictiofauna coletados por ponto amostral durante as datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, nos canais e rios costeiros do Sul da Ilha, Município de Florianópolis (SC).....	300
Figura 3.131. Biomassa da ictiofauna coletados por ponto amostral durante as datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, nos canais e rios costeiros do Sul da Ilha, Município de Florianópolis (SC).....	300
Figura 3.132. Porcentagem numérica da ictiofauna coletados nas amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, nos canais e rios costeiros do Sul da Ilha, Município de Florianópolis (SC).....	302
Figura 3.133. Biomassa (%) da ictiofauna coletados nas amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, nos canais e rios costeiros do Sul da Ilha, Município de Florianópolis (SC)	304
Figura 3.134. Variação da diversidade da ictiofauna por ponto amostral durante as datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, nos canais e rios costeiros do Sul da Ilha, Município de Florianópolis (SC).....	306
Figura 3.135. Variação da riqueza de espécies da ictiofauna por ponto amostral durante as datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, nos canais e rios costeiros do Sul da Ilha, Município de Florianópolis (SC).....	307
Figura 3.136. Variação de equitabilidade de espécies da ictiofauna por ponto amostral durante as datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, nos canais e rios costeiros do Sul da Ilha, Município de Florianópolis (SC)	308
Figura 3.137. Análise de redundância (RDA) da ictiofauna por ponto amostral durante as datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020 no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, canais e rios costeiros do Sul da Ilha, Município de Florianópolis (SC)	310
Figura 3.138: Principais espécies da ictiofauna capturadas nas amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019 e 03/03/2020, nos canais e rios costeiros do Sul da Ilha, Município de Florianópolis (SC). (1. <i>Mugil curema</i> , 2. <i>Hyphessobrycon luetkeni</i> , 3. <i>Hollandichthys multifasciatus</i> , 4. <i>Oligosarcus hepsetus</i> , 5. <i>Ctenogobius smaragdus</i> , 6. <i>Sphoeroides testudineus</i>)	311
Figura 3.139: Distribuição das principais famílias da carcinofauna e fauna acompanhante coletados nas amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, canais e rios costeiros do Sul da Ilha, Município de Florianópolis (SC)	312
Figura 3.140: Porcentagem numérica total da carcinofauna e fauna acompanhante coletados nas amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC).....	314
Figura 3.141: Biomassa (%) total da carcinofauna e fauna acompanhante coletados nas amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC).....	314

Figura 3.142: Número de indivíduos da carcinofauna e fauna acompanhante coletados por ponto amostral nas datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC) 315

Figura 3.143: Biomassa da carcinofauna e fauna acompanhante coletados por ponto amostral nas datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC)..... 315

Figura 3.144: Porcentagem numérica da carcinofauna e fauna acompanhante coletados nas amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC)..... 317

Figura 3.145: Biomassa (%) da carcinofauna e fauna acompanhante coletados nas amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC)..... 319

Figura 3.146: Distribuição espacial abundância da carcinofauna por ponto amostral durante as datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC) 321

Figura 3.147: Distribuição espacial da diversidade Shannon (H) da carcinofauna por ponto amostral durante as datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC) 322

Figura 3.148: Distribuição espacial da diversidade Simpson (1-D) da carcinofauna por ponto amostral durante as datas de 11/09/2019, 15/12/2019 e 03/03/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC)..... 323

Figura 3.149: Distribuição espacial da riqueza de espécies da carcinofauna por ponto amostral durante as datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC) 324

Figura 3.150: Variação de equitabilidade de espécies da carcinofauna e fauna acompanhante por ponto amostral durante as datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC). 326

Figura 3.151.: Análise de Cluster da carcinofauna e fauna acompanhante coletados durante nas amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC)..... 327

Figura 3.152: Análise de Cluster dos pontos amostrais durante as coletas realizadas em 11/09/2019, 15/12/2019 03/03/2020 e 03/07/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC) 327

Figura 3.153: Curva de rarefação das quatro (4) coletas realizadas no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC) 328

Figura 3.154: Análise de rarefação por ponto amostral das quatro (4) coletas realizadas no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC) 328

Figura 3.155: Análise de redundância (RDA) da ictiofauna por ponto amostral durante as datas de 11/09/2019, 15/12/2019, 03/03/2020 e 03/07/2020 no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, canais e rios costeiros do Sul da Ilha, Município de Florianópolis (SC) 329

Figura 3.156: Principal espécie da carcinofauna capturadas durante as amostragens de 11/09/2019, 15/12/2019 e 03/03/2020, no Saco dos Limões e áreas costeira adjacente, Município de Florianópolis (SC). (1. *Litopenaeus schmitti*, 2. *Hepatus pudibundus*, 3. *Callinectes danae*, 4. *Callinectes ornatus*, 5. *Lolliguncula brevis*, 6. *Squilla* sp.) 330

Figura 3.157: A) Região de Estudo Localizada na Ilha de Santa Catarina. B) Detalhe das Baías Sul e Norte de Florianópolis. C) Manguezal da Costeira do Pirajubaé, Rio

Tavares e Localização de Instalações da Futura Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da CASAN	333
Figura 3.158: Distribuição Similar de <i>Ammonia tepida</i> e <i>Trochammina inflata</i>	337
Figura 3.159: Distribuição de <i>Buliminella elegantissima</i> que é Inversamente Proporcional à Distribuição de <i>Escherichia Coli</i> e de Coliformes Fecais Concentrando-se na Parte Norte da Baía Sul, em Todas as Estações Exceto em Julho, onde a Incursão Salina é Alta e o Número De Indivíduos Aumenta na Parte Sul Da Baía	338
Figura 3.160: Distribuição de <i>Bolivina striatula</i> no Inverno e no Verão. As Outras Estações do Ano Apresentaram Esterilidade dessa Espécie	339
Figura 3.161: Distribuição das Espécies de <i>Haplophragmoides wilberti</i> , <i>Miliammina fusca</i> e <i>Textularia sp</i>	341
Figura 3.162: Distribuição das Espécies de <i>Elphidium sp.</i> , <i>Discorbis sp</i> , <i>Pseudononium atlanticum</i> , <i>Quinqueloculina lamarckiana</i> e <i>Cassidulina subglobosa</i>	345
Figura 3.163: Temperatura do Ar e Precipitação ao Longo de um Ano em Florianópolis ...	346
Figura 3.164: Cluster das Amostragens I e II	349
Figura 3.165: Cluster das Amostragens III e IV	351
Figura 3.166: MDS da Amostragem III	351
Figura 3.167: MDS da Amostragem IV	352
Figura 3.168: Exemplo de Amostrador Descartável para Água Subterrânea Bailer	355
Figura 3.169: Caminhamento da Adutora de Água de Reúso Não Potável. Fonte: Google Earth	360
Figura 3.170: Reúso Não Potável – Rede Paralela com Água de Reúso. Fonte: Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda	360
Figura 3.171: Reúso Não Potável – Irrigação Paisagística com Transporte de Caminhão Pipa. Fonte: Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda	361
Figura 3.172: Reúso Não Potável – Lavagem de Veículos com Transporte de Caminhão Pipa. Fonte: Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda	361
Figura 3.173: Reúso Não Potável – Desobstrução de Rede de Drenagem com Transporte de Caminhão Pipa. Fonte: Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda	363
Figura 3.174: Reúso Não Potável – Desobstrução de Rede de Coletora de Esgoto com Transporte de Caminhão Pipa. Fonte: Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda	363
Figura 3.175: Reúso Não Potável – Manutenção de Vazão Canais de Drenagem. Fonte: Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda	365
Figura 3.176: Reúso Não Potável – Recarga de Aquífero – Zona Vadosa. Fonte: Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda	366
Figura 3.177: Reúso Não Potável – Recarga de Aquífero – Injeção Direta. Fonte: Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda	366
Figura 3.178: Reúso Potável Direto. Fonte: Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda	367
Figura 3.179: Reúso Potável Indireto Planejado. Fonte: Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda	368
Figura 3.180: Reúso Potável Indireto Não Planejado. Fonte: Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda	368
Figura 4.1: Canais de Drenagem da Via Expressa	372

Figura 4.2: Canais de Drenagem da Via Expressa Estudados – C10, C11 e C13.....	373
Figura 4.3: Proposição Inicial de Disposição no Rio Tavares – Próximo a ETE	374
Figura 4.4: Proposição de Disposição no Rio Tavares – Demais Afluentes	375
Figura 4.5: Proposições de Disposição no Rio Tapera.....	375
Figura 4.6: Proposições de Disposição na Lagoa Pequena	376
Figura 4.7: Proposições de Disposição na Lagoa da Conceição.....	376
Figura 4.8: Proposição de Disposição na Lagoa do Peri.....	377
Figura 4.9: Proposição de Disposição no Solo – Proposição 1 (Área 6)	378
Figura 4.10: Proposição de Disposição no Solo – Proposição 2 (Área 8).....	378
Figura 4.11: Proposição de Disposição no Solo – Proposição 3	379
Figura 4.12: Proposição de Reúso Indereto – Recarga de Aquífero	380
Figura 4.13: Proposição de Reúso Direto – Abastecimento Humano.....	380
Figura 4.14: Proposição de Reúso para Fins de Manutenção de Vazões	381
Figura 4.15: Exemplo de Aspensor (Fonte: Agrojet)	385
Figura 4.16: Exemplo de Aplicação do Reúso Potável Direto	386
Figura 4.17: Aspensor (Fonte: Agrojet)	387
Figura 4.18: Alternativa 1 – Lançamento no Rio Tavares – Ponto R-2.....	389
Figura 4.19: Alternativa 2 – Lançamento nos Canais de Drenagem – Ponto C-10.....	390
Figura 4.20: Alternativa 3 – Lançamento nos Canais de Drenagem – Ponto C-11.....	391
Figura 4.21: Alternativa 4 – Lançamento nos Canais de Drenagem – Ponto C-13.....	392
Figura 4.22: Alternativa 5 – Aspersão do Efluente (2 áreas)	393
Figura 4.23: Alternativa 6 – Reúso Potável Indireto	394
Figura 4.24: Alternativa 8 – Reúso para Fins de Manutenção de Vazão	395
Figura 4.25: Alternativa 9 – Aspersão do Efluente (4 áreas)	396
Figura 5.1: Área de Modelagem e <i>Grid</i> com Tamanho de Célula de 25x25 m	406
Figura 7.1: Variação dos Custos de Investimento, VPL da energia e VPL total para PEAD425	
Figura 7.2: Variação dos Custos de Investimento, VPL da energia e VPL total para F°F° .	427
Figura 7.3: Curvas de Desempenho da Bomba Escolhida - KSB (Modelo KRT K 200-330)	
.....	430
Figura 7.4: Características Dimensionais da Bomba Escolhida KSB (Modelo KRT K 200-330)	
.....	431
Figura 7.5: Poço de Visita Típico na Tubulação de Descarga do “By Pass”.....	435
Figura 7.6: Estrutura de Desemboque da Tubulação do “By Pass” no Rio Tavares.....	435
Figura 7.7: Esquema de Serviço com Tuneladora	439
Figura 7.8: Tuneladora Cravando Tubo	439
Figura 7.9: Túnel em Chapas de Aço Galvanizado e Módulos de Chapa.....	440
Figura 7.10: Travessia Típica pelo Método Não Destrutivo (MND) Sob Vias Rodoviárias..	441
Figura 7.11: Caixa de Drenagem da Tubulação.....	442

Figura 7.12: Ventosa Instalada ao Tempo, em Travessias Aéreas	443
Figura 7.13: Ventosa Instalada em Caixa Enterrada	443
Figura 7.14: Caixa de Disposição do Efluente no Canal C-10.....	445
Figura 8.1: AID – Área de Influência Direta (Lançamento Canal C-10 – 200 l/s).....	449
Figura 8.2: Controle de Transporte de Resíduos - CTR Modelo	471
Figura 8.3: Fluxograma do Gerenciamento dos Resíduos	473
Figura 8.4: Tipos de Resíduos da Construção Civil	475
Figura 8.5: Sistema de Esgotamento Sanitário - SES Sul da Ilha Monitoramento de Ruídos Locais Passíveis de Monitoramento.....	482
Figura 8.6: Medidor de Nível de Pressão Sonora.....	483
Figura 8.7: Exemplo De Controle Da Erosão Hídrica A Partir Do Uso De Toras, Galharias E Pedras	492
Figura 8.8: Plantio de Placas de Grama em Talude Utilizando Piquetes.....	493
Figura 8.9: Exemplo de Restos Vegetais Compondo Galharia.....	496
Figura 8.10: Exemplo de Poleiro Artificial de Bambu	496
Figura 8.11: Exemplo De Núcleo De Anderson.....	497
Figura 8.12: Exemplo De Placa Sinalizadora De Área Em Recuperação	500
Figura 8.13: Malha Amostral - Monitoramento da Qualidade Das Águas Superficiais	503
Figura 8.14: Balde de Aço Inox.....	506
Figura 8.15: Coletor Com Braço Retrátil: (A) Vista Lateral Do Equipamento Montado; (B) Vista Do Balde E Do Braço Retrátil Desmontado; (C) Vista Superior Do Balde Coletor	506
Figura 8.16: Garrafa De Van Dorn De Fluxo Vertical: (A) Garrafa Desmontada; (B) Garrafa Montada.....	507
Figura 8.17: Garrafa De Van Dorn De Fluxo Horizontal: (A) Garrafa Desmontada; (B) Garrafa Montada.....	507
Figura 8.18: Monitoramento Balneabilidade -Localização Dos Pontos De Monitoramento Da Balneabilidade	509
Figura 8.19: Curvas De Variação Dos Índices De Qualidade Da Água Em Função De Cada Parâmetro Do IQA.....	513
Figura 8.20: ETE Rio Tavares Localização do Ponto de Monitoramento das Águas Subterrâneas	517
Figura 8.21: ETE Rio Tavares- Localização dos Pontos De Monitoramento da Eficiência do Sistema de Tratamento.....	522
Figura 8.22: Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé Delimitação dos Baixios Denominados Banco A e Banco B Fonte ICMBio/2013	527
Figura 8.23: Pontos Amostrais - Organismos Bentônicos	536
Figura 8.24: Pontos Amostrais Análises Ecotoxicológicas e Físico-Químicas	540
Figura 8.25: Pontos Amostrais Sedimentos	541
Figura 8.26: Pontos Amostrais Ictiofauna.....	543
Figura 8.27: Pontos Amostrais Organismos Planctônicos	544

Figura 8.28: Malha Amostral Com a Distribuição Dos Pontos De Monitoramento Da Biota e Dos Sedimentos.....	547
Figura 8.29: Monitoramento da Fauna Terrestre Malha Amostral	552
Figura 8.30: Localização Da ETE e da EEET Previsão de Intervenção e Resgate da Fauna Terrestre	557
Figura 8.31: Análise Da Qualidade do Berbigão - Malha Amostral.....	571

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A empresa **Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda.** apresenta para a **CASAN-Companhia Catarinense de Águas e Saneamento** e para as demais instituições interessadas/participantes e para sociedade local o **Produto 24: Relatório Integrado Resumido** referente ao Contrato para prestação de Serviços Técnicos especializados – STE nº 1640/2019, firmado entre a **CASAN** e a **Engeplus**, cujo objeto é a “Prestação de Serviços Técnicos Especializados para a Elaboração de Estudo de Alternativas para Lançamento do Efluente Tratado do Sistema de Esgotamento Sanitário do Sul da Ilha (Campeche) – Etapa Rio Tavares”, no município de Florianópolis-SC.

Assim, neste relatório, que atende ao Termo de Referência da CASAN, apresenta-se um resumo das atividades desenvolvidas, de forma a mostrar as principais etapas que fizeram parte do estudo.

Apresentam-se, inicialmente, neste capítulo, considerações a respeito do contrato que orienta e regulamenta a prestação de serviços de consultoria, sobre os objetivos e escopo dos estudos e planejamentos efetuados no município de Florianópolis, mais especificamente o Sul da Ilha, a respeito da abrangência territorial do estudo, da forma de edição/apresentação dos relatórios parciais e final, que contém os resultados do trabalho e, ainda, referentes ao conteúdo deste relatório, correspondente ao **Produto 24: Relatório Integrado Resumido**.

1.1 Identificação do Contrato de Prestação de Serviços

Este trabalho decorre do contrato firmado com a **CASAN**, resultante de procedimento licitatório eletrônico, visando a contratação de estudos, levantamentos e investigações de campo para subsidiar a escolha de alternativas de lançamento adequado do efluente tratado do SES Sul da Ilha, tudo de acordo com o especificado no Termo de Referência da **CASAN**.

Os principais dados e informações que permitem identificar a fundamentação contratual são os seguintes:

- Modalidade/Identificação da Licitação: Procedimento Eletrônico nº 154/2018;
- Data de Realização da Licitação: 01 de março de 2019;
- Data de Assinatura do Contrato: 04 de abril de 2019;
- Data de Assinatura da Autorização Contratual: 22 de abril de 2019;
- Identificação do Contrato de Prestação de Serviços Técnicos Especializados: STE nº 1640/2019;

Com base nas cláusulas e condições do referido contrato e nas especificações executivas constantes do Termo de Referência da CASAN, que orienta a elaboração dos serviços, é que se desenvolvem as atividades técnicas.

1.2 Objetivos e Escopo dos Estudos e Planejamentos

Os levantamentos, investigações, análises, estudos e planejamentos decorrentes do trabalho visam agregar informações básicas, diagnósticos e soluções no sentido de completar os estudos que subsidiaram o planejamento da obra (ETE) e o licenciamento ambiental do sistema de esgotamento sanitário do sul da ilha (Florianópolis), ora em construção, principalmente para a fase de operação (lançamento do efluente tratado), respondendo questionamentos e preocupações ambientais da **CASAN** e outras instituições intervenientes (IMA/SC, ICMBio, etc), bem como de comunidade local.

Essas preocupações ambientais adicionais motivadas, principalmente, pela presença de ambiente de manguezal e da RESEX Pirajubaé na foz do rio Tavares, corpo receptor previsto para o lançamento dos efluentes da ETE.

Desnecessário é salientar a importância e a fragilidade ambiental da área do estudo, formada por pequenos cursos d'água, áreas alagadas, manguezais e baía, que configuram uma RESEX, associada ao interesse turístico (“veraneio”) e habitacional crescente pela região do Campeche, como ademais por toda a ilha de Florianópolis.

Por outro lado, não menos importante, é o empreendimento ora em estudo – SES Sul da Ilha/ Fase Rio Tavares – que, evidentemente, visa a proteção ambiental da bacia do rio Tavares e adjacências, através da coleta e tratamento adequado dos esgotos sanitários da região em crescente urbanização.

A aparente posição antagônica entre a necessidade de coletar/tratar esgotos e o lançamento adequado do efluente em local propício, constitui-se no desafio principal deste estudo, que deve formular, cotejar e selecionar alternativas para essa finalidade.

Hoje uma das principais ameaças ao ecossistema regional é a carência de infraestrutura de saneamento, frente ao constante crescimento populacional fixo e de habitantes sazonais que ocorrem a essa região nos períodos anuais de “veraneio”, finais-de-semana e “feriados”. Atenta a esse importante problema ambiental e social, a CASAN está implantando o SES Sul da Ilha, cuja ETE foi projetada tendo como ponto de lançamento do efluente o rio Tavares, que drena para a Baía Sul através da RESEX Pirajubaé.

Nesta fase do sistema de tratamento denominada “Fase Rio Tavares”, está previsto o lançamento de uma vazão de até 200 l/s de efluente tratado. Posteriormente, com o incremento do SES Sul da Ilha, segundo a CASAN, será buscada uma alternativa de lançamento oceânico.

Apesar do efluente apresentar características do projeto de tratamento que lhe asseguram boa qualidade, surge, através do estudo, a possibilidade de estudar outras alternativas de lançamento, como a disposição no sistema solo-aquífero, lançamento na Baía Sul, escoamento superficial, possibilidades de reuso, etc., tudo para assegurar a sustentabilidade do sistema.

Neste contexto geográfico e socioambiental complexo, formado por montanhas, praias, manguezais, lagoas e pequenos cursos d'água, sendo que as áreas planas já estão ocupadas por aglomerados urbanos, onde convivem veranistas/turistas, extrativistas, pescadores e moradores locais, a busca de uma solução técnica de consenso para o lançamento de efluente da ETE do SES Sul da Ilha é uma tarefa bastante complexa e muito importante, constituindo-se no objetivo principal deste trabalho.

Para tanto deverão ser desenvolvidos diversos estudos básicos, levantamentos de campo e simulações, que fundamentam o estudo de alternativas, bem como a escolha da melhor solução. Dentre estes, salientam-se:

- Coleta de amostras e realização de análises em águas superficiais, subterrâneas e sedimentos;
- Análises biológicas da ictiofauna, carcinofauna e de outros grupos de bioindicadores;
- Levantamentos topográficos de áreas com potencial/possibilidade para disposição no solo;
- Serviços hidrométricos (medições de vazão, nível d'água e de correntes no mar);
- Execução de estudos e ensaios hidrogeológicos em campo e laboratório;
- Modelagem numérica computacional para simulação do efluente tratado em diversas situações/ambientes (modelagem hidrodinâmica e de qualidade da água);
- Levantamento socioeconômico e determinação do perfil das comunidades existentes nos possíveis locais de lançamento (pescadores, agricultores, etc.);
- Estudos de possibilidades de reuso do efluente tratado;
- Estudos e desenvolvimento de alternativas de lançamento do efluente tratado, com seleção da melhor solução;
- Edição de Produtos Técnicos (relatórios, SIG, etc.); e

- Reuniões e treinamento final com equipe da CASAN.

A partir do desenvolvimento desse escopo de estudos, levantamentos e planejamentos, em estreita vinculação com o Termo de Referência da CASAN e de forma sensível aos impactos ambientais e dos anseios e preocupações da comunidade local, pretende-se obter a solução adequada para o objetivo precípua deste trabalho promovido pela CASAN, que é a escolha do local e a forma para o afastamento e lançamento adequado dos efluentes tratados do SES Sul da Ilha – Fase Rio Tavares.

De qualquer forma, de antemão, salienta-se que independente da solução que foi formulada/escolhida para o caso, essa indicação de resolução do problema sempre será muito melhor do que a situação hoje vivenciada na área, sem coleta e tratamento de esgotos, captando água subsuperficial para o seu abastecimento.

1.3 Abrangência Territorial do Estudo - AID

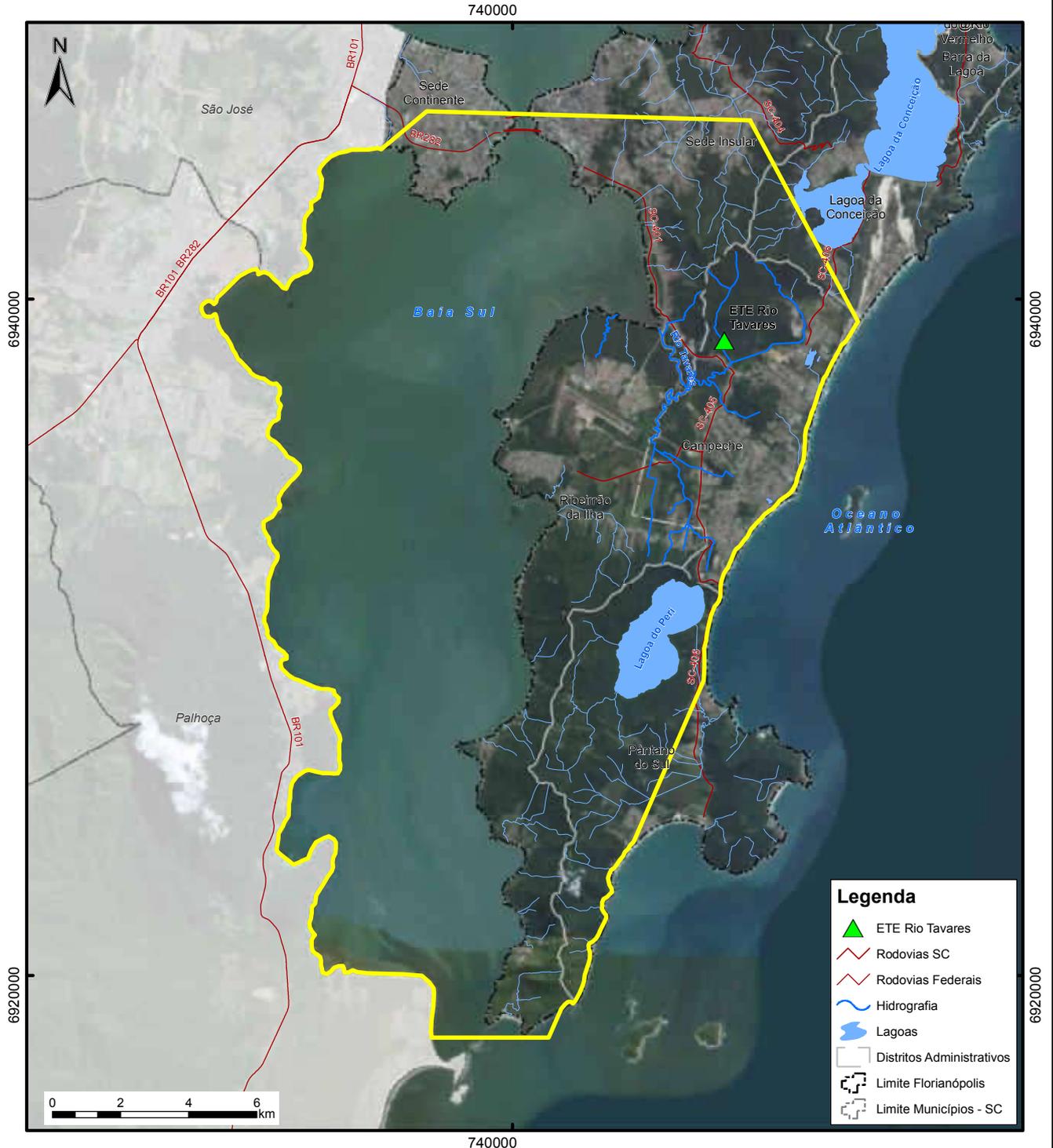
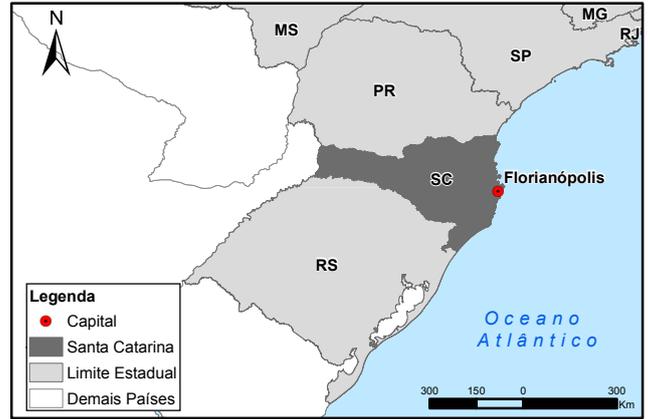
A área do estudo situa-se na parte centro-sul da ilha de Florianópolis, capital do estado, abrangendo a bacia do rio Tavares, que tem uma superfície de aproximadamente 50,00 km². Esse rio, ao receber o afluente Ribeirão da Fazenda, nas proximidades da Praia do Campeche e do Aeroporto Hercílio Luz, forma um importante manguezal protegido pela Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé, de onde se extrai o molusco berbigão (ou vôngole).

Também integram a área do estudo, incluindo os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, os canais de macrodrenagem da área de aterro limítrofe a Baía Sul, bem como a própria Baía Sul

A ETE do SES Sul da Ilha está sendo implantada junto a um dos braços formadores do Rio Tavares, próximo ao Morro do Sertão, integrante do conjunto de elevações Central da Ilha.

O acesso à área da ETE, a partir do centro de Florianópolis, pode ser feito através da via expressa que leva ao aeroporto Hercílio Luz (Rod. Gov. Aderbal Ramos da Silva) continuando depois, antes da ponte do rio Tavares, pela rodovia SC-405, em direção à praia oceânica do Campeche.

A Figura 1.1, a seguir exposta, ilustra a respeito da localização e abrangência da área do estudo – Área de Influência Direta (AID).



1.4 Relação dos Produtos Técnicos a Serem Apresentados

Tendo em vista o carácter multidisciplinar do estudo e as várias etapas do conteúdo técnico específico (levantamentos de campo, ensaios de laboratório, análises integradas, simulações, planejamentos, etc.) em que o mesmo está dividido, a apresentação dos resultados foi efetuada por intermédio de relatórios técnicos parciais mensais e relatório final integrado e resumido, com as conclusões e as recomendações do trabalho.

O encadeamento dos resultados e informações contidas nos relatórios parciais e sequencias é que permitiram uma análise da melhor alternativa para o sistema, do ponto de vista ambiental, social e econômico.

O Quadro 1.1 relaciona os produtos intermediários e final entregues, de acordo com a previsão do Termo de Referência da CASAN.

Quadro 1.1: Produtos/ Relatórios a Serem Entregues

Nº	Título/Conteúdo do Relatório
1	RT1 - Relatório de Metodologia e Plano de Trabalho
2	RT2 - Relatório de Identificação de Áreas com Aptidão para a Disposição do Efluente Tratado no Sistema Solo-Aquífero
3	RT19 - Relatório das Possibilidades e Potencialidades de Reúso do Efluente Tratado
4	RT18 - Relatório dos Levantamentos Topográficos e Topobatimétricos
5	RT4 - Relatório dos Levantamentos Oceanográficos e Hidrológicos - Correntes e Nível I
6	RT3 - Relatório de Investigação em Campo das Áreas com Maior Aptidão para a Disposição do Efluente Tratado no Sistema Solo-Aquífero
7	RT8 - Relatório de Qualidade de Água e Sedimento I
8	RT20 - Relatório do Diagnóstico Socioeconômico
9	RT15 - Relatório de Modelagem das Águas Subterrâneas I
10	RT9 - Relatório de Qualidade de Água e Sedimento II
11	RT5 - Relatório dos Levantamentos Oceanográficos e Hidrológicos - Correntes e Nível II
12	RT12 - Relatório de Modelagem das Águas Superficiais I
13	RT10 - Relatório de Qualidade de Água e Sedimento III
14	RT6 - Relatório dos Levantamentos Oceanográficos e Hidrológicos - Correntes e Nível III
15	RT16 - Relatório de Modelagem das Águas Subterrâneas II
16	RT13 - Relatório de Modelagem das Águas Superficiais II
17	RT11 - Relatório de Qualidade de Água e Sedimento IV
18	RT7 - Relatório dos Levantamentos Oceanográficos e Hidrológicos - Correntes e Nível IV
19	RT17 - Relatório de Modelagem das Águas Subterrâneas III
20	RT14 - Relatório de Modelagem das Águas Superficiais III
21	RT21 - Relatório do Estudo de Alternativas I (Elegibilidade)
22	RT22 - Relatório do Estudo de Alternativas II (Modelo de Tomada de Decisão)
23	RT25 - Treinamento/ Capacitação CASAN (Modelos)
24	RT23 - Relatório do Estudo de Alternativas III (Seleção da Melhor Alternativa)
25	RT24 - Relatório Integrado Resumido

Por intermédio desses relatórios e produtos são disponibilizadas todas as informações técnicas, sociais e ambientais resultantes dos levantamentos, diagnósticos e planejamentos efetuados, bem como as conclusões e recomendações decorrentes deste estudo, no sentido de preconizar o lançamento do efluente tratado do SES Sul da Ilha de forma segura em relação ao meio ambiente.

1.5 Conteúdo do Produto 24: Relatório Integrado Resumido

Este relatório (Produto RT24) apresenta de forma integrada todos os estudos desenvolvidos ao longo da execução do contrato, às características gerais do SES Sul da Ilha, os trabalhos

e critérios utilizados durante o desenvolvimento do estudo e as conclusões finais do mesmo. Desse modo, para apresentar esses resultados, neste relatório aborda-se, afora estas considerações iniciais e finais, o seguinte conteúdo em seus diversos capítulos:

- **Situação Atual do SES Sul da Ilha e Aspectos Relevantes;**
- **Diagnóstico da Área de Abrangência;**
- **Estudo de Alternativas para Disposição Final do Efluente Tratado;**
- **Modelagem Hidrodinâmica e de Qualidade da Água;**
- **Análise Multicritério e Escolha da Melhor Alternativa;**
- **Detalhamento da Alternativa Escolhida;**
- **Avaliação Ambiental e Social da Alternativa Escolhida;**
- **Conclusões.**

Embora a construção do estudo tenha sido realizada com base em diversos estudos de engenharia e contenha resultados técnicos, este relatório final visa traduzir os esforços técnicos para uma apresentação simplificada, clara e objetiva para a sociedade em geral. Assim, com o desenvolvimento do conteúdo antes referido, este produto atende ao especificado no item 6.24 do capítulo 6 – Descrição dos Produtos do Termo de Referência da CASAN (Janeiro de 2018).

2 DIAGNÓSTICO DO SES E DA SITUAÇÃO ATUAL

2 SITUAÇÃO ATUAL DO SES SUL DA ILHA E ASPECTOS RELEVANTES

No neste capítulo é abordada a contextualização da realidade do atual sistema de esgotamento sanitário SES Sul da Ilha e os aspectos relevantes, a qual foi desenvolvido através de dados secundários coletados em diversas fontes. Será abordado a descrição geral do sistema e principais características da ETE Rio Tavares, os aspectos ambientais relevantes, uma análise integrada da caracterização da área de estudo e os aspectos gerais que merecem especial atenção.

É importante destacar que o município de Florianópolis possui seu Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico - PMISB (ano 2011) aprovado pela Lei nº 9.400 de 2013, destinado a articular, integrar e coordenar recursos tecnológicos, humanos, econômicos e financeiros, com vistas ao alcance de níveis crescentes de salubridade ambiental.

No contexto do estudo em tela serão abordados os principais aspectos do sistema de coleta/tratamento de esgotos, utilizando-se do Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico - PMISB, do Estudo Ambiental Simplificado – EAS Sul da Ilha, elaborado para obtenção da Licença Ambiental Prévia – LAP de ampliação do empreendimento, do Relatório de Impacto de Meio Ambiente (RIMA) do Sistema de Disposição Oceânica (SDO) do SES Sul da Ilha e das informações repassadas pela própria CASAN (Companhia Catarinense de Águas e Saneamento).

2.1 Descrição Geral do Sistema

O SES Sul da Ilha, do município de Florianópolis, terá aproximadamente 200km de extensão total de rede coletora, contemplando as seguintes Unidades Espaciais de Planejamento (UEPs): Açores, Alto Ribeirão Leste, Alto Ribeirão Oeste, Armação, Campeche Centra, Campeche Norte, Campeche Sul, Carianos, Fazenda Rio Tavares, Morro do Lampião, Pântano do Sul, Pedregal, Ressacada, Ribeirão da Ilha Sertão da Costeira, Tapera da Base e Valerim. Cerca de 74km de rede coletora já estão implantados na região, porém ainda estão sem carga. A rede coletora possui diâmetros de 150, 200, 250, 300, 350 e 400mm, em material PVC, e em DN 600mm em PEAD.

O sistema é composto por 59 (cinquenta e nove) estações elevatórias de esgoto bruto, destas, 50 (cinquenta) são chamadas de pequeno porte, com diâmetro do poço modelo de 1,2 e 1,5m. As 9 (nove) elevatórias restantes são chamadas de grande porte e o poço modelo possui diâmetro de 3,5 e 5,0m. As linhas de recalque do sistema totalizam 48km com diâmetros de 75 a 710mm em material PEAD.

As informações do sistema são:

- Extensão de rede: 200km¹;
- Estações elevatórias: 59 unidades¹;
- Extensão de linha de recalque: 48km¹;
- População atendida: 95.040 habitantes²;
- Vazão máxima horária da ETE: 305 L/s²;
- Vazão máxima diária da ETE: 226 L/s²;
- Vazão média da ETE: 200 L/s²;
- Projeção vida útil: 20 anos¹.

Foram propostas 4 etapas para a implantação do SES Sul da Ilha, conforme segue³:

¹ CASAN, 2013. Estudo Ambiental Simplificado – EAS. Sistema de Esgotamento Sanitário Sul da Ilha.

² CASAN, 2015. Projeto Executivo da Estação de Tratamento de Esgoto Rio Tavares – Volum III/IV: Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) – Tomo I: Memorial Descritivo

³ CASAN, 2017. Relatório de Impacto de Meio Ambiente – RIMA.

A primeira etapa será para atendimento da rede coletora já implantada com tratamento terciário dos efluentes e lançamento final previsto para o Rio Tavares, atendendo: Campeche, Ribeirão da Ilha, Tapera, Trevo da Seta ao Trevo do Rio Tavares, Ressacada e Carianos. O estudo em questão está relacionado a essa primeira etapa do SES.

A segunda etapa é a construção de tubulações terrestres, Sistema de Disposição Oceânica – SDO e ampliação da ETE Rio Tavares para lançamento do efluente final no oceano.

A terceira fase é a implantação de novas redes coletoras, elevatórias e tubulações terrestres para interligar as demais regiões do Sul da Ilha no SDO. Prevê a complementação do SES Ribeirão da Ilha e das redes da região do Rio Tavares em direção a Lagoa, implantação no Morro das Pedras, Armação e Pântano do Sul; e ampliar o atendimento com rede coletora na Planície do Campeche.

A quarta fase prevê a instalação de novas redes coletoras, elevatórias e tubulações terrestres para interligação no SDO, abrangendo as regiões de Sambaqui, Santo Antônio, Cacupé, Monte Verde, João Paulo, Saco Grande, Trindade, Pantanal, Saco dos Limões e Costeira.

2.2 Caracterização da ETE Rio Tavares

A ETE Rio Tavares terá tratamento em nível terciário. Com base no Estudo Populacional e Estudo de Autodepuração do Rio Tavares foi determinado o dimensionamento da ETE para atender uma vazão média de 200,0 l/s e uma população equivalente a 95.040 habitantes. Os parâmetros utilizados para o dimensionamento do processo de tratamento estão no Quadro 2.1 a seguir.

Quadro 2.1: Parâmetros Dimensionamento da ETE Rio Tavares

PARÂMETROS	UNIDADES	VALORES
População atendida	Hab	95040
Vazão Média	l/s	200
Vazão máxima diária	l/s	226
Vazão máxima horária	l/s	305
Concentração de DBO5	mg/l	295
Carga de DBO5	KgDBO5/f	2548
Concentração de DQO	mg/l	531
Carga de DQO	KGDQO/d	4586
Concentração de SST	mg/l	382
Carga de SST	KgSST/d	3300
Concentração de NKT	mg/l	49,2
Carga de NKT	KgNKT/d	425
Concentração de P	mg/l	8,2
Carga de P	KgP/d	70,8
CT	X 10exp7/100ml	5,5

Fonte: Projeto Executivo da Estação de Tratamento de Esgotos do Rio Tavares – Tomo I: Memorial Descritivo

Os principais padrões de parâmetro de qualidade a serem cumpridos por parte do efluente tratado estão relacionados no Quadro 2.2 a seguir:

Quadro 2.2: Padrões do Efluente da ETE Rio Tavares

PARÂMETROS	UNIDADES	QUANTIDADE
Concentração de DBO5	mg/l	<10
Carga de SST	mg/l	<10
Carga de NKT	mg/l	<2,4
Concentração NH3	mg/l	<1,8

PARÂMETROS	UNIDADES	QUANTIDADE
Concentração de NO3	mg/l	<15
Concentração de PT	mg/l	<1
pH	--	5-9
Material Sendimentável	mg/l	<1
Óleos e gorduras (OG) mineral	mg/l	<10
Óleos e gorduras (OG) vegetal e animal	mg/l	<10
CF		<1000

Fonte: Projeto Executivo da Estação de Tratamento de Esgotos do Rio Tavares – Tomo I: Memorial Descritivo

Buscando atender as condições ambientais, além da remoção dos parâmetros atualmente atendidos (DBO, SST, amônia, nitratos, coliformes fecais, etc.), a remoção de fósforo também se faz necessária para as cargas hidráulicas e orgânicas projetadas da ETE Rio Tavares.

A remoção de fósforo constituiu o elemento básico na escolha do processo de tratamento adotado na ETE. O processo clássico eficiente para remoção de fósforo de uso amplo a nível internacional é o tratamento físico-químico (FQ) com remoção por precipitação a partir de sais de ferro ou alumínio.

Devido à necessidade e interesse de remoção de fósforo, o uso de tratamento FQ no processo é imprescindível. Atendendo essa necessidade de tratamento, aproveitou-se para colocar o processo FQ à montante do tratamento, permitindo aumentar consideravelmente a eficiência do processo primário como a remoção de mais de 90% dos SST, no mínimo 60% da DBO, além da remoção de 90 a 95% do fósforo. Foi permitido também a utilização de menor dosagem de coagulante neste ponto do processo.

Como consequência do processo FQ ao início do tratamento, foi reduzido o tamanho necessário do filtro biológico FBN requerido para obter o objetivo básico de remoção da DBO e Nitrificação. O processo físico-químico tem outra grande vantagem colocado a cabeceira do tratamento, ele permite atender melhor as mudanças repentinas de vazões associadas a chuvas e infiltração.

Os processos de biofilme (Filtro Biológico FBN e MBBR Anóxico para desnitrificação) são processos muito eficientes para permitir a transformação seja de DBO em biomassa e CO₂, do Nitrogênio Amoniacal em Nitrato na opção FBN, e o Nitrato em Nitrogênio gás na unidade de desnitrificação (DN). O processo FBN é um processo eficiente em termos de consumo energético comparado com qualquer processo de tipo aerado artificialmente (lodos ativados, bio-filtros submersos ou similares). O processo físico-químico a montante da desnitrificação e filtro biológico permite reduzir a relação DBO/amônia, fato que facilita a nitrificação.

A desnitrificação com MBBR anóxico é uma etapa muito eficiente que, além de transformar nitrato em N₂ gás, reduz ainda a concentração da DBO prévio ao FBN, melhorando a eficiência do FBN na nitrificação e finalmente a qualidade final (DBO<5mg/l).

Os processos indicados são altamente intensivos em termos de consumo de espaço. As soluções propostas, ocupam efetivamente apenas um espaço integral de aproximadamente 10.000m², incluindo locais de circulação para o final de plano.

Ao final do processo o uso da desinfecção por UV constitui um processo altamente eficiente para eliminação de patogênicos sem efeitos secundários.

Pode-se observar que o tratamento em nível terciário projetado para a ETE Rio Tavares irá produzir um efluente final que não causará impacto ao meio ambiente quando descartado. Considerando tamanha a eficiência de tratamento projetado, devido às tecnologias e controles no processo, o reúso do efluente para fins não potáveis nas categorias: urbano/recreacionais, manutenção de vazões e recarga de aquíferos subterrâneos são

analisadas no próximo capítulo deste relatório. Apenas essas categorias são analisadas devido a eliminação das demais categorias em reúso para fins não potáveis (agrícolas, aquicultura e aquicultura) não existirem ou não serem bem aceitas pela população na região da ETE Rio Tavares. O reúso para fins potáveis foi descartado devido ao fato de que o efluente gerado na ETE não se enquadra nos padrões necessários.

A Figura 2.1 apresenta o fluxograma do tratamento para quando a ETE estiver concluída.

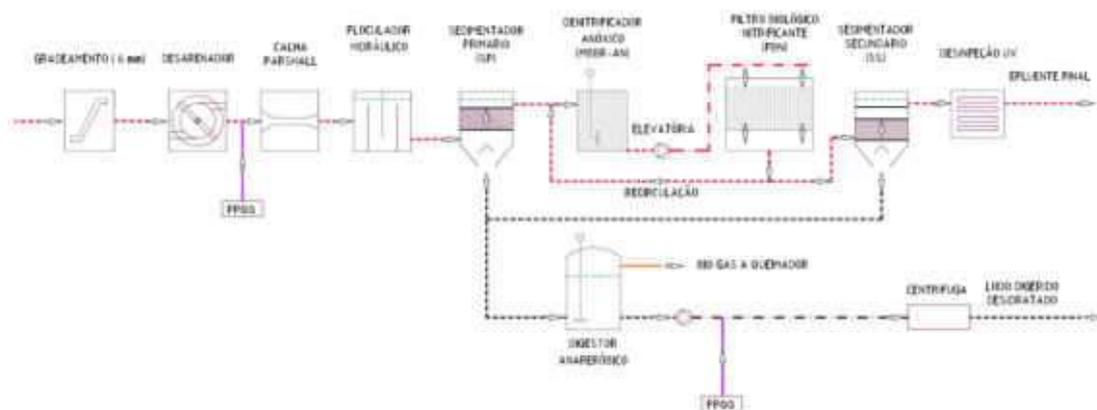


Figura 2.1: Fluxograma ETE Rio Tavares. Fonte: Memorial descritivo da ETE Rio Tavares

Nas imagens da Figura 2.2, são apresentadas as fotos da visita realizada pela Engeplus a obra da ETE Rio Tavares.



Construção da ETE Rio Tavares



Armaduras ETE Rio Tavares



Construção da ETE Rio Tavares



Armaduras ETE Rio Tavares

Figura 2.2: Obra ETE Rio Tavares - Visita Realizada pela Engeplus em Maio de 2019

2.3 Aspectos Ambientais Relevantes

Como aponta o Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de 2011:

“O município se encontra em constante transformação devido ao forte ritmo de crescimento populacional, que corresponde ao dobro da média nacional, trazendo conseqüências para paisagem, reiteradamente modificada em função das ações da sociedade. Esta urbanização do município, que demanda o parcelamento do uso do solo, é realizada de três formas: loteamentos condomínios unifamiliares e/ou desmembramentos, legais ou clandestinos.

...

O parcelamento da pequena propriedade rural por meio de loteamentos clandestinos tornou-se uma prática generalizada no município, em especial nas áreas que compreendem o Campeche, a Tapera da Base, os Ingleses do Rio Vermelho e São João do Rio Vermelho. Estes loteamentos, juntamente com os assentamentos precários, correspondem a 60% dos lotes clandestinos existentes no município. Como consequência desta realidade, verifica-se em Florianópolis o crescimento da ilegalidade na ocupação do solo.”

Tal dinâmica de ocupação ilegal das áreas impacta de maneira significativa e negativa no ambiente natural. Mesmo havendo ainda um processo desordenado de ocupação do território de Florianópolis destaca-se que o processo de desmatamento não é recente. Mais de 76% da cobertura vegetal original da Ilha de Santa Catarina foi devastada na metade do século XVIII com a chegada de colonos dos Açores e Ilha da Madeira (OLIVEIRA, 2001). O resultado foi que no início dos anos 90, na Ilha de Santa Catarina a floresta primária ocupava entre 2% a 3% da cobertura vegetal cabendo ressaltar que mesmo esta, encontrava-se modificada pela coleta seletiva de madeiras de maior valor. Para Klein (1969 *apud* OLIVEIRA, 2001), na Ilha de Santa Catarina a "mata pluvial da encosta sul do Brasil" foi quase totalmente devastada, principalmente nas partes inferiores das encostas e nas planícies quaternárias, permanecendo, apenas, pequenas manchas nas encostas de difícil acesso, sendo que possivelmente, um regular número de espécies higrófitas, que se localizam de preferência nos inícios das encostas, já foram completamente extirpadas da Ilha assim como espécies exclusivas das planícies quaternárias.

As atividades turísticas dotaram Florianópolis de nova organização espacial. Áreas de economia tradicional, como a Lagoa da Conceição e o sul da Ilha (Pântano do Sul, Armação), abandonaram com certa rapidez a pesca marítima para dedicar-se ao turismo e ao comércio agregado a ele, como bares, restaurantes e o aluguel de casas durante o verão. Nesse aspecto, no entanto, a localidade de Pântano do Sul ainda guarda alguma relação com o passado, embora o forte da sua economia sejam restaurantes e bares. Ainda se pesca comercialmente na Ilha, como na Barra da Lagoa e no Pântano do Sul. No entanto essa decaiu muito em razão de alguns fatores, como o excesso da atividade pesqueira e a competição desigual que os pescadores têm que enfrentar como barcos de pesca bem equipados e modernos. A pesca predatória, realizada durante décadas a fio, reduziu, indubitavelmente, os cardumes nas proximidades da Ilha. Duarte (1988, p. 39-52) debita à falta de legislação específica a redução cardumes e afirma: "Há dez anos atrás, um pescador com caniço nos costões baixos de Bombas ou Bombinhas pescava cerca de 200 peixes em três horas. Atualmente, levará dias para pescar a mesma quantidade". Aquela autora escreveu há quase 20 anos e não se vê qualquer mudança no quadro⁴.

A desigualdade na distribuição dos benefícios advindos do crescimento econômico e turístico explica em grande parte o aumento da segregação socioespacial em Florianópolis, assim como em qualquer outra grande cidade do mundo globalizado. Aqueles habitantes do lugar que não possuem renda para adquirir terrenos com localização privilegiada, com acessibilidade, transportes, energia, água, esgoto e com uma boa vizinhança, são

⁴ Atlas do Município de Florianópolis. Florianópolis: IPUF, 2004.

empurrados para as periferias, vivendo em áreas e/ou bairros que não dispõem de infraestrutura urbana básica e, em geral, ocupam terrenos de maneira irregular.

Para os pesquisadores Rodrigues e Silveira (2015) em Florianópolis, a concepção de turismo adotada pelos promotores privados e pelo poder público, indica que os contrastes sociais entre ricos e pobres é a face perversa do desenvolvimento do turismo. A perda da dimensão da qualidade de vida no processo de expansão do turismo poderá fazer com que no futuro próximo essa atividade seja vista como uma das causadoras das iniquidades sociais e do aumento dos impactos negativos no meio ambiente. Diversos estudiosos têm alertado para o fato de que nos países desenvolvidos muitas regiões turísticas colocaram em risco seus recursos naturais e seu patrimônio cultural, sem se darem conta do que estavam perdendo, pois venderam o solo e o direito de uso da natureza. Neste contexto, é imperativo pôr em prática no município de Florianópolis ações de ordenamento territorial e turístico sob o risco da atividade turística destruir a si própria⁵

Quanto às áreas de interesse do estudo, observou-se, através de dados secundários e visita técnica efetuada, o avanço da malha urbana em direção aos afluentes do Rio Tavares, principalmente na região Balneário do Campeche. Ressalva-se que o processo de expansão da malha urbana já ocorreu de maneira mais acentuada tendo desacelerado nos últimos anos. O efeito da ação antrópica é a degradação de algumas áreas decorrente do lançamento inadequado de esgotos domésticos, a supressão da vegetação nativa, o aterro das margens dos rios, além de canalizações e retificações dos rios. Tais atividades podem ocasionar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, uma vez que recebe elevada carga de poluentes sem tratamento e concentração de matéria orgânica.

De fato, observa-se no município de Florianópolis um quadro de pressão por urbanização, porém com carência de planejamento urbano, o que tem permitido ao longo dos anos a implantação de espaços construídos com problemas estruturais crônicos, extrapolando os limites da sustentabilidade natural, sobretudo no setor de saneamento básico (SMHSA, 2011).

Ao encontro disso, o estudo foi realizado para dar continuidade aos estudos e projetos existentes, aprofundando a identificação dos impactos que o efluente sem tratamento causa ao ecossistema local, bem como avaliando as possibilidades de lançamento dos efluentes tratados da ETE Rio Tavares e identificando as melhores opções para minimização dos impactos negativos existentes e/ou causados.

2.4 Unidades de Conservação

Quanto às unidades de conservação, a Figura 2.4 apresenta às principais unidades existentes próximas a área de estudo, de acordo com as informações disponibilizadas no endereço eletrônico do Instituto Chico Mendes de Conservação – ICMBio⁶. O Quadro 2.3 lista as 18 (dezoito) unidades de conservação existente no município, sendo 3 de gestão federal, 2 estaduais, 9 municipais e 3 particulares (há uma não classificada). Na área de interesse do projeto em estudo estão inseridas as seguintes unidades: Parque Natural Municipal do Maciço da Costeira, Reserva Extrativista do Pirajubaé, Monumento Natural – MONA da Lagoa do Peri (antigo Parque Municipal da Lagoa do Peri), Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e Parque Natural Municipal do Morro da Cruz.

⁵ Rodrigues e Silveira, Urbanização turística no Brasil: um foco em Florianópolis – Santa Catarina. 2015. Disponível em <<https://journals.openedition.org/viatourism/630?lang=en>>. Acessada em 17 maio 2019.

⁶ ICMBIO. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros>> Acesso em: 31 out. 2018

Quadro 2.3: Unidades de Conservação Existentes no Município de Florianópolis

Unidades de Conservação	Gestão	Lei	Grupo	Área da Unidade (m ²)
APA Da Baleia Franca	Federal	-	-	1.548.670.000
Estação Ecológica De Carijós	Federal	94656/1987	Proteção Integral	7.362.173
Monumento Natural Municipal Da Galheta	Municipal	10100/2016	Proteção Integral	2.479.469
Parque Aníbal Da Rocha Nunes Pires	Municipal	6725/2005	Outras	14.004
Parque Estadual Da Serra Do Tabuleiro	Estadual	14661/2009	Outras	3.425.263
Parque Estadual Do Rio Vermelho	Estadual	308/2007	Outras	15.708.162
Parque Municipal Da Lagoa Do Peri	Municipal	1.828/1981	Outras	19.926.235
Re categorizado para Monumento Natural – MONA da Lagoa do Peri		10.530/2019		42.744.300
Parque Municipal Do Manguezal Do Itacurubi	Municipal	1529/2002	Outras	1.873.346
Parque Natural Municipal Da Lagoa Do Jacaré	Municipal	9948/2016	Proteção Integral	2.201.068
Parque Natural Municipal Da Lagoinha Do Leste	Municipal	10387/2018	Proteção Integral	9.181.843
Parque Natural Municipal Das Dunas Da Lagoa Da Conceição	Municipal	10388/2018	Proteção Integral	7.065.496
Parque Natural Municipal Do Maciço Da Costeira	Municipal	10489/2018	Proteção Integral	15.480.653
Parque Natural Municipal Do Morro Da Cruz	Municipal	9321/2013	Proteção Integral	1.301.892
Reserva Extrativista Do Pirajubae	Federal	533/1992	Uso Sustentável	7.459.136
RPPN Das Aranhas	Particular		Uso Sustentável	498.346
RPPN Menino Deus	Particular		Uso Sustentável	145.685
RPPN Rio Vermelho	Particular		Uso Sustentável	740.295
Unidade De Conservação Ambiental Desterro	Outras		Outras	4.897.967

– Parque Natural Municipal Do Maciço Da Costeira

O Parque Municipal do Maciço da Costeira foi criado em 1995, por meio Decreto Municipal nº 4605/95. Os objetivos da criação do Parque são a preservação do patrimônio natural representado pela fauna, flora e paisagem, de modo que possa ser utilizado como área de interesse ecológico e de pesquisa científica; proteger os mananciais hídricos que têm suas nascentes neste maciço. O PMMC está localizado na porção Centro - Sul da Ilha de Santa Catarina (27°37'30" - 27°38'05" Sul e 48°30'00" - 48°32'01" Oeste), com uma área total de 1.456,53 ha. O PMMC compreende as comunidades do Córrego Grande, Pantanal, Costeira do Pirajubaé, Canto da Lagoa, Porto da Lagoa e Rio Tavares.⁷

– Reserva Extrativista do Pirajubaé

Possuindo área total de 1444 ha, da qual 740 ha pertence ao Manguezal do Rio Tavares e o restante de 704 ha ao Baixio da Tipitinga, é criada através do Decreto Nº 553 de 20 de maio de 1992, a Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé. O objetivo da sua implantação, consiste em assegurar a exploração sustentável dos recursos naturais, em especial, o berbigão (*Anomalocardia brasiliiana*), por parte das comunidades tradicionais extrativistas Figura 2.3. Tal direito é assegurado pelo Plano de Utilização publicado pela Portaria do IBAMA 110078 96.

⁷ Produto 1 - Diagnostico Ambiental Simplificado, Grupo Florianópolis no Mar. Disponível em < <http://www.pmf.sc.gov.br/sistemas/consulta/setur/arquivos/produto1.pdf>>. Acessado em 17 maio 2019.



Figura 2.3: Mãe e filhas limpando o berbigão coletado na Reserva Extrativista do Pirajubaé. Fonte: OLIVEIRA, 2001

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), é instituído pela lei nº 9.985, de julho de 2000, visando fornecer subsídios legais para o estabelecimento e manutenção das distintas categorias de unidades de conservação no país. O artigo 4º do SNUC é destinado à proteção dos recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, assegurando o respeito e a valorização do seu conhecimento e cultura, promovendo-as social e economicamente. O artigo 18, desta lei define a Reserva Extrativista como uma área utilizada por populações extrativistas cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade (OLIVEIRA, 2001).

– Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri - MONA da Lagoa do Peri

No início do ano de 2019 foi aprovado o projeto que alterou a categorização da Unidade de Conservação da Lagoa do Peri de Parque Natural para Monumento Natural (Mona). A lei Nº 10.530, criada a Unidade de Conservação Municipal denominada Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri (MONA da Lagoa do Peri), nos termos do §4º do art. 11 da Lei Federal nº 9.985, de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). A MONA da Lagoa do Peri compreende a área do território municipal com superfície de 4.274,43 ha representada por uma poligonal definida pelas coordenadas geográficas indicadas no memorial descritivo - Anexo I e Anexo II do Relatório RT 02, partes integrantes da sua Lei de criação⁸. A MONA fica vinculado à Fundação Municipal do Meio Ambiente (FLORAM), a quem caberá a gestão técnica, administrativa e operacional da Unidade de Conservação⁹.

A alteração para Monumento Natural foi uma forma consensual encontrada para ampliar a preservação nas áreas protegidas e ao mesmo tempo manter a

⁸ Os anexos não foram, até o momento, disponibilizados para consulta, ficando a delimitação da MONA em aberto.

⁹ Lei Municipais Santa Catarina Florianópolis. Lei número 10.530. Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/f/florianopolis/lei-ordinaria/2019/1053/10530/lei-ordinaria-n-10530-2019-dispoe-sobre-a-criacao-da-unidade-de-conservacao-monumento-natural-municipal-da-lagoa-do-peri-mona-da-lagoa-do-peri>>. Acesso em agosto 2019.

possibilidade de propriedade privada para as residências já estabelecidas há décadas no local¹⁰.

– Parque Estadual da Serra do Tabuleiro

A maior unidade de conservação de proteção integral do Estado foi criada em 1975, com base nos estudos dos botânicos Pe. Raulino Reitz e Roberto Miguel Klein, com o objetivo de proteger a rica biodiversidade da região e os mananciais hídricos que abastecem as cidades da Grande Florianópolis e do Sul do Estado.

O Parque Estadual da Serra do Tabuleiro ocupa cerca de 1% do território catarinense. Abrange áreas dos municípios de Florianópolis, Palhoça, Santo Amaro da Imperatriz, Águas Mornas, São Bonifácio, São Martinho, Imaruí e Paulo Lopes. Fazem parte do Parque as ilhas do Siriú, dos Cardos, do Largo, do Andrade e do Coral, e os arquipélagos das Três Irmãs e Moleques do Sul

– Parque Natural Municipal do Morro da Cruz

O Parque Urbano do Morro da Cruz foi criado pela Lei nº 6.893, de 08 de dezembro de 2005, cabendo à Fundação Municipal do Meio Ambiente de Florianópolis (FLORAM) sua gestão técnico-operacional (Art. 4º). Os objetivos da Criação do Parque são preservar o patrimônio natural representado pela fauna, flora e pelas características morfológicas de modo que possa ser utilizado como área de interesse ecológico e de pesquisa científica; aproveitar as condições peculiares de sua paisagem natural e cultural para o adequado desenvolvimento de atividades educativas, lazer e recreação; promover a recuperação da cobertura vegetal típica da região onde se fizer necessária; dotar a área de equipamentos de lazer, de uso comunitários e turísticos; assegurar a manutenção das características naturais do Morro da Cruz no cenário urbano de Florianópolis. Foram demarcadas três trilhas na área do imóvel onde estará localizada a sede do Parque (zona de uso intensivo, pelo plano de manejo). Principais Acessos: Avenida do Antão, Agrônômica, Mont Serrat. O parque possui uma área: de 130,50 ha e está localizado nas coordenadas 27°35'16.5"S 48°32'03.5"W¹¹.

¹⁰ Câmara Municipal de Florianópolis. Disponível em <<http://www.cmf.sc.gov.br/noticia/criacao-do-monumento-natural-da-lagoa-do-peri-aprovada-em-primeira-votacao>>. Acessado em agosto, 2019.

¹¹ Prefeitura de Florianópolis. Disponível em <<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/floram/index.php?cms=unidades+de+conservacao>>. Acessado em 17 maio 2019.

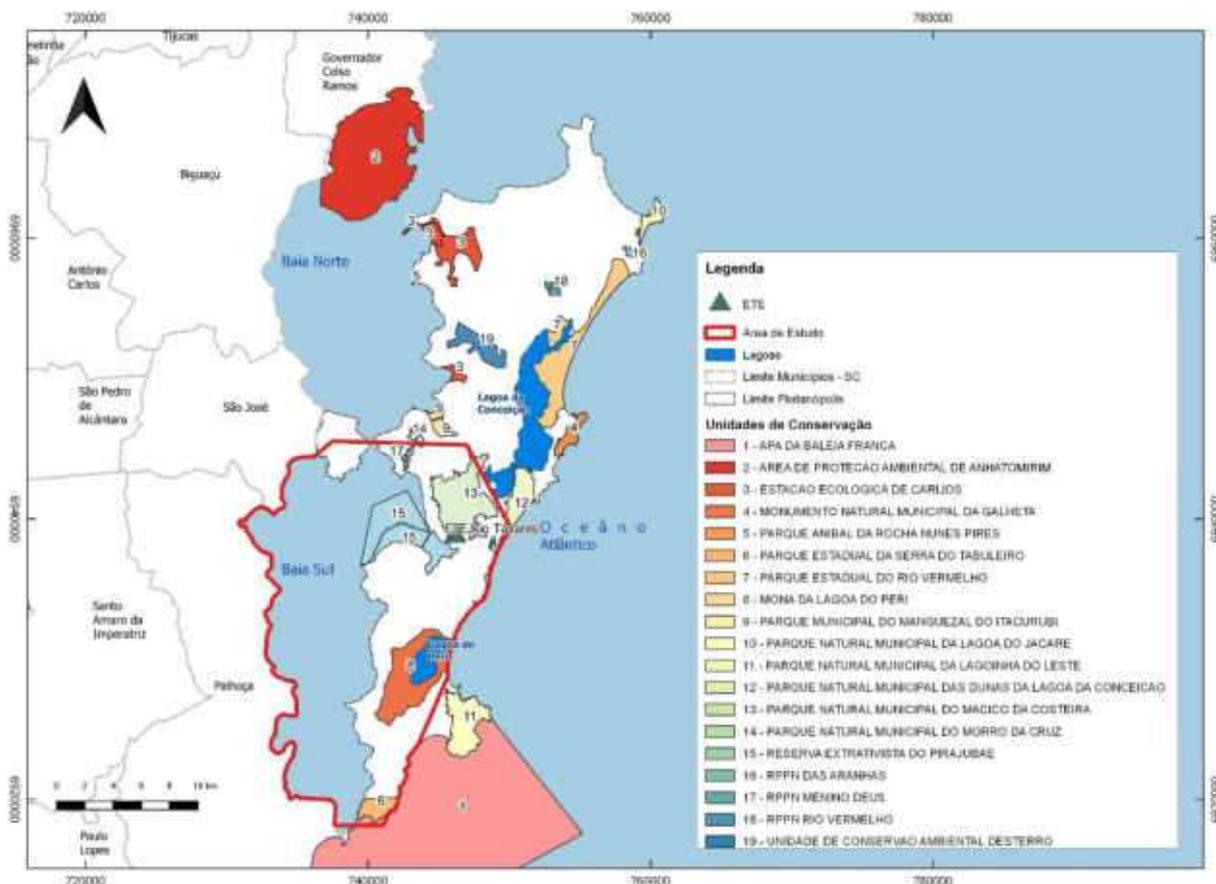


Figura 2.4: Unidades de Conservação

As características e peculiaridades da fauna e da flora, bem como as características socioeconômicas das Unidades de Conservação foram considerados na identificação de áreas com aptidão para disposição dos efluentes tratados. Foram realizadas as identificações das vulnerabilidades de cada aspecto de forma que, aliados as áreas determinadas como prioritárias para conservação, evidenciam-se as regiões ambientalmente frágeis ou significativas a serem evitadas.

Conforme já apresentado analisado, o bioma Mata Atlântica é o que abrange o município (Floresta Ombrófila Densa), e ainda pode ser observado nas áreas mais elevadas a presença de suas características. Este bioma encontra-se protegido pela Lei nº 11.428/2006¹², conhecida como Lei da Mata Atlântica, regulamentada pelo Decreto nº 6.660/2008¹³. Em vista disso, áreas contíguas a regiões com presença de mata Atlântica devem ser descartadas quanto a aptidão para lançamento de efluente no solo.

Quanto a presença de áreas prioritárias para preservação, destaca-se na região a MONA da Lagoa do Peri: (Lei 10.530/2019); Reserva Extrativista do Pirajubaé: (Decreto Nº 553/92) e Parque Natural Municipal Do Maciço Da Costeira (Decreto Municipal nº 4605/95). Tais locais foram descritor no item 2.5 e estão demonstrados nas Figura 2.6 e Figura 2.4.

Verifica-se que a região de estudo se encontra em um uma área ambientalmente emblemática, onde o processo para licenciamento das atividades estará sob acompanhamento de diversos agentes e, portanto, as observações das restrições ambientais deverão ser atentamente contempladas.

¹² BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, Brasília,DF, dez. 2006.

¹³ BRASIL. Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, Brasília,DF, nov. 2008.

2.5 Aspectos Principais do Meio Biótico

Na caracterização do meio biótico foram considerados aspectos referentes ao Bioma Mata Atlântica — cobertura original do município de Florianópolis.

Um recente estudo executado pela Arcplan, através de iniciativa da Fundação SOS Mata Atlântica em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), divulgou um novo mapeamento do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica de Santa Catarina. O estudo revela que o estado de Santa Catarina tem hoje 41,4% (3.967.603 ha) de sua Mata Atlântica original, sendo que 11,9% (1.136.317 ha) são áreas de até 1 ha, identificadas pela primeira vez nesse levantamento¹⁴, já que nos levantamentos anteriores a metodologia considerava áreas de 3 ha, apresentando um resultado total da vegetação nativa remanescente no estado de 29,6% (2.831.421 ha).

Segundo o Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina¹⁵, foram identificadas até agora 2.341 espécies de plantas, das quais 860 são árvores e arbustos, 560 epífitos, 270 lianas (cipós e trepadeiras), além de 315 samambaias e 707 ervas (gramíneas por exemplo). Dentre as 10 (dez) espécies mais frequentes de serem encontradas, a maior parte das florestas remanescentes são pioneiras e secundárias, como pode ser observado na Figura 2.5.

	Nome Científico	Nome Popular	Categoria Ecológica
Floresta Densa	<i>Alchornea triplinervia</i>	Tanheiro	Secundária
	<i>Alsophila setosa</i>	Xaxim-setoso	Climácica
	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	Licurana	Secundária
	<i>Psychotria vellosiana</i>	Caixeta	Secundária
	<i>Cyathea phalerata</i>	Samambaiçu	Tardia
	<i>Euterpe edulis</i>	Palmiteiro	Tardia
	<i>Cabralea canjerana</i>	Canjerana	Secundária
	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Gerivá	Pioneira
	<i>Miconia cinnamomifolia</i>	Jacatirão-açu	Secundária
	<i>Casearia sylvestris</i>	Cafezeiro-do-mato	Secundária

Figura 2.5: Remanescentes Florestais Normalmente Encontrados em SC. Fonte: Epagri¹⁶

A vegetação presente no município de Florianópolis é classificada como Floresta Ombrófila Densa, que se estende por todo o litoral catarinense, pode ser observado que os remanescentes são bastante fechados, possui árvores de grande porte e as áreas são úmida. Uma das árvores mais características é o palmiteiro, mas também ocorrem samambaias, canelas, guamirins e várias espécies de epífitos, que são as plantas que se fixam nas árvores (orquídeas e bromélias, por exemplo)¹⁷.

Assim como a vegetação diversificada, a fauna da Mata Atlântica também é destaque pela variedade de espécies. Várias espécies originárias da Mata Atlântica estão em extinção, destacando-se os micos-leões, as lontras, as onças-pintadas, dentre outros. Principais

¹⁴ SOSMA. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/106944/fundacao-sos-mata-atlantica-lanca-estudo-detalhado-sobre-situacao-bioma-em-santa-catarina/>> Acesso em: 30 de out. 2018

¹⁵ Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina : o que você deve saber sobre as florestas de Santa Catarina / Alexander C. Vibrans ... [et al.]. – Blumenau : FURB, [2015]. 20 f. : il.

¹⁶ EPAGRI. Disponível em: <http://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/arquivos/iff/pdf/livreto_oquevocedevesaber.pdf> Acesso em: 30 out. 2018

¹⁷ CIRAM. Disponível em: <http://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/arquivos/iff/pdf/livreto_oquevocedevesaber.pdf> Acesso em: 30 out. 2018

exemplos de fauna: macacos, preguiças, capivaras, jaguatiricas, papagaios, araras, tucanos, cobras, cachorros-do-mato, porcos-do-mato, lagartos, grande diversidade de pássaros e insetos etc. Os mamíferos marinhos que frequentam a costa também são numerosos, destacando-se as baleias-francas e os golfinhos.

As Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade são um instrumento de política pública para apoiar a tomada de decisão, de forma objetiva e participativa, no planejamento e implementação de ações como criação de unidades de conservação, licenciamento, fiscalização e fomento ao uso sustentável. No município de Florianópolis, foram observadas 7 (sete) áreas prioritárias, todas classificadas como alta ou extremamente alta prioridade., como pode ser observado no Quadro 2.4. A Figura 2.6 apresenta a localização dessas áreas.

Quadro 2.4: Áreas Prioritárias para Conservação - MMA¹⁸

Bioma	Nome da Área	Prioridade	Área Total (ha)	Área no Município (ha)	% Área Prioritária no Município
Marinho	Baleia Franca	Extremamente alta	245.242	3.248,47	1,3%
Marinho	Plataforma da Ilha do Arvoredo	Muito alta	416.313	834,51	0,2%
Marinho	Plataforma Sudoeste-Sul	Muito alta	10.988.893	6.357,82	0,1%
Costeiro	Ilhas do Litoral de Santa Catarina	Extremamente alta	4.523	1,85	0,04%
Costeiro	Porção Ocidental da Ilha de Santa Catarina e Foz do Rio Cubatão	Muito alta	3.819	330,64	8,7%
Costeiro	Porção Oriental da Ilha de Santa Catarina	Muito alta	5.530	5.508,80	99,6%
Mata atlântica e Campos Sulinos	Serra do Tabuleiro e Ilhas Catarinenses	Extremamente alta	1.327.064	40.788,78	3,1%

¹⁸ MMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/projetos-sobre-a-biodiversidade/projeto-de-conserva%C3%A7%C3%A3o-e-utiliza%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel-da-diversidade-biol%C3%B3gica-brasileira-probio-i/%C3%A1reas-priorit%C3%A1rias>> Acesso em: 30 out. 2018

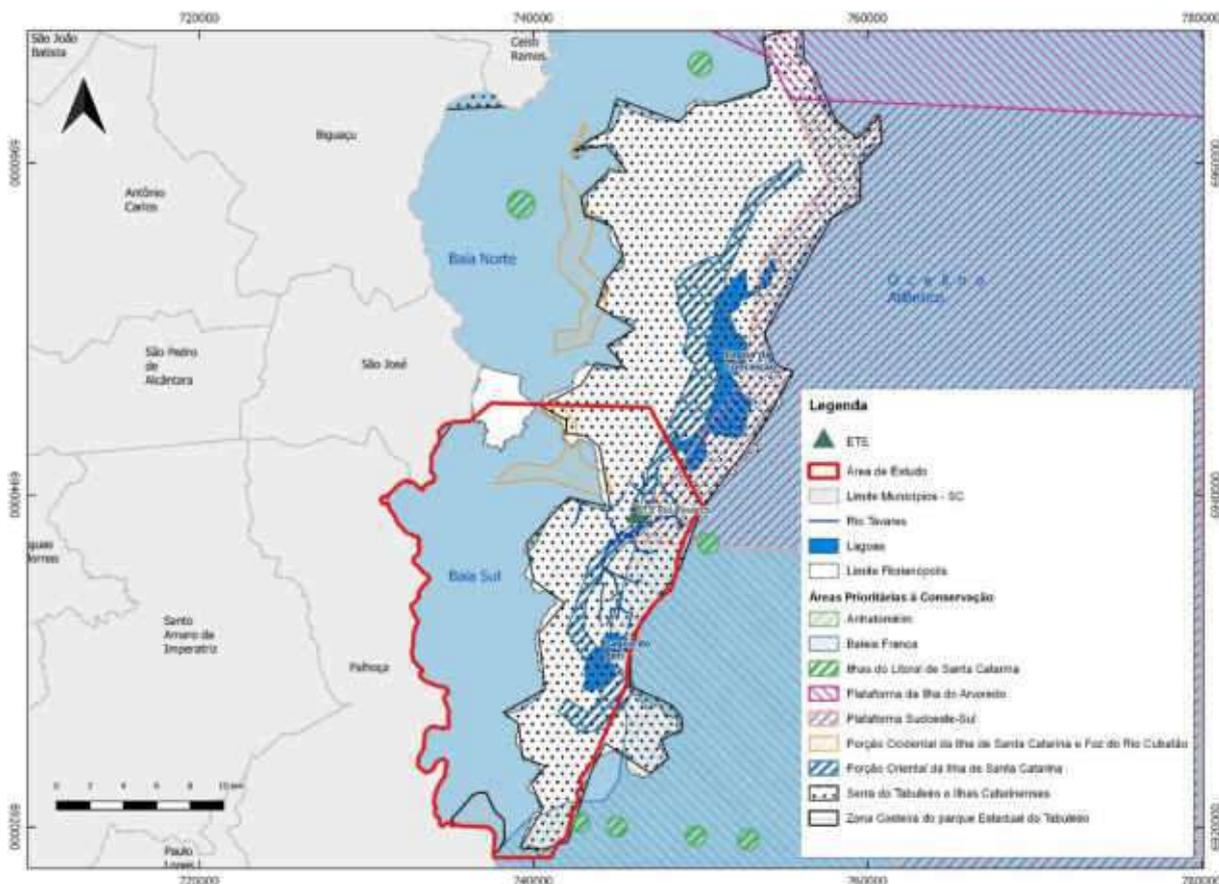


Figura 2.6: Áreas Prioritárias para Conservação

2.6 Análise Integrada da Caracterização da Área do Estudo

Após a análise dos aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos do município de Florianópolis, é importante fazer uma análise integrada da caracterização da área do estudo, buscando integrar o que foi observado no levantamento de dados secundários e visita de campo, principalmente voltado às áreas de interesse.

A Bacia Hidrográfica de maior significância para a área de interesse é a BH Ilha de Santa Catarina (RH8), que drena suas águas para o Oceano Atlântico. Os recursos hídricos de maior relevância para o estudo é o Rio Tavares, que drena para Baía Sul.

O clima do município é classificado como subtropical mesotérmico úmido e verão quente, apresenta precipitação média anual de 1.500 a 1.700 mm e temperaturas médias anuais entre 20°. A rede meteorológica existente considerada satisfatória, sendo a qualidade dos dados a serem avaliados no avanço dos estudos.

Quanto aos aspectos geológicos, a ETE Rio Tavares está inserida na unidade Solos Indiscriminados de Mengue (SM) e no entorno de solos Cambissolo (Ca). A hidrogeologia é caracterizada por duas zonas diferentes de aquíferos (as1e af2), ambas de aquífero livre. Pertencente Embasamento Cristalino e Cobertura Sedimentar Quaternária, o município de Florianópolis apresenta uma faixa hipsométrica de 0 a 525 m de altitude. A pedologia na região de interesse é predominada por Indiscriminados de Mangues (SM); Cambissolos (Ca) e Areias Quartzosas Marinhas (AMa).

O bioma Mata Atlântica é o que abrange o município (Floresta Ombrófila Densa), e ainda pode ser observado nas áreas mais altas a presença de suas características. Às áreas de interesse são caracterizadas pelo uso voltado predominante urbano em processo antrópico já avançado. Ainda inserida na área de interesse tem a presença acentuada de Mata (Floresta Ombrófila Densa da Unidade do Parque Natural Municipal do Maciço da Costeira

na região próxima da ETE Rio Tavares) e área de Manguezal na foz no Rio Tavares na Reserva Extrativista do Pirajubae.

O município conta com 18 (dezoito) diferentes áreas identificadas como “Áreas Prioritárias para Conservação”, 7 (sete) estão na área de estudo, e dentre estas ressalta-se a Reserva Extrativista (RESEX) do Pirajubaé, que além de ter ocupação tradicional também é uma área de manguezal, ambiente sensível e de grande importância para conservação do ecossistema.

Com relação a população, os dados do último levantamento censitário registravam 492.977 habitantes, distribuídos em uma área territorial de 674,844 km² o que representa uma densidade demográfica de 730 hab/km². Por ser uma cidade turística, ressalta-se a presença significativa da população flutuante, que dentre os meses de janeiro, fevereiro e março chega a alcançar o número de 518.000 turistas. O IDH do município é de 0,847 e sua economia é baseada em comercial e prestador de serviços, e também como centro político-administrativo do Estado de Santa Catarina.

Apesar de ser pequena a participação do setor primário na composição do PIB municipal, apenas 0,3%, deste 88% está ligado à pesca ou aquicultura sendo expressiva atuação na maricultura. Cerca de 90% da produção nacional de moluscos se concentra no Estado de Santa Catarina, sendo Florianópolis um dos municípios produtores. Inclusive na área de estudo há a RESEX do Pirajubae cuja principal fonte de renda é a exploração sustentável do berbigão.

O fornecimento de água à população do Município de Florianópolis é realizado por Sistema de Abastecimento de Água – SAA, Solução Alternativa Coletiva – SAC e Soluções Alternativas Individuais - SAI. A diferença do SAA e do SAC é que o primeiro está sob a responsabilidade do Poder Público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão. Já o SAC o responsável pela prestação do serviço não é o município. Enquanto os SAAs são operados pela CASAN, os SACs são operados por empresas privadas ou pela própria comunidade.

No Quadro 2.5 estão apresentados, em porcentagens, os tipos de fornecimento de água realizado no Município de Florianópolis. Já o Quadro 2.6 apresenta os mananciais e sua participação percentual no atendimento ao município, conforme os dados do Atlas de Abastecimento Urbano de Água da ANA 2015.

Quadro 2.5: Tipo de Fornecimento de Água em Florianópolis. Fonte: CASAN, 2008 apud SMHSA, 2011

Tipo	Pop. (%)		Responsabilidade	Sistemas Existente
	Residente	Flutuante		
SAA	81	53	CASAN	Sistema Integrado de Abastecimento de Água da Região de Florianópolis (SIF); Sistema de Abastecimento de Água dos Balneários da Costa Norte da Ilha de Santa Catarina (SCN); e Sistema de Abastecimento de Água dos Balneários da Costa Leste/Sul da Ilha de Santa Catarina (SCLS).
SAC	2	1	Empresas privadas ou comunidade	5 SACs
SAI	17	46	Individual	Número desconhecido de SAI

Quadro 2.6: Sistemas de Abastecimento de Água, por Manancial e Percentual de Atendimento. Fonte: ANA, 2015

Mananciais	Sistema	Participação no Abastecimento do Município	Situação (até 2015)	Outros Municípios Atendidos
Rio Cubatão, Rio Vargem do Braço	ETA Cubatão/Pilões	63%	Requer novo manancial	Biguaçu, Palhoça, Santo Amaro da Imperatriz, São José
Aquífero Sedimentar Freático Ingleses	Sistema Costa Norte	24%	Requer novo manancial	---
Lagoa do Peri e Aquífero Sedimentar do Campeche	Sistema Costa Leste	12%	Requer novo manancial	---

Mananciais	Sistema	Participação no Abastecimento do Município	Situação (até 2015)	Outros Municípios Atendidos
Rio Córrego Grande	Sistema Córrego Grande	1%	Requer novo manancial	---
Rio Pau do Barro	Sistema Pau do Barco	< 1%	Requer ampliação de sistema	---
Córrego Ana D'Ávila	Sistema Ana D'Ávila	< 1%	Requer ampliação de sistema	---

Segundo identificado pelo Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico – Produto 11 (SMHSA, 2011), das estruturas de saneamento diagnosticou-se:

Abastecimento de água

- Entre os mananciais utilizados para abastecimento público, os Aquíferos Ingleses e Campeche caracterizam-se por sua boa qualidade e quantidade em relação aos demais mananciais do Município. Estes mananciais, porém, estão sujeitos a duas ameaças de contaminação: exploração além de sua capacidade de recarga com possibilidade de intrusão salina e a infiltração de esgotos domésticos em grande parte de sua área de abrangência devido à inexistência de rede coletora de esgoto doméstico. Isso significa que os mananciais subterrâneos são utilizados para abastecimento de forma não sustentável e em situação de risco quanto a sua qualidade e quantidade.
- O principal manancial superficial é a Lagoa do Peri. Há mananciais de pequeno porte utilizados como reserva técnica e os mananciais que suprem as soluções alternativas, sejam elas coletivas ou individuais. Não há controle qualitativo e quantitativo dos mananciais utilizados nas soluções alternativas.
- Sabe-se que a falta de água em Florianópolis ocorre principalmente no período de alta temporada, assim, atribui-se que 100% da população residente é abastecida por água provinda de algum tipo de abastecimento, seja público ou particular. No ano de 2010 81% da população residente era atendida por abastecimento público de água, enquanto que para a população total este número cai para 53% devido à população flutuante nos períodos de alta temporada.

Esgotamento Sanitário

- Apenas 39% da população residente é atendida, em 2010, por coleta pública de esgoto sanitário, enquanto que em relação à população total (na qual é considerada a população flutuante) este número cai para 26%. Esta situação torna-se preocupante tendo em vista a fragilidade ambiental que caracteriza a cidade de Florianópolis e o progresso lento na ampliação dos sistemas existentes e implantação de sistemas nas regiões não atendidas.
- Os sistemas existentes em operação e os atualmente em obras, com exceção dos sistemas que atendem os bairros Cacupé e Praia Brava, não serão capazes de atender o crescimento populacional. Este déficit é bastante significativo também no que diz respeito à capacidade das ETEs de tratar o esgoto coletado pelos sistemas. Quanto à capacidade de atendimento, com exceção da ETE do Balneário de Jurerê Internacional, as ETEs situadas nos Balneários da Costa Norte da ilha não estão capacitadas para atender a expressiva população flutuante no período de alta temporada. Outro fato a destacar, é que a ETE Insular já está operando quase com a sua capacidade máxima de tratamento. Ressalta-se, por outro lado, que a ETE Potecas (SES Florianópolis Continente) ainda pode atender mais 48.601 habitantes, dependendo de negociação com o município de São José, onde está localizada.

- Sobre a eficiência do tratamento de esgoto, com base no relatório da ARES¹⁹ de 2017 onde foram analisadas cinco ETES: Insular, Parque Tecnológico, Saco Grande, Canasvieira, Barra da Lagoa e Lagoa da Conceição, apenas as ETES Saco Grande e Lagoa da Conceição não atendiam totalmente os parâmetros analisados no relatório, sendo os parâmetros não atendidos: DBO, detergente, fósforo total e eficiência de DBO₅ e fósforo total para a ETE Saco Grande e apenas o parâmetro eficiência fósforo total para a ETE Lagoa da Conceição;

Drenagem

- As enchentes e alagamentos, às quais o município se encontra vulnerável atualmente, são reflexos do crescimento de sua população urbana em desconexão com a aplicação de políticas públicas adequadas para solução dos problemas decorrentes da nova configuração da cidade.
- A ocupação indevida de determinadas regiões do Município fez com que a situação dos manguezais existentes na cidade se tornasse alarmante. O grau de assoreamento é alto, o que os torna co-responsáveis pelos eventos de enchentes e alagamentos.
- Falta de um cadastro onde seja possível caracterizar os canais de drenagem e os cursos d'água existentes quando estes atravessam o perímetro urbano da cidade. Este fato está relacionado ao processo de formação dos canais de drenagem na cidade que aproveitou grande parte dos leitos já existentes. A não identificação de forma clara dos elementos de drenagem utilizados no município em canais de drenagem ou cursos d'água causa interpretações equivocadas no momento da aplicação das normas ambientais vigentes.
- A disposição indevida de resíduos sólidos e efluentes domésticos nas redes de drenagem é outra situação bastante comum. Para solucionar este problema, é importante que ações de educação ambiental sejam mais frequentemente executadas juntamente com a população, com a finalidade de conscientizá-los a respeito da correta função dos canais de drenagem e da importância em preservá-los.
- Impossibilidade da execução dos serviços de manutenção e limpeza dos canais devido ao capeamento superficial de grande parte destes em decorrência da expansão urbana da cidade.

2.7 Aspectos Gerais que Merecem Especial Atenção

O conhecimento do problema descrito nos itens anteriores proporcionou uma análise crítica/detalhada da área de interesse do estudo, podendo ser identificado alguns aspectos importantes que serão abordados neste item.

O aumento do fluxo migratório e do turismo trouxe algumas consequências ao município de Florianópolis, a saber: a fragmentação do crescimento urbano, do centro para os balneários, ampliando a demanda por infraestrutura; a desfiguração da paisagem; o comprometimento da balneabilidade; a especulação imobiliária; o deslocamento de populações tradicionais de seus redutos; a defasagem dos planos diretores em relação à realidade e intervenção casuística na legislação urbana e a ocupação de muitos locais que não ofereciam condições adequadas para a habitação (CECCA, 1997 *apud* SMHSA, 2011). Fatores relacionados ao crescimento urbano como o aumento do grau de impermeabilização do solo, os desmatamentos para usos urbanos, a erosão das encostas, a intensa poluição dos recursos hídricos, os lançamentos de esgoto doméstico e lixo nos canais e cursos d'água, as ocupações indevidas de locais sob a influência das águas (manguezais, fundos de vales,

¹⁹ Relatório de Fiscalização Inicial dos Serviços de Saneamento Básico. ARES. Agência de Regulação de serviços Públicos de Santa Catarina, 2017.

leitos secundários de rios e encostas de morros), entre outros, contribuem para o agravamento dos problemas relativos ao saneamento básico.

O abastecimento público de água se dá majoritariamente em mananciais superficiais, deste, na parte peninsular do município, destaca-se a captação na Lagoa do Peri que representa 12% da demanda retirada em 2015. Há uma contribuição significativa de mananciais subterrâneos (24% da demanda de 2015) sendo obtida de 31 poços, 19 do Aquífero dos Ingleses e 12 do Aquífero do Campeche. Inseridos em zonas de aquíferos as1 e af2, aquíferos livres, são de alta vulnerabilidade e risco de contaminação por esgoto. Essa questão é bastante preocupante, uma vez que atualmente o nível de atendimento de esgoto é baixo.

Ressalta-se que historicamente na civilização humana, o solo tem sido utilizado para disposição dos resíduos gerados nas atividades cotidianas, tendo certa capacidade de atenuar e depurar a maior parte dos resíduos. Entretanto, a sociedade tem se tornado de tal forma complexa, já que a quantidade e a composição dos resíduos e efluentes gerados foram alteradas em ordem de grandeza nas últimas décadas, sendo que a capacidade do solo em reter os poluentes tem sido ultrapassada. Assim, apesar de serem mais protegidas que as águas superficiais, as águas subterrâneas podem ser poluídas ou contaminadas quando os poluentes atravessam a porção não saturada do solo²⁰.

O aumento da capacidade de tratamento do esgoto doméstico gerado, que atualmente é de apenas 39% (atingindo meros 26% nos períodos de veraneio) é uma necessidade eminente, tanto para a preservação do meio ambiente quanto para a manutenção dos sistemas hídricos e das áreas de manguezais. Ciente desta situação alarmante, sobre a gestão da CASAN, já encontra-se em obra a ETE Rio Tavares, que será responsável pelo tratamento do esgoto gerado na parte sul da Ilha, tendo para isso a capacidade nominal de 200 l/s. A implantação da ETE Rio Tavares é inevitável, mas dadas as características físicas, bióticas e socioeconômicas, alternativas para a disposição final dos efluentes tratados precisam ser avaliadas de forma criteriosa, sempre buscando soluções que causem menores impactos ao meio ambiente e à população.

Em 2015 ocorreu um fenômeno que causou a mortandade de 80% da população existente de berbigão durante um intervalo de 20 dias²¹. A causa do evento ainda não foi identificada, porém alguns estudos já foram desenvolvidos após a ocorrência do evento. Uma possibilidade analisada era o cascalho originário da maricultura, porém essa causa foi eliminada²². Outra causa que pode justificar o ocorrido é a ocorrência de enfermidade nos berbigões, porém ainda não apresentaram a conclusão sobre tal hipótese⁴³. Após dois anos do evento a recuperação dos estoques naturais da população existente na RESEX Pirajubaé não tinha ocorrido ainda⁴³.

O estudo em tela irá avaliar as diferentes alternativas para a disposição final dos efluentes, desde o lançamento nos rios, na baía ou nos canais de drenagem existentes, também será verificada a possibilidade da infiltração do efluente no solo de reuso. Para que isso ocorra de forma segura é de grande importância os levantamentos de campo que estão previstos para serem desenvolvidos (topobatimetria, qualidade da água, instalação de piezômetros, monitoramento de variáveis hidrológicas, levantamentos socioeconômicos, medições de vazão, sondagens e análise do solo, etc.). Os resultados dos levantamentos de campo irão proporcionar a utilização de variáveis reais da área em estudo, gerando maior confiabilidade

²⁰ CETESB. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/informacoes-basicas/poluicao-das-aguas-subterraneas/>> Acesso em: 01 nov. 2018

²¹ NCS Total. Disponível em: <<https://www.nscstotal.com.br/noticias/escassez-de-berbigao-afeta-comercio-em-florianopolis>> Acesso em: 01 ago. 2019

²² SAMPAIO, Lucianu do Socorro de Oliveira. Monitoramento do berbigão *Animalocardi brasiliana* (Gmelin 1791) na reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé. 2018

ao sistema de modelagem matemática que foi realizada para os rios e a baía, sendo o resultado de tal modelagem o ferramental para o subsídio da escolha de alternativas.

As questões relacionadas à atividade de turismo, preservação das áreas de manguezais, mantimento das reservas extrativistas e unidades conservativas, além da manutenção das atividades pesqueiras e a produção da maricultura receberam especial atenção na escolha das alternativas, tendo em vista as características sociais e econômicas dos grupos presentes no município.

3 DIAGNÓSTICO DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA

3 DIAGNÓSTICO DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA

Neste capítulo é abordado o diagnóstico sintético dos temas relativos a implementação do SES desenvolvido através de dados primeiros que fizeram parte do estudo em questão, como a análise quali-quantitativa dos recursos hídricos, o diagnóstico socioeconômico e alguns aspectos ambientais relevantes. As informações desse diagnóstico foram obtidas durante a elaboração do estudo e são fruto dos diversos levantamentos realizados, como:

- Levantamento socioeconômico, determinação do perfil das comunidades existentes nos possíveis locais de lançamento (pescadores, etc.) e oficinas;
- Coleta de amostras e realização de análises em águas superficiais, subterrâneas e sedimentos;
- Análises biológicas da ictiofauna, carcinofauna e de outros grupos de bioindicadores;
- Levantamentos topográficos, topobatimétricos e fluviométricos;
- Levantamentos hidropedológicos, hidrogeológicos e geotécnicos;
- Modelagem numérica computacional para simulação do efluente tratado em diversas situações/ambientes (modelagem hidrodinâmica e de qualidade da água).

3.1 Diagnóstico Socioeconômico e Oficinas de Trabalho

No que se refere aos dados e informações relacionadas aos aspectos econômicos e sociais da região, os levantamentos foram basicamente divididos em dois momentos. Em um primeiro momento, o estudo buscou caracterizar a região de abrangência através de dados secundários (estudos já desenvolvidos anteriormente na área) e também desenvolveu entrevistas com a comunidade local - atores públicos e privados, sociedade civil organizada e beneficiários da RESEX Pirajubaé. No segundo momento, após a definição das principais alternativas, foram realizadas oficinas de trabalho com a população, essas com o objetivo principal de subsidiar o Estudo de Alternativas e, conseqüentemente, a Matriz de Decisão aplicada para a escolha da melhor alternativa.

3.1.1 Diagnóstico Socioeconômico

Os levantamentos socioeconômicos possuíram o seguinte enfoque:

- Caracterização das atividades de pesca, extrativismo e maricultura, com abrangência em atuação na região de Baixios, Baía Sul e Rio Tavares, identificando o nível de dependência e perfil socioeconômico;
- Possíveis impactos do empreendimento às comunidades de pesca, extrativismo, maricultores e de outros setores de interesse;
- Percepção dos impactos sobre as atividades socioeconômicas desenvolvidas na área de estudo, em especial na pesca de peixe e camarão, maricultura e extrativismo, identificando, além de seu potencial econômico, e sua importância cultural para a população;
- Presença de povos ou comunidades tradicionais na região do empreendimento.

Considerando o escopo definido, os levantamentos e estudos socioeconômicos foram realizados com foco nos possíveis impactos do empreendimento, tendo como referência os indicados no TR.

Para tanto, foram realizados levantamentos de dados secundários, tais como estudos existentes e documentos coletados durante as entrevistas (realizadas com representantes de instituições e organizações ligadas aos pescadores e atores de interesse para o estudo). Dentre esses dados, destaca-se o projeto realizado pela Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) para a Petrobrás (PETROBRÁS, UNIVALI, 2015).

Com relação às entrevistas, realizadas, houve 4 (quatro) entrevistas com atores públicos, 2 (duas) com atores privados, 10 (dez) com atores da sociedade civil organizada e 6 (seis) com beneficiários da RESEX Pirajubaé, totalizando 22 entrevistas, conforme se apresenta no Quadro 3.1.

Quadro 3.1: Organizações e Atores Entrevistados

Variável	Data	Endereço
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI)	14/10/2019	Departamento de Aquicultura e Pesca
Associação dos Maricultores Profissionais do Sul da Ilha (AMPROSUL)	14/10/2019	Rod. Baldicero Filomeno, 6274
Associação dos Maricultores do Sul da Ilha (AMASI)	15/10/2019	Rod. Baldicero Filomeno, 10180
Reserva Extrativista Pirajubaé	16/10/2019	João Cândio Jaques, 1375, Costeira do Pirajubaé
Ativista/Militante Ecológico	16/10/2019	Rua Manoel Pedro Oliveira, 168, Pântano do Sul
Associação dos Maricultores do Sul da Ilha (AMASI)	17/10/2019	Rod. Baldicero Filomeno, 5608, Ribeirão da Ilha
Associação dos Pescadores Artesanais de Tapera	18/10/2019	Rua da Praia, 120, Tapera
Associação de Mulheres Aquicultoras e Ambientalistas da Ilha de SC	18/10/2019	Rod. Baldicero Filomeno, 20600, Ribeirão da Ilha
Conselho Comunitário do Campeche	18/10/2019	Rua Servidão Florentina Rosa de Aguiar, 71, Alto Ribeirão da Ilha
Câmara Setorial da Maricultura Catarinense	21/10/2019	-
Engenheiro de Aquicultura e Produtor	21/10/2019	Estrada Caminho dos Açores, 1368, ap. 304, Santo Antônio de Lisboa
Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR)	22/10/2019	Rua Delminda Silveira, 200, Agrônômica
Frente Parlamentar de Saneamento da Câmara Municipal de Florianópolis	22/10/2019	Rua Anita Garibaldi, 35, Centro
Superintendência de Pesca, Maricultura e Agricultura	23/10/2019	Rua Padre Roma, 482, Sala 303, Centro
Associação Coletivo UC da Ilha	23/10/2019	Rua Lauro Linhares, 635, Trindade
Conselho Municipal de Saneamento Básico e Representante da União Federativa das Entidades Comunitárias	23/10/2019	Rua Conselheiro Mafra, 656, Centro
Federação das Empresas de Aquicultura	23/10/2019	Rua Professor Aníbal Nunes Peres, 205, Jose Mendes
Associação dos Moradores do Campeche (AMOCAM)	24/10/2019	Não possui sede própria
Beneficiário Reserva Extrativista Pirajubaé	24/10/2019	Costeira do Pirajubaé
Beneficiário Reserva Extrativista Pirajubaé	24/10/2019	Costeira do Pirajubaé
Beneficiário Reserva Extrativista Pirajubaé	24/10/2019	Costeira do Pirajubaé
Beneficiário Reserva Extrativista Pirajubaé	25/10/2019	Costeira do Pirajubaé
Beneficiário Reserva Extrativista Pirajubaé	25/10/2019	Costeira do Pirajubaé
Beneficiário Reserva Extrativista Pirajubaé	25/10/2019	Costeira do Pirajubaé

Fonte: ENGEPLUS, 2019.

Visto que a pesquisa teve como foco as instituições, em especial as associações dos grupos de interesse do projeto, foi utilizado um roteiro de entrevistas adaptado de acordo com a instituição e informante que se disponibilizou a participar do processo. Deste modo, quando aplicável, foram abordados os aspectos relacionados a seguir.

3.1.1.1 Roteiro de Entrevista

Dados de Identificação:

- Nome;
- Idade;
- Endereço;
- Telefone;
- E-mail.

Trajatória da associação/comunidade/cooperativa:

- Gostaria de ouvir sobre a história da organização a qual pertence.
- Você pode me contar como surgiu a associação?
- No início, eram quantos associados? (Observação: O número atual de associados foi colocado no bloco abaixo)
- Em que e como foi embasada a sua formação? Quais foram as motivações (individuais, culturais e políticas)?
- Quais eram os principais objetivos?
- Como a associação definia as suas posições e atuações?
- Houve divergências nessas escolhas? Pode me contar um exemplo?
- Havia parcerias com poder público ou privado, Organizações Não Governamentais (ONGs)? Financiamentos? Se sim, quais foram e como foram feitos?
- Quais eram as principais dificuldades da associação/comunidade? Tens algum exemplo que demonstre as dificuldades com as quais a associação/comunidade teve de enfrentar?
- Quais foram as principais reivindicações (ou ações) da associação/comunidade? E como foram encaminhadas? Podes me contar um exemplo?
- Quais os resultados obtidos (principais vitórias obtidas pela associação/comunidade em sua trajetória)?

Trajetória Atual da Organização:

- Agora queremos entender a trajetória atual desta associação/ comunidade/ cooperativa. Estamos pensando nas mudanças ocorridas na forma de organização e de atuação no decorrer dos anos.
- Qual o número de associados?
- Houve mudanças na forma organizativa da associação/comunidade?
- Quais foram as principais mudanças ocorridas na forma de organização e atuação?
- Atualmente, como define os seus objetivos, ações, posições?
- Há divergências nessas definições? Podes me contar alguma história sobre este aspecto?
- Quais são as principais reivindicações (ou ações) da associação/comunidade? E como são encaminhadas? Podes me contar um exemplo?
- Há parcerias com poder público ou privado, ONGs? Financiamentos? Se sim, quais foram e como foram feitas?
- Há parcerias e/ou articulações com outras associações/comunidades? Como se dá a articulação? Em quais circunstâncias?
- Possuem divergências com outros tipos de organizações (associações, comunidades, ONGs)? Com quais organizações possuem mais divergência? Podes me contar algum fato que tenha provocado a divergência?
- Com quais associações/comunidades, ONGs, órgãos públicos ou privados possuem mais afinidade? Por quê?
- Quais os resultados obtidos (principais vitórias obtidas pela associação/ comunidade em sua trajetória)?
- Na sua opinião, quais são os principais problemas e desafios para a associação/ comunidade hoje?

Percepção dos impactos do empreendimento sobre as atividades socioeconômicas desenvolvidas, em especial nas comunidades de pesca de peixe e camarão, maricultura e extrativismo:

- Como tomou conhecimento do empreendimento do SES Sul da Ilha?
- Participou de reuniões para buscar conhecimento e sanar dúvidas relativas ao empreendimento?
- Quais são os benefícios esperados pelo empreendimento?
- Na sua opinião, quais os impactos do empreendimento sobre as atividades de pesca, maricultura, extrativismo e outras áreas?
- O empreendimento pode trazer mudanças no modo de viver das famílias? Quais?
- O empreendimento pode gerar dificuldades no exercício das atividades? Que tipo de dificuldade?
- Poderá haver impactos sobre a renda?
- Quais são os impactos positivos e negativos que o empreendimento pode trazer?
- Sob seu ponto de vista, quais seriam as melhores alternativas para enfrentar a problemática dos efluentes no Sul da Ilha?
- Gostaria de obter mais esclarecimentos sobre o empreendimento?
- Quais são as dúvidas e preocupações existentes?
- Quer deixar alguma sugestão ou questionamento?

Ressalta-se que, durante todo o trabalho de campo, foram observadas as regras de ética profissional estabelecidas pelo Código de Autorregulação da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP), que, por sua vez, segue diretrizes do Código de Ética do *International Code on Market and Social Research* (ICC/ESOMAR). Por conseguinte, os resultados das entrevistas realizadas serão apresentados neste relatório sem a identificação pessoal dos respondentes, preservando a identidade dos participantes.

Na Figura 3.1 consta uma amostra do registro fotográfico da atividade de campo.



Figura 3.1: Registro Fotográfico do Trabalho de Campo.
Fonte: ENGEPLUS, 2019

Ressalta-se que não foram identificadas comunidades quilombolas e indígenas na área de estudo do empreendimento. Entretanto, como comunidades tradicionais, tem-se os

extrativistas ligados à RESEX Pirajubaé e os pescadores artesanais que migraram para a atividade de maricultura.

3.1.1.2 Percepção dos Impactos Sobre as Atividades Socioeconômicas Desenvolvidas na Área de Estudo

Este item aborda a percepção dos impactos sobre as atividades econômicas desenvolvidas na área de abrangência dos estudos complementares e de alternativas do lançamento do efluente do SES Sul da Ilha – Fase Rio Tavares, que neste caso compreende os extrativistas, que por sua vez também são reconhecidos como pescadores artesanais e maricultores.

Vale reforçar, que a percepção dos atores sobre os impactos decorrentes do empreendimento, é o aspecto central da análise e os resultados advindos desta percepção orientarão os demais estudos que estão sendo realizados no âmbito do projeto, bem como as medidas e as ações para a sua execução.

Primeiramente, cumpre salientar que os atores-chaves compreendidos neste estudo destacaram a importância de participar deste processo e, ainda, fizeram questionamentos pela ausência de incluí-los na discussão sobre o saneamento ambiental, que é necessária e indispensável para todos os entrevistados.

Isto posto, é importante destacar, que de modo geral, a disposição do lançamento do efluente no Rio Tavares, mesmo que seja tratado, não é aceitável pela maioria dos entrevistados, pois consideram que o aumento da quantidade de água doce influenciará na diminuição da salinidade das águas da Baía Sul da Ilha. Porém, apresentou concordância com alguns dos entrevistados situados na esfera governamental que entenderam ser melhor lançar os efluentes tratados no Rio Tavares, do que permanecer na situação atual, recebendo efluentes não tratados. Ainda assim, a proximidade do Rio Tavares com a RESEX Marinha de Pirajubaé, apresenta discordância entre todos os pesquisados.

Outro aspecto detectado foi em relação aos impactos que interferem diretamente sobre as atividades socioeconômicas desenvolvidas na Baía Sul. Diante disto, os representantes da sociedade civil fizeram apontamentos considerados importantes para o processo de escolha da melhor alternativa, ver Quadro 3.2.

Quadro 3.2: Principais Apontamentos Realizados pelos Participantes da Pesquisa de Campo

Principais apontamentos
Relatam ter conhecimento do projeto e buscam acompanhar as discussões sobre a temática em diferentes espaços de participação, principalmente no que diz respeito às audiências públicas que trataram sobre o tema, em especial aquelas que trataram sobre o emissário submarino.
Discordam majoritariamente do projeto de lançamento de efluentes no Rio Tavares, pois isso acabaria com a atividade de pesca.
Há entendimento de que colocar o efluente no mar do Campeche pode ser a melhor alternativa, pois o efluente nas correntes oceânicas é menos impactante tecnicamente. Mas se lançado no Rio Tavares será o extermínio da pesca artesanal da Ilha e do turismo.
Há posições contrárias ao emissário, mesmo tratado na baía, principalmente em função da vazão que irá dobrar, passando de 2 mil litros de água para 4 mil litros por segundo.
Houve questionamentos quanto à existência de autorização de licença para os estudos de impactos ambientais no Rio Tavares, pois é de conhecimento de que a autorização foi concedida para o Saco dos Limões.
O Conselho Deliberativo da Reserva Extrativista do Pirajubaé apresentou moção de repúdio à destinação dos efluentes na ETE Rio Tavares questionando a licença ambiental, emitida pela antiga Fundação do Meio Ambiente (FATMA), que corresponde ao atual Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (IMA). E exigiu a sua suspensão em razão do não cumprimento das condicionantes previstas na licença prévia.
A RESEX apresentou documentos onde consta que a autorização da licença ambiental foi autorizada para a destinação dos efluentes no Saco dos Limões, desde que seja apresentado estudo de avaliação de impactos que podem ocorrer na RESEX Extrativista Pirajubaé.
Destacam o Termo de Acordo entre ICMBio, CASAN e IMA para alteração do local de disposição do efluente. Nele resolvem que somente será autorizado o lançamento de efluente na ETE Rio Tavares mediante a operação do Emissário Submarino a ser construído na porção Sul da Costa Leste da Ilha, Distrito do Campeche.
Indicam que há necessidades de estudos que comprovem a sustentabilidade ambiental, social e econômica da

Principais apontamentos

proposta de lançamento no Rio Tavares.
Verificou-se que os entrevistados não possuem confiabilidade de que haverá realmente tratamento dos efluentes. Não confiam que seja feita a implantação do emissário submarino no prazo de cinco ou seis anos para lançamento do efluente tratado no emissário submarino.
Expressaram grande preocupação sobre o aumento de água doce que vai acontecer na Baía. Indicando que no Centro Sul tem uma Estação de Tratamento e "quando chove vem tudo para a Baía".
Há preocupação de que o projeto possa afetar a qualidade do pescado, por isso entendem que primeiro deveria ser feito tratamento do esgotamento sanitário nos bairros, principalmente na Praia da Tapera.
Indicam que deve ser ampliado e intensificado o diálogo sobre a proposta de lançamento, com ampla discussão e participação social.
Relatam que as comunidades têm se organizado para participar das reuniões sobre o projeto, principalmente por meio das associações e suas representações, mas consideram que não estão sendo ouvidos ou levados em consideração.
Solicitam que as sugestões dos grupos afetados, sejam consideradas no estudo e na escolha da melhor alternativa.
Consideram que a proposta de lançar no rio Tavares parece ser importante para o ramo imobiliário que abrange o Campeche, área que mais tem crescido nos últimos anos. O setor imobiliário é considerado mais forte politicamente e economicamente, em comparação aos pescadores e maricultores que atuam na região, e que por isso, o projeto parece estar voltado para atender somente a este grupo.
Registraram que no ponto da baía onde desemboca o Rio Tavares, tem junção de rochas bem rasa (as tipitingas). Neste sentido, há preocupação quanto a lançar uma grande quantidade de água na área de sedimentação, onde não tem circulação além disso, é fechada.
Cobram maior atenção para Reserva Extrativista do Pirajubaé, ser protegida pela lei de povos tradicionais, visto que o consideram que o projeto pode afetar drasticamente a atividade.
Relataram preocupação em relação a previsão de vazão de 900 litros por segundo, sendo que no Rio Tavares a vazão é menor, de 600 litros por segundo. Por isso, quando tiver na maré seca, acreditam que "vai descer tudo" e, quando a maré de lua cheia tiver enchido haverá "alagamentos na região".
Preocupação com a biodiversidade existente no manguezal.

Assim sendo, no campo das percepções sobre os impactos do empreendimento nas atividades socioeconômicas observados pelos atores que atuam nas atividades aquícolas, verifica-se que estes preocupam-se com a possibilidade do projeto afetar a produção tanto em termos de qualidade, como de quantidade. Há também aqueles que acreditam que o projeto possa inclusive contribuir para a extinção definitiva da atividade de pesca artesanal e comprometer drasticamente a maricultura, por acreditarem que poderá ocorrer comprometimento das condições físico-químicas do ambiente marinho. Ficaram evidenciadas também, preocupações quanto às condições de balneabilidade da região, o que demonstra preocupação com manutenção das atividades turísticas.

Com isto, chega-se a conclusão de que os grupos entrevistados estão carentes de informações técnicas sobre a proposta do SES Sul da Ilha, principalmente para aqueles atores que fazem uso direto do manguezal do Rio Tavares e dos que estão no entorno e dos que são extrativistas beneficiários da RESEX Marinha de Pirajubaé.

Este apontamento, de acordo com os resultados da pesquisa, demonstra a necessidade da construção de um processo de comunicação e diálogo, seja no formato de oficinas de discussão, consultas públicas ou mesmo outras formas, mas que contemplem diferentes atores, tais como, a esfera governamental (incluindo secretarias, entidades e instituições de conhecimentos científicos), atores do setor privado (como produtores e empresários da maricultura e de extrativismo de pescados de peixes, camarões e caranguejos), e os atores de organizações não governamentais.

Esse processo requer uma mediação isenta e autônoma dos atores envolvidos na discussão, para tanto, foram levadas em consideração as Diretrizes do Plano Municipal de Saneamento Básico e do Planejamento Urbano do Município de Florianópolis, assim como as decisões resultantes das oficinas realizadas.

3.1.1.3 Possíveis Impactos do Empreendimento à Comunidade de Pesca Extrativista e Maricultores e Outros Setores de Interesse

A identificação e avaliação de possíveis impactos de um empreendimento teve como embasamento o estudo de alternativas, que neste caso, segundo Furlanetto (2012), deve adotar critérios de análise, dentre os quais destacam-se:

- Deve estar centrado em soluções e oportunidades ao invés de examinar os riscos de uma má ação (TICKER E GEISER, 2014);
- Deve incluir conceitos de sustentabilidade e capacidade de suporte do meio ambiente (KVAERNER et al, 2006);
- Deve estimular a inovação e a prevenção (SÁNCHEZ, 2008);
- Deve se ser rigoroso, objetivo e não enviesado (SMITH, 2007);
- Deve considerar a alternativa de não-ação; fundamentado em informações confiáveis e em critérios de decisão (técnicos, econômicos, sociais e ambientais) que permitam a análise comparativa (CANTER, 1996);
- Deve ter início antes que importantes decisões sejam tomadas (STEINEMANN, 2001);
- Deve permitir a participação de todos os interessados de forma eficaz (WOOD, 2002);
- Deve apresentar opções realistas e; discutir brevemente as razões que conduziram à eliminação de alternativas do estudo aprofundado – é capaz de oferecer suporte, racionalizar e legitimar a tomada de decisão ao permitir a análise de vantagens e desvantagens de cada uma das apresentadas, o que, conseqüentemente, auxilia na decisão por aquela menos nociva ambientalmente (YNTZER e CLARK, 2006; DESMOND, 2009).

Isto posto, e levando em consideração as características do projeto estudado, os possíveis impactos relacionados ao empreendimento envolvem aspectos ambientais, sociais e econômicos. Os aspectos ambientais dizem respeito à qualidade ambiental das áreas onde os pescadores extrativistas e maricultores desenvolvem suas atividades, isto é, o rio Tavares, área de estuário e manguezais. Já os aspectos econômicos e sociais estão diretamente relacionados ao ambiental, tendo em vista que são comunidades cujas formas de reprodução econômica e social dependem exclusivamente do ambiente em que vivem.

O primeiro impacto observado já está posto e diz respeito a “Geração de ansiedade e insegurança na população”, este se apresenta na fase de planejamento, onde são realizados os estudos, os trabalhos de campo e a divulgação do empreendimento, isto é, na fase em que se encontra o estudo de lançamento dos efluentes tratados – fase Rio Tavares.

O fator que mais contribui para a ansiedade e insegurança da população é o desconhecimento dos aspectos técnicos do projeto que envolvem neste caso os efeitos do lançamento dos efluentes nas áreas onde atuam, sejam no rio Tavares, ou mesmos em outros locais, que possam surgir a partir dos estudos que estão sendo realizados.

Dessa maneira, considera-se o envolvimento e a participação dos pescadores extrativistas e maricultores tanto no estudo, quanto na definição da melhor alternativa, pois além de informar, comunicar e esclarecer sobre os aspectos técnicos, se configura como uma estratégia para a resolução de conflitos e para a melhor compreensão destes em relação a alternativa técnica mais viável sob o ponto de vista ambiental, econômico e social.

Frente a isto, foi considerado que a indicação e avaliação de outros impactos que possam afetar à comunidade de pescadores extrativistas e maricultores, só podem ser apontados e mensurados com o avanço dos estudos e sua conclusão. Deste modo, essa avaliação será contemplada de forma integral a partir dos estudos desenvolvidos, mais especificamente no Relatório de Estudos de Alternativas, que contempla o modelo de tomada de decisão. Para tanto, o aspecto social foi contemplado na Matriz de Decisão, ferramenta que permitiu a realização de uma análise multicritério que corroborou para que uma visão mais ampla e

coerente das proposições, tendo como base no âmbito social a percepção dos atores institucionais e dos representantes/lideranças comunitárias afetadas pelo empreendimento.

Com este intuito, após a proposição das alternativas foram realizadas oficinas de caráter participativo, que deverão ter como objetivo apresentar e discutir cada uma das proposições sob o ponto de vista social e ambiental, de modo a verificar a percepção dos atores sociais qualificados diretamente afetados, assim como dos atores institucionais envolvidos com o projeto.

Por meio de metodologia participativa, os atores sociais apontaram os aspectos positivos e negativos de cada alternativa, considerando, por exemplo: nível de proximidade em relação as aglomerações populacionais; número de pessoas ou de famílias atingidas (rural e urbana); necessidade ou não de realocação de pessoas; interferência nos ecossistemas necessários a subsistência de grupos específicos (pescadores, Maricultores, extrativistas, etc.), desvalorização dos imóveis localizados nas áreas de maior proximidade do empreendimento, dentre outros aspectos que possam ser apontados pelos participantes.

Os resultados destas oficinas foram incorporados ao Estudo de Alternativas, de modo a comporem à Matriz de Decisão, que resultou na escolha da melhor alternativa.

3.1.2 Oficinas de Trabalho

Visando subsidiar o Estudo de Alternativas e conseqüentemente a Matriz de Decisão, foram realizadas duas oficinas de trabalho em 19 de maio de 2022, sendo uma com os atores institucionais e outra com os atores sociais (Quadro 2.1).

Quadro 3.3: Atores Sociais e Institucionais Mobilizados para a Participação das Oficinas

Atores Sociais	Atores Institucionais
Associação de Moradores do Saco dos Limões (AMOS)	Prefeitura Municipal de Florianópolis
Associação de Pescadores da Ponta do Leal	Secretaria de Pesca e Maricultura de Florianópolis dap.sfa-sc@agro.gov.br
Associação de Pescadores da Ponta do Coral	EPAGRI – Escritório de Florianópolis
Associação Catarinense de Maricultura de Florianópolis	Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca – Escritório de Florianópolis
Associação de Pescadores da Praia da Armação	Secretaria de Estado da Agricultura e Pesca – Gerência de Pesca e Aquicultura – Escritório de Florianópolis
Colônia de Pescadores Z-11	Reserva Biológica da Marinha
Associação de Pescadores do Canto Sul da Praia dos Ingleses (ACASI)	ICMBio – Escritório de Florianópolis
Associação de Pescadores do Pântano do Sul	Sindicato dos Pescadores do Estado de Santa Catarina – Escritório de Florianópolis
Associação Catarinense de Aquicultura – Florianópolis	SINPESCASUL – Escritório de Florianópolis
Associação de Pescadores Artesanais da Tapera	SINDIPESCA
Associação dos Maricultores e Pescadores da Cachoeira do Bom Jesus	Câmara Setorial da Maricultura Catarinense
Não está na lista	SENAR
Associação dos Pescadores Artesanais do Campeche (ASPAC)	Superintendência de Pesca, Maricultura e Agricultura
AMASI	Federação Das Empresas De Aquicultura
Associação de Mulheres Aquicultoras e Ambientalistas da Ilha de SC	Conselho Municipal de Saneamento Básico
Conselho Comunitário Campeche	Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente
Associação Coletivo UC da Ilha	Frente Parlamentar de Saneamento
Associação dos Moradores do Novo Campeche (AMONC)	Fundação Municipal de Meio Ambiente (FLORAM)
Conselho da RESEX	Universidade Federal de Santa Catarina
Instituto Çarakura e ACESA	-
Associação dos Moradores do Campeche (AMOCAN)	-

As Oficinas de Trabalho do Estudo de Alternativas p/ Lançamento do Efluente Tratado do SES Sul da Ilha (Campeche) tiveram como objetivo geral verificar e reconhecer a percepção dos atores institucionais e representantes/lideranças sociais comunitárias, em relação a

cada uma das alternativas estudadas, para subsidiar a Matriz de Decisão, no que diz respeito ao item Aceitação da Comunidade (peso 20).

Dentre os objetivos específicos, as oficinas tiveram os seguintes:

- Verificar a possibilidade de as proposições causarem algum impacto social ou ambiental, exemplo, necessidade de supressão de áreas verdes, perda de habitats, intervenção nas atividades produtivas e no modo de vida das populações diretamente afetadas pelo projeto, dentre outras.
- Discutir de forma organizada cada uma das alternativas de lançamento,
- Verificar se há outras proposições de alternativas.

3.1.2.1 Aspectos Metodológicos

No que diz respeito ao público-alvo das oficinas, buscou-se abranger todos aqueles que participam da pesquisa realizada no âmbito do Relatório do Diagnóstico Socioeconômico, realizado em 2019, ampliando para outros atores quando identificados ou indicados pelos representantes contatados durante a mobilização realizada para o evento. Tendo em vista que uma parte do público-alvo era formado por representantes institucionais e outra por representantes de associações comunitárias e de classe, considerou-se adequado dividir o público-alvo conforme disponibilidade de participação em termos de horário. Dessa forma, os atores institucionais foram inseridos em horário comercial e os comunitários em período noturno, visto que no mês de maio os pescadores estão envolvidos com a pesca da tainha e esse horário possibilitaria a participação destes.

O quadro abaixo lista os atores institucionais e sociais mapeados, contatados e mobilizados para os eventos.

Quadro 3.4: Relação dos Atores Mobilizados para Participação das Oficinas

Atores Sociais	Atores Institucionais
Associação de Moradores do Saco dos Limões (AMOSA)	Prefeitura Municipal de Florianópolis
Associação de Pescadores da Ponta do Leal	Secretaria de Pesca e Maricultura de Florianópolis dap.sfa-sc@agro.gov.br
Associação de Pescadores da Ponta do Coral	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) – Escritório de Florianópolis
Associação Catarinense de Maricultura de Florianópolis	Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca – Escritório de Florianópolis
Associação de Pescadores da Praia da Armação	Secretaria de Estado da Agricultura e Pesca – Gerência de Pesca e Aquicultura – Escritório de Florianópolis
Colônia de Pescadores Z-11	Reserva Biológica da Marinha
Associação de Pescadores do Canto Sul da Praia dos Ingleses (ACASI)	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) – Escritório de Florianópolis
Associação de Pescadores do Pântano do Sul	Sindicato dos Pescadores do Estado de Santa Catarina – Escritório de Florianópolis
Associação Catarinense de Aquicultura – Escritório de Florianópolis	Sindicato da Indústria da Pesca dos Armadores e da Aquicultura da Grande Florianópolis e Sul Catarinense – Escritório de Florianópolis
Associação de Pescadores Artesanais da Tapera	Sindicato dos Pescadores do Estado de Santa Catarina (SINDPESCA)
Associação dos Maricultores e Pescadores da Cachoeira do Bom Jesus	Câmara Setorial da Maricultura Catarinense
Associação dos Pescadores Artesanais do Campeche (ASPAC)	SENAR
Associação dos Maricultores do Sul da Ilha (AMASI)	Superintendência de Pesca, Maricultura e Agricultura
Associação de Mulheres Aquicultoras e Ambientalistas da Ilha de SC	Federação Das Empresas De Aquicultura
Conselho Comunitário Campeche	Conselho Municipal de Saneamento Básico
Associação Coletivo UC da Ilha	Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente
Associação dos Moradores do Novo Campeche (AMONC)	Frente Parlamentar de Saneamento

Atores Sociais	Atores Institucionais
Conselho da RESEX	Fundação Municipal de Meio Ambiente (FLORAM)
Instituto Çarakura e ACESA	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Associação dos Moradores do Campeche (AMOCAN)	-

Cabe destacar que os Estudos Complementares e de Alternativas para o Lançamento do Efluente Tratado do SES Sul da Ilha-Fase Rio Tavares envolvem um caráter Técnico-Econômico (custo x benefício), assim como o Socioambiental. Portanto, se trata de um componente fundamental para a elaboração da Matriz de Decisão.

Especificamente em relação ao aspecto social, esse diz respeito aos efeitos que determinado projeto ou empreendimento exerce sobre os grupos que compõem a sua área de influência. Neste caso, é preciso identificar e considerar as possíveis ameaças à segurança humana, geração e/ou intensificação de conflitos locais, diminuição ou perda de renda, por exemplo.

Os impactos sociais são decorrentes de impactos ambientais, tais como supressão de áreas verdes, perda de habitats naturais e da biodiversidade local, perda de recursos florestais, pesqueiros, dentre outros.

Destaca-se que o aspecto social é mais difícil de mensurar quantitativamente. Em vista disso, a abordagem foi qualitativa, com aplicação da técnica de *Brainstorm* (tempestade de ideias), ferramenta que estimula as pessoas a falarem livremente sobre determinado assunto. Neste caso, falou-se sobre cada uma das alternativas de lançamento contidas na apresentação técnica inicial, que constam nos Anexo I e Anexo II.

A técnica visa fazer com que os participantes sejam forçados a se afastar de seus próprios vieses e considerar outras perspectivas, contribuições e ideias. Dessa forma, todos os participantes têm a chance de serem ouvidos, e chegarem coletivamente em uma avaliação que reflita a coesão do grupo em torno dos aspectos avaliados, ou mesmo à proposição de alternativas que possam se originar dessas discussões.

A proposição para a realização da atividade foi a seguinte:

1. Apresentar cada uma das alternativas para o lançamento do efluente tratado do SES Sul da Ilha (Campeche);
2. Dividir a plenária em dois grupos para realização da discussão;
3. Aplicação da técnica de *Brainstorm*;
4. Organização e estruturação da discussão de cada alternativa em formulário específico, considerando os pontos positivos e negativos sob o ponto de vista social e ambiental;
5. Elaborar um quadro avaliativo comum considerando toda a discussão.

A seguir é mostrado o modelo de formulário utilizado na organização e sistematização da discussão em grupo (Quadro 3.5 e Quadro 3.6).

Quadro 3.5: Formulário para Organização e Sintetização das Oficinas – Alternativa 1 até Alternativa 4

Esfera	ALTERNATIVAS								
	1		2		3		4		
	Lançamento Rio Tavares Ponto R-2		Lançamento nos Canais de Drenagem – Ponto C-10		Lançamento nos Canais de Drenagem – Ponto C-11		Lançamento nos Canais de Drenagem – Ponto C-13		
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo	
Social									
Ambiental									

Quadro 3.6: Formulário para Organização e Sintetização das Oficinas – Alternativa 5 até Alternativa 9

Esfera	ALTERNATIVAS									
	5		6		7		8		9	
	Aspersão do Efluente (2 áreas)		Reuso Indireto – Recarga de Aquífero		Reuso Potável Direto		Reuso para Fins de Manutenção de Vazão		Aspersão do Efluente (4 áreas)	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social										
Ambiental										

As atividades foram realizadas de acordo com a programação apresentada nos Quadros 3.7 e Quadro 3.8, segundo oficina realizada.

Quadro 3.7: Programação da Oficina de Trabalho – Atores Institucionais

Horário	Atividade	Responsáveis
14h	Recepção dos participantes/boas-vindas	ENGEPLUS - Jana
14h10min	Apresentação dos presentes	ENGEPLUS - Jana
14h15min	Abertura do Evento	CASAN
14h20min	Esclarecimentos sobre o evento (objetivos, metodologia de trabalho, resultados esperados)	ENGEPLUS - Jana
14h25min	Apresentação técnica de possíveis alternativas	ENGEPLUS - Eng ^a . Silvia
15h	Formação de grupos e discussão para levantamento dos aspectos positivos e negativos das possibilidades de alternativa apresentada	Todos com coordenação da ENGEPLUS
16h30min	Compilação dos resultados	ENGEPLUS
17h	Encerramento	CASAN/ENGEPLUS

Quadro 3.8: Programação da Oficina de Trabalho – Atores Sociais

Horário	Atividade	Responsáveis
19h	Recepção dos participantes/boas-vindas	ENGEPLUS - Jana
19h10min	Apresentação dos presentes	ENGEPLUS - Jana
19h15min	Abertura do Evento	CASAN
19h20min	Esclarecimentos sobre o evento (objetivos, metodologia de trabalho, resultados esperados)	ENGEPLUS - Jana
19h25min	Apresentação técnica de possíveis alternativas	ENGEPLUS - Eng ^a . Silvia
21h	Formação de grupos e discussão para levantamento dos aspectos positivos e negativos das possibilidades de alternativa apresentada	Todos com coordenação da ENGEPLUS
21h30min	Compilação dos resultados	ENGEPLUS
22h	Encerramento	CASAN/ENGEPLUS

3.1.2.2 Resultado da Discussão dos Atores Institucionais

Após as apresentações dos participantes, esclarecimentos sobre a atividade e realização da Apresentação Técnica das Alternativas de Lançamento, os participantes optaram por não dividir a plenária em dois grupos, tendo em vista estarem em um grupo pequeno.

A discussão teve início com a necessidade de esclarecimentos em relação ao processo de licenciamento, questionamento feito pelo ICMBio, o qual foi respondido pelo CASAN. Após estes esclarecimentos o grupo passou para discussão das alternativas e no preenchimento dos formulários de sistematização da discussão, cujos resultados estão apresentados nos quadros a seguir (Quadro 3.9 e Quadro 3.19), inclusive com a proposição de duas novas alternativas.

Quadro 3.9: Resultado da Discussão da Alternativa 1 por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 1	
	Lançamento Rio Tavares Ponto R-2	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	Não identificado.	Bacias que vão ser atendidas são mais distantes; Reserva extrativista que sustenta centenas de famílias, alteração da água pode ter impacto sobre a pesca; Riscos para a maricultura e extrativismo; Risco de micro contaminantes.
Ambiental	Não identificado.	Rio Tavares não possui capacidade de atender, bacias que vão ser atendidas são mais distantes. Capacidade de suporte do Rio Tavares. Eutrofização.

Quadro 3.10: Resultado da Discussão da Alternativa 2 por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 2	
	Lançamento nos Canais de Drenagem – Ponto C-10	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	Mais afastado da Resex frente as alternativas dos Canais e Rio Tavares.	Não se tem desejo de lançar na Baía, risco para maricultura e pescadores da Vila Operária e Saco dos Simões (32 pescadores).
Ambiental	Mais afastado da Resex frente as alternativas dos Canais e Rio Tavares.	Possibilidade de afloração de algas. Proximidade da ETE Insular.

Quadro 3.11: Resultado da Discussão da Alternativa 3 por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 3	
	Lançamento nos Canais de Drenagem – Ponto C-11	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	Não identificado.	Não se tem desejo de lançar na Baía, risco para maricultura. Próximo à Resex.
Ambiental	Não identificado.	Possibilidade de afloração de algas. Proximidade da Resex (250 famílias).

Quadro 3.12: Resultado da Discussão da Alternativa 4 por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 4	
	Lançamento nos Canais de Drenagem – Ponto C-13	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	Não identificado.	Não se tem desejo de lançar na Baía, risco para maricultura. Impacto maior, pois cai direto na área de uso da Resex.
Ambiental	Não identificado.	Possibilidade de afloração de algas.

Quadro 3.13: Resultado da Discussão da Alternativa 5 por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 5	
	Aspersão do Efluente (2 áreas)	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	A técnica é socialmente aceita.	Bacias que vão ser atendidas são mais distantes; Reserva extrativista que sustenta centenas de famílias, alteração da água pode ter impacto sobre a pesca; Riscos para a maricultura e extrativismo; Risco de micro contaminantes. Associação ao Rio Tavares com impacto na maricultura e Resex.
Ambiental	Reciclo da água. Sugeriram a vazão excedente em lagoa para geração de algas. Lagoa de evaporação. Aspersão com recarga de aquífero (Campeche).	Rio Tavares não possui capacidade de atender, bacias que vão ser atendidas são mais distantes. Capacidade de suporte do Rio Tavares. Eutrofização. Vasão restante no Rio Tavares não é uma boa saída. Associação ao Rio Tavares com impacto na maricultura e Resex

Quadro 3.14: Resultado da Discussão da Alternativa 6 por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 6	
	Reuso Indireto – Recarga de Aquífero	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	Permite o reuso. Mais distante das Baías e Rio Tavares.	Lacuna na Legislação. Receio em relação à qualidade da água.
Ambiental	Poderia impedir Cunha Salina, porém não há estudos que comprovem necessidade disso. Própria recarga do aquífero. Está mais pulverizado, não concentrado em um só ponto.	Há necessidade de recarregarmos o aquífero?

Quadro 3.15: Resultado da Discussão da Alternativa 7 por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 7	
	Reuso Indireto – Reuso Potável Direto	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	A necessidade pode trazer incentivos para desenvolvimento da legislação. Não é lançado no ambiente.	Lacuna na legislação. Falta de confiança da população na CASAN. Alto custo. Tempo longo para implantação.
Ambiental	Resiliência do Sistema.	Longo prazo para resiliência.

Quadro 3.16: Resultado da Discussão da Alternativa 8 por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 8	
	Reuso para Fins de Manutenção da Vazão	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	Risco de maior alagamento?	Não se tem desejo de lançar na Baía, risco para maricultura. Impacto maior, pois cai direto na área de uso da Resex.
Ambiental	Colonização por mangues poder depurar um pouco o efluente?	Possibilidade de afloração de algas.

Quadro 3.17: Resultado da Discussão da Alternativa 9 por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 9	
	Lançamento nos Canais de Drenagem – Ponto C-11	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	A técnica é socialmente aceita.	Bacias que vão ser atendidas são mais distantes; Reserva extrativista que sustenta centenas de famílias, alteração da água pode ter impacto sobre a pesca; Riscos para a maricultura e extrativismo; Risco de micro contaminantes. Associação ao Rio Tavares com impacto na maricultura e Resex.
Ambiental	Reciclo da água. Sugeriram a vazão excedente em lagoa para geração de algas. Lagoa de evaporação. Aspersão com recarga de aquífero (Campeche).	Rio Tavares não possui capacidade de atender, bacias que vão ser atendidas são mais distantes. Capacidade de suporte do Rio Tavares. Eutrofização. Vasão restante no Rio Tavares não é uma boa saída. Associação ao Rio Tavares com impacto na maricultura e Resex

Quadro 3.18: Resultado da Discussão – Alternativa 10 Sugerida por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 10 - Sugerida	
	Tratamento com Microalgas	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	Geração de subprodutos.	Não indicado.
Ambiental	Tratamento efetivo e geração de subproduto. Renovação “efetiva” de N e P.	Não indicado.

Quadro 3.19: Resultado da Discussão – Alternativa 11 Sugerida por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 11 - Sugerida	
	Parque para Evaporação de Efluente Tratado (Jardins Filtrantes), na Planície entre Mares.	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	Uso público com Parque e Jardim. Garantia de manutenção de áreas verdes para uso público. Não impacta pescadores e maricultores.	Falta de confiança no empreendedor (CASAN). Interesse imobiliário na área.
Ambiental	Recarga de água na planície. Proteção de áreas verdes. Refúgio para a vida silvestre. Produção de biomassa que pode ter usos ambientais, sociais e econômicos.	Manutenção e operação – segurança e confiabilidade.

3.1.2.3 Resultado da Discussão dos Atores Institucionais

Após as apresentações dos participantes, esclarecimentos sobre a atividade e realização da Apresentação Técnica das Alternativas de Lançamento, estes optaram por não dividir a plenária em dois grupos, tendo em vista o número reduzido de pessoas.

A discussão teve início com algumas falas contrárias ao emissário submarino, alternativa não posta para discussão no evento. Após este esclarecimento o grupo passou para discussão das alternativas e no preenchimento dos formulários de sistematização da discussão, cujos resultados estão apresentados nos quadros seguir (Quadro 3.20 até Quadro 3.29).

Quadro 3.20: Resultado da Discussão da Alternativa 1 por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 1	
	Lançamento Rio Tavares Ponto R-2	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	Não identificado.	Risco de afetar a atividade de maricultura. Limite máximo que não traga nenhum risco para a sociedade e para o ambiente. Qualidade do tratamento gera dúvida. Imagem ruim para sociedade, falta de confiabilidade em relação a empresa. Plano de contingência – Segurança.
Ambiental	Não identificado.	Vazão do Rio Tavares.

Quadro 3.21: Resultado da Discussão da Alternativa 2 por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 2	
	Lançamento nos Canais de Drenagem – Ponto C-10	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	Não identificado.	Quanto mais longe da Resex melhor. Risco de afetar a maricultura e pesca da Baía Sul e Norte, afetar várias famílias. Falta de confiabilidade na empresa. Risco de afetar o mangue, afetar a Resex.
Ambiental	Não identificado.	Hidrodinâmica.

Quadro 3.22: Resultado da Discussão da Alternativa 3 por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 3	
	Lançamento nos Canais de Drenagem – Ponto C-11	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	Não identificado.	Afetar a Resex. Falta de confiabilidade.
Ambiental	Não identificado.	Hidrodinâmica.

Quadro 3.23: Resultado da Discussão da Alternativa 4 por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 4	
	Lançamento nos Canais de Drenagem – Ponto C-13	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	Não identificado.	Mais impacto para a Resex. Falta de confiabilidade.
Ambiental	Não identificado.	Hidrodinâmica.

Quadro 3.24: Resultado da Discussão da Alternativa 5 por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 5	
	Aspersão do Efluente (2 áreas)	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	Benefício Econômico. Não afeta a sociedade do entorno, mais afastado dos riscos sociais.	Confiabilidade.
Ambiental	Não identificado.	Confiabilidade.

Quadro 3.25: Resultado da Discussão da Alternativa 6 por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 6	
	Reuso Indireto – Recarga de Aquífero	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	Diminui o impacto na pesca e maricultura. Aceitável – uso para solucionar o problema da região.	Transposição para uma região adensada (operação do sistema). Caminhamento do emissário para uma área adensada. Risco para a praia. Confiabilidade. Ponto de recebimento não está contemplando o problema local com relação ao esgoto.
Ambiental	Não identificado.	Risco de contaminar o lençol freático. Risco para as restingas, parque e APP. Licenciamento ambiental federal. Risco de erosão. Risco de maior contaminação. Impacto visual.

Quadro 3.26: Resultado da Discussão da Alternativa 7 por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 7	
	Reuso Indireto – Reuso Potável Direto	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	Potencializado.	Mais caro pensar nessa nova rede. Confiabilidade do processo (fiscalização da ETA). Falta de transparência das informações.
Ambiental	Não identificado.	Não identificado.

Quadro 3.27: Resultado da Discussão da Alternativa 8 por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 8	
	Reuso para Fins de Manutenção da Vazão	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	Não identificado.	Afeta a Resex.
Ambiental	Não identificado.	Confiabilidade. Quando a vazão não permitir vai dispor onde? Reversão-escape. Manutenção do mangue.

Quadro 3.28: Resultado da Discussão da Alternativa 9 por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 9	
	Lançamento nos Canais de Drenagem – Ponto C-11	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	Econômico. Não afeta a sociedade no entorno, mais afastado do risco. Área mais isolada. De propriedade da CASAN.	Confiabilidade.
Ambiental	Não identificado.	Confiabilidade.

Quadro 3.29: Resultado da Discussão – Alternativa 10 sugerida por parte dos Atores Institucionais

Aspecto	Alternativa 10 - Sugerida	
	Sistema de Evaporação na Área da Tapera (aeroporto) – Rodovia 401	
	Aspecto Positivo	Aspecto Negativo
Social	Não identificado.	Não identificado.
Ambiental	Não identificado.	Não identificado.

3.1.2.4 Registro Fotográfico da Oficina com Atores Institucionais e Sociais

As figuras a seguir apresentam alguns registros fotográficos da atividade com os Atores Sociais (Figura 3.2 e Figura 3.6).



Figura 3.2: Apresentação Técnica das Alternativas



Figura 3.3: Plenária de Atores Sociais Durante a Apresentação das Alternativas



Figura 3.4: Plenária de Atores Institucionais Durante a Apresentação das Alternativas



Figura 3.5: Materiais de Apoio para Discussão em Grupo



Figura 3.6: Coffee Break

3.2 Caracterização Hidrológica e Oceanográfica da Área de Estudo

Para atingir os objetivos do trabalho, foram realizados estudos, levantamentos de dados primários, secundários e análises de informações fundamentais para subsidiar a alternativa a ser proposta.

Dentre estes dados e informações, cabe destacar aqueles referentes ao clima, hidrologia superficial e subterrânea, oceanologia e oceanografia, topografia e topobatimetria. Os principais levantamentos estão sintetizados a seguir.

3.2.1 Aspectos Oceanográficos e Climatológicos

Para as caracterizações da análise climatológica para Insolação, Temperatura, Pressão atmosférica, Umidade relativa, Índice pluviométrico e Nebulosidade, foram utilizadas as normais de longo período disponibilizadas pelo INMET (2009). As normais analisadas são referentes ao período entre o ano de 1961 até o ano de 1990, sabido que a próxima

atualização das normais será a partir de 2020, referente ao período entre o ano de 1991 até o ano de 2020. Isto porque a caracterização climática é embasada em séries temporais de longo período de 30 anos, como sugerido em literaturas tais como Tucci (2002), Dingman (2008), entre outros.

Os métodos para determinação das normais de longo período seguem os procedimentos indicados no documento WDDP nº 10 da Organização Meteorológica Mundial (OMM), conforme INMET (2009).

Portanto, para as variáveis supracitadas, o estudo retrata e caracteriza as condições predominantes dos processos climatológicos na região de Florianópolis/SC, a qual engloba a área do estudo.

3.2.1.1 Insolação

A insolação é representada pelo número de horas com presença de sol, para um dia ou para um mês. As normais de insolação para Florianópolis indicam 175 horas de sol por mês, algo em torno de 6 horas por dia. No entanto, o período de maior insolação acima da média ocorre entre o mês de dezembro e o mês de maio, durante as estações de verão e de outono. Entre os meses de junho e setembro, número de horas de insolação fica abaixo da média durante as estações de inverno e de primavera (ver apêndice digital).

Esta informação é importante na estimativa e avaliação do processo de evapotranspiração potencial de uma região, o que auxilia no balanço energético e hídrico da bacia hidrográfica ou região de interesse. Além disso, este parâmetro ajuda no entendimento da dinâmica social e de atividades econômicas, conforme discutido por Teixeira e Fernandes (2011). A atividade de turismo nas regiões litorâneas está associada à disponibilidade de horas de sol, bem como as atividades agrícolas.

A insolação é representada pelo número de horas com presença de sol, para um dia ou para um mês. As normais de insolação para Florianópolis indicam 175 horas de sol por mês, algo em torno de 6 horas por dia. No entanto, o período de maior insolação acima da média ocorre entre o mês de dezembro e o mês de maio, durante as estações de verão e de outono. Entre os meses de junho e setembro, número de horas de insolação fica abaixo da média durante as estações de inverno e de primavera.

3.2.1.2 Temperatura do Ar

A cidade de Florianópolis/SC apresenta um regime climatológico ameno, com baixas variações de temperatura, conforme indicado pelas normais anuais. As máximas das médias alcançam patamares de 28,40°C e as mínimas das médias alcançam patamares de 13,30°C (ver apêndice digital).

No entanto, as variações horárias em escala temporal diária podem chegar a valores mínimos de 5°C no inverno, e 40°C no verão. Além disso, a entrada de sistemas atmosféricos frontais podem derrubar a temperatura, na ordem de 10°C até 15°C em poucas horas.

3.2.1.3 Pressão

O parâmetro de pressão atmosférica é empregado a fim de analisar o comportamento da circulação da alta atmosfera. Além disso, a pressão atmosférica é o fator dominante na ocorrência dos picos de vento durante entrada de frentes meteorológicas. No entanto, a interpretação desta variável está associada à escala espacial da análise climatológica e oceanográfica.

A variação da pressão atmosférica é função da dinâmica atmosférica, e vice-versa, mas as médias de longo período indicam que as pressões permanecem acima do valor de referência de 1 atm (1013,25 mbar) entre o período do mês de abril até o mês de outubro. Neste período a massa de ar é mais densa, associado à entrada de frentes frias de sul.

Entre novembro e março há a predominância da entrada de frentes de nordeste, com temperatura mais elevadas com massa de ar menos densa. Neste período de baixas pressões, a média mensal fica abaixo do valor de referência de 1 atm (1013,25 mbar) (ver apêndice digital).

3.2.1.4 Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar é empregada em estudos hidrológicos de caracterização da evapotranspiração de uma região, não sendo computado diretamente na determinação do balanço hídrico de bacias hidrográficas.

Com base nos dados levantados, pode-se considerar como estáveis as condições meteorológicas em Florianópolis. Em condições meteorológicas estáveis, o teor de água na atmosfera e, portanto, a pressão de vapor permanece aproximadamente constante ao longo de um dia (ver apêndice digital).

3.2.1.5 Nebulosidade

Segundo os resultados das normais de longo período de nebulosidade para Florianópolis, na média, varia entre 0,50 (50%) e 0,80 (80%) de céu encoberto. Wollmann et al. (2006) colocam que entre 0% e 30% de nebulosidade o céu é considerado de pouca nebulosidade, entre 40% e 60% de nebulosidade o céu é considerado parcialmente nublado e entre 70% e 100% de nebulosidade o céu é considerado de muita nebulosidade. Tal variável ambiental possui importância em estudo de autodepuração de corpos hídricos e sistemas biológicos de tratamento de efluentes, além de ser considerado, segundo HEC (2010), no balanço energético atmosférico em formulação matemática para modelagem numérica da qualidade da água.

Florianópolis apresenta céu parcialmente nublado e muito nebuloso ao longo do tempo, com as médias de longo período ilustradas no apêndice digital.

3.2.1.6 Índice Pluviométrico

Santa Catarina é um dos estados que apresenta melhor distribuição de precipitação pluviométrica durante o ano. Dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) apontam a maior média de precipitação para o mês de fevereiro (196,9 mm) e a menor média para o mês de junho (89,5 mm) no período de 1961/1990, como apresentado no mapa e figura do apêndice digital. Já para o período de 1931/1960, a maior média é encontrada em janeiro (172,4 mm) e a menor no mês de julho (74,1 mm).

3.2.1.7 Sistema de Circulação Atmosférica

Na região da grande Florianópolis a ação de massas polares, do Anticilone Semi-fixo do Atlântico Sul e a Massa Tropical Atlântica (mTa), são os principais agentes que compõe a dinâmica atmosférica local.

Durante o verão as massas polares são enfraquecidas e dão lugar à invasão das massas tropicais, o continente torna-se mais aquecido e as pressões atmosféricas mais baixas.

No início do outono, as massas continentais quentes se deslocam para as menores latitudes devido a uma maior atuação das massas polares e são verificados menores índices de precipitação na região. Ocorrem também as primeiras incursões de massas polares, fracas mas que provocam queda na temperatura.

No inverno, sucessivas massas de ar polar provenientes do continente antártico influenciam as condições de tempo na região. Quando instaladas em SC, ocasionam tempo estável, com predomínio de céu claro e acentuado declínio da temperatura.

A alta instabilidade do tempo na primavera deve-se aos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), fenômenos que se formam no norte da Argentina e que favorecem a

ocorrência de pancadas de chuva forte com trovoadas e granizo isolado. Assim como no outono, algumas massas de ar polar podem deslocar-se para o Estado, causando declínio acentuado de temperatura durante a primavera.

3.2.1.8 Batimetria

As cartas náuticas disponíveis que abrangem as proximidades da Ilha de Santa Catarina, são as cartas nº 1903, 1904 e 1905.

De maneira geral, o canal de Santa Catarina apresenta na maior parte de sua extensão profundidades menores que 5m, com exceção na região do Estreito e na extremidade Sul da Baía Sul.

De acordo com a carta náutica nº 1903, que abrange da enseada de mariscal ao estreito da ponte Hercílio Luz (ver apêndice digital), as profundidades encontradas na Baía Norte são inferiores à 5 m, com exceção da extremidade norte do canal norte, onde as profundidades alcançam 10m.

A carta náutica nº 1905 (ver apêndice digital), com detalhamento do Porto de Florianópolis, apresenta profundidades inferiores a 3 m nas porções mais próximas à terra, enquanto o canal apresenta 5 m. Na região do Estreito, onde ocorre aproximação entre continente e Ilha, são observadas profundidades que chegam a 30 m.

A região da Baía Sul é apresentada na carta náutica nº 1904 (ver apêndice digital), onde, de maneira geral, as profundidades apresentadas estão entre 0 e 6m, com exceção do Canal na região sul da Baía Sul, onde os valores encontrados ultrapassam os 30 m de profundidade.

3.2.1.9 Ventos

Durante todo o ano predominam na Ilha de Santa Catarina, os ventos do quadrante Norte decorrentes do Anticiclone Tropical Atlântico, sucedidos em predominância pelos ventos do quadrante Sul associados ao Anticiclone Polar. Os ventos do quadrante Norte apresentam velocidades médias próximas a 3,5 m/s e os de sul velocidades mais acentuadas, podendo alcançar valores máximos de 22 m/s (HERMANN, 1989; MONTEIRO, 1992). Quando uma frente polar é bloqueada, tornando-se semi-estacionária, o Anticiclone Polar desloca-se para leste e o fluxo dos ventos adquire mesma direção, originando o fenômeno conhecido na região como “lestada” (HERMANN, 1989; MONTEIRO e FURTADO, 1995).

Para uma caracterização mais detalhada do regime de ventos da área de estudo foi utilizada uma série de dados proveniente do programa de reanálise do NCEP/NOAA (National Centers of Environmental Prediction – National Oceanic and Atmospheric Administration). Nesse programa são geradas bases de dados globais através da utilização combinada de resultados de modelos numéricos e dados observacionais provenientes de diversas fontes, tais como navios em rota, aviões, estações meteorológicas e satélites.

O período de dados analisado foi do ano de 1979 a 2018, totalizando um período de aproximadamente 39 anos. Devido à extensão do período de análise, os dados de vento foram extraídos de dois domínios numéricos diferentes do NCEP/NOAA sendo eles Multi1 e Global. O domínio Multi1 abrange especificamente o Oceano Atlântico Sul e possui resolução espacial de 0,25° x 0,25° (latitude x longitude) enquanto o domínio Global abrange o globo todo com uma resolução espacial de 1° x 1,25° (latitude x longitude). Os dados foram extraídos do domínio Global para o período de 1979 a 2005 e do domínio Multi1 para o período de 2005 a 2018 para um ponto localizado em 27°29' S e 47°59' O (ver apêndice digital).

A Rosa dos Ventos e o Diagrama Polar de Magnitude x Direção dos ventos entre o período de 1979 e 2018, a distribuição conjunta dos dados de ventos para o mesmo período, onde os dados são classificados conforme velocidade e direção e as classes que mais ocorrem estão realçadas pode ser visualizadas no apêndice digital. É possível verificar que há

quatro direções de vento mais frequentes: Norte (frequência de 13,95%), Norte-Nordeste (11,33%), Sul (10,94%) e Norte-Noroeste (9,81%). As velocidades entre 4 e 8 m/s foram as que mais recorrentes (63,05%), e as direções Sul-Sudoeste e Sul-Sudeste foram as que apresentaram, de forma geral, maiores valores de velocidade.

Foi realizada uma análise sazonal dos dados de ventos de modo a verificar as variações entre os meses de Verão, Outono, Inverno e Primavera (ver apêndice digital).

Observa-se que nos meses de Inverno os ventos mais frequentes são os do quadrante N e NNW (com menor intensidade: máximo de 12 m/s) e SW (maior intensidade: máximo de 19 m/s); no Outono o vento de N é o que mais ocorre, sendo o S o mais forte (máximo de 20 m/s), porém sendo bastante intenso também o SSW; no Verão e Primavera o vento NE é o mais frequente, porém com menor intensidade que os de SSW, SE e S (máximos de aproximadamente 12 m/s para NE e 18 m/s para os demais).

Durante o Inverno e Primavera, classes de maior intensidade, como a de 8.10 m/s, são mais expressivas nas direções NE, NNW e N do que nas outras estações. Entretanto, não há grande diferença na faixa de intensidade ocorrente nas quatro estações: em todas, as velocidades estão entre 0 e 21 m/s.

Dados de vento do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) presentes nas “Normais Climatológicas 1961.1990” e publicados em 1992 também foram utilizados para caracterizar a área de estudo. São disponibilizados os dados médios para os doze meses do ano, considerando um intervalo de 30 anos (1961 a 1990). Pelo fato de ser uma série bastante extensa, consegue melhor reproduzir estatisticamente o comportamento do ambiente.

No apêndice digital estão apresentados os dados de intensidade e direção resultante do vento para a estação Florianópolis (código 83897) do INMET. Na região de Florianópolis, a média anual de velocidade de vento foi de 3,15 m/s (ou 11,34 km/h), sendo que novembro foi o mês com a maior média (3,93 m/s) e maio com a menor média (2,38 m/s). As maiores médias estão concentradas entre outubro e dezembro (primavera-verão) e as menores entre abril e julho (outono-inverno).

Esse comportamento já foi observado na análise sazonal deste relatório (ventos do NCEP) e também já havia sido reportado por Monteiro e Furtado (1995), tendo citado que a intensidade dos ventos na Ilha de Santa Catarina apresenta-se, em média, praticamente constante durante o ano inteiro, com um leve aumento no período compreendido entre setembro e dezembro. Ainda, no apêndice digital, é possível observar variação na direção resultante do vento. Os valores ficaram entre os quadrantes NE e SE.

3.2.1.10 Ondas

As ondas mais frequentes na ilha provêm do quadrante Sul com período de 12s, seguidas pelas vagas de Leste com período de 8s. A maior energia de onda provém de Sul e Sudeste, com períodos acima de 11s e ondas que ultrapassam 4m de altura em águas profundas. Durante os meses de outono e inverno, as ondulações de Sul prevalecem sobre as vagas de Leste. No verão há um equilíbrio entre ambas, já durante a primavera as vagas de Leste são predominantes (ARAUJO et al., 2003).

A Baía Sul sofre influência das ondulações de S e SE geradas em águas profundas. Estas, ao adentrar a Baía Sul, são difratadas pela ilha de Araçatuba, ocorrendo a redução da altura significativa de ondas dentro da Baía. Ondas de N e NE gerada por ventos locais são presentes também na região, porém de menor altura significativa e período de pico que as ondas geradas em águas profundas. Em uma série de dados de 14 anos analisados pela SLI Coastal Solutions, no interior da Baía Sul, em 90% do tempo as ondas geradas por ventos atingem no máximo de 24,35 cm de altura e período de 2,84 s, já as ondas geradas em águas profundas em 50% do tempo atingem até 23,10 cm de altura significativa e 8,12s de período de pico (ver apêndice digital).

3.2.1.11 Marés

As marés em Florianópolis são classificadas como micro-marés, não chegando a atingir 2 m de amplitude. Nas baías da Ilha de Santa Catarina a amplitude média para as marés de sizígia é de 0,83 m e 0,15 m para as marés de quadratura (Cruz, 1998).

O ciclo de maré pode ser caracterizado também em função de seu número de forma (NF). O NF é uma relação entre as componentes diurnas e semidiurnas da maré, sendo definido por: $K1+O1/M2+S2$. A maré na Região de Portobelo, região próxima à entrada da Baía Norte, possui NF 0,40 e na região da Pinheira, próxima à entrada da Baía Sul, NF de 0,48, definindo a região como maré semidiurna com desigualdades diurnas. Assim, a maré em toda a área de estudo é caracterizada por apresentar duas preamares e duas baixa-mares ao dia. A componente com maior relevância individual é a M2, com amplitude de 21,7 cm e 17,7 cm; e fase de 59° e 65,8° respectivamente.

Além da maré astronômica, a maré meteorológica influencia no nível do mar. Nas marés meteorológicas as maiores variações do nível estão associadas à passagem de sistemas frontais ciclônicos, ou frentes frias. Esses sistemas são acompanhados de fortes tempestades vindas de sul e sudeste principalmente nos meses de outono e inverno (TRUCOLLO, 1998). A maré meteorológica pode causar uma diferença tanto positiva quanto negativa entre o nível previsto e o nível medido, podendo ultrapassar 1m de diferença (ver apêndice digital).

3.2.2 Balneabilidade

O acompanhamento das condições de balneabilidade na área de estudo é realizado pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente -IMA (antiga Fundação Estadual do Meio Ambiente-FATMA), através da determinação da presença do organismo *Escherichia Coli* na água, sendo e disponibilizada no endereço <https://balneabilidade.ima.sc.gov.br/>

O critério utilizado para a classificação como própria e imprópria segue a Resolução CONAMA n° 274/2000, conforme segue:

Próprio:

quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local houver no máximo 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros.

Impróprio:

quando em mais de 20% de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local, for superior a 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros ou quando, na última coleta, o resultado for superior a 2000 *Escherichia coli* por 100 mililitros.

Esta instituição realiza coletas sistemáticas para alguns pontos do litoral, sendo geralmente quinzenal ou semanal durante os meses de Dezembro a Março, e mensais no restante do ano. Além disso apresenta coletas não sistemática (ocasional) em outros pontos do litoral catarinense.

Próximo a área de estudo foram analisada a balneabilidade de 1996 a 2019, em 7 pontos de análise, sendo eles:

- Praia do Meio (Latitude 27°36'49.10"S; Longitude 48°35'6.47"W), com a presença de dados desde dezembro de 1996 a dezembro de 2019.
- Praia do José Mendes (Latitude 27°36'46.56"S; Longitude 48°32'51.09"W), com a presença de dados desde dezembro de 1996 a dezembro de 2019.
- Praia da Base Aérea (Latitude 27°40'38.90"S; Longitude 48°34'4.06"W), com a presença de dados desde dezembro de 1996 a dezembro de 2019.
- Praia do Ribeirão da Ilha (Latitude 27°43'8.17"S; Longitude 48°33'52.01"W), com a presença de dados desde dezembro de 1996 a dezembro de 2019.

- Praia de Caicangaçú (Latitude 27°45'36.09"S; Longitude 48°34'21.78"W), com a presença de dados desde setembro de 1999 a dezembro de 2019.
- Praia de Fora (Latitude 27°44'15.71"S; Longitude 48°38'4.33"itaguW), com a presença de dados desde novembro de 1999 a dezembro de 2019.
- Praia de Itaguaçu (Latitude 27°37'0.94"S; Longitude 48°35'31.31"W), com a presença de dados desde dezembro de 1996 a dezembro de 2019.

No Quadro 3.30 encontram-se os valores da média geométrica mensal para o parâmetro Coliformes Fecais ao longo dos 23 anos de medições para as praias analisadas. Nos apêndices digitais são apresentados os índices de balneabilidade a cada período de 5 anos no formato de gráfico *box plot*.

Quadro 3.30: Média Geométrica por Mês de Quantidade de Coliformes Fecais por 100mL de 1996 a 2019

Mês	Praia da Base Aérea	Praia do Meio	Praia do José Mendes	Praia do Ribeirão da Ilha	Praia de Caicangaçú	Praia de Fora	Praia de Itaguaçu
Jan	97	625	2528	246	153	273	439
Fev	111	796	4625	259	190	181	608
Mar	116	780	5270	165	169	214	459
Abr	91	670	3365	221	183	166	501
Mai	209	1343	4986	255	123	236	1021
Jun	57	876	3335	96	35	104	1196
Jul	98	1042	3376	298	45	196	415
Ago	92	707	4136	145	126	136	271
Set	85	714	3128	160	119	124	574
Out	97	1295	4407	359	235	195	609
Nov	104	628	4384	264	120	169	420
Dez	81	556	4055	205	128	244	462
Ano	100	733	3963	226	139	197	489

O Quadro 3.31 representa a porcentagem em que as praias obtiveram os índices de imprópria, própria e indeterminado, e com base nesses dados foi elaborado o mapas (ver apêndice digital), com as condições de balneabilidade mais frequentes em cada ponto nestes 23 anos de medições. Também apresentam os índices de balneabilidade medidos para as 7 localidades, nos gráficos, o a y representa a quantidade de coliformes fecais por 100mL na escala logarítmica.

Quadro 3.31: Porcentagem de Índices de Balneabilidade de 1996 a 2019 Classificado como Próprios, Impróprios e Indeterminados para Pontos Próximo à Área de Estudo

Classificação	Praia da Base Aérea	Praia do Meio	Praia do José Mendes	Praia do Ribeirão da Ilha	Praia de Caicangaçú	Praia de Fora	Praia de Itaguaçu
IMPRÓPRIA	2,66%	67,35%	97,75%	14,52%	10,53%	16,26%	56,58%
PRÓPRIA	73,38%	27,89%	1,13%	62,27%	75,38%	69,57%	31,79%
INDETERMINADO	23,96%	4,76%	1,13%	23,21%	14,10%	14,18%	11,62%

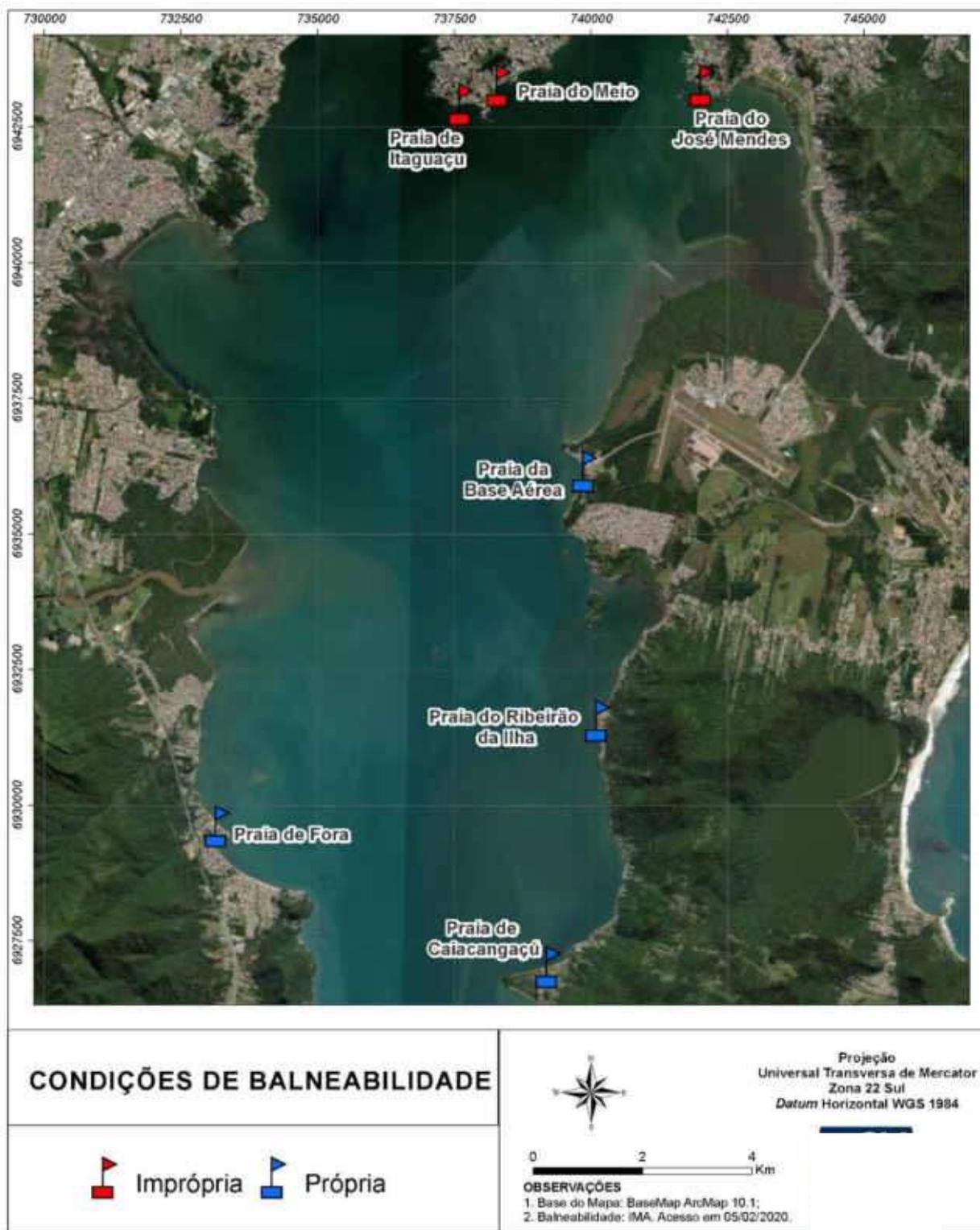


Figura 3.7: Localização dos Pontos de Balneabilidade Analisados na Região

A praia da Base Aérea foi classificada como própria para banho em 73,38% das análises realizadas pelo IMA de 1996 a 2019, pode-se observar uma média anual de 308 E. Coli por 100mL, sendo o mês de junho (95 E. Coli/100mL) o qual apresenta as menores médias e o mês de fevereiro as maiores médias (621 E. Coli/100mL).

A praia do José Mendes apresenta os piores índices de balneabilidade dos pontos escolhidos para a análise, sendo classificada com imprópria em 97,75% das análises realizadas pelo IMA de 1996 a 2019. Pode-se observar uma média anual de 8301 E. Coli

por 100mL, sendo o mês de abril (6376 E. Coli/100mL) o qual apresenta as menores médias e o mês de março as maiores médias (10319 E. Coli/100mL).

A praia do Meio foi classificada como imprópria para banho em 67,35% das análises realizadas pelo IMA de 1996 a 2019. Observa-se uma média anual de 2920 E. Coli por 100mL, sendo o mês de agosto (1438 E. Coli/100mL) o qual apresenta as menores médias e o mês de julho as maiores médias (5286 E. Coli/100mL).

A praia do Ribeirão da Ilha foi classificada como própria para banho em 62,27% das análises realizadas pelo IMA de 1996 a 2019. Pode-se observar a média anual de 560 E. Coli por 100mL, sendo o mês de junho (222 E. Coli/100mL) o qual apresenta as menores médias diárias e o mês de outubro as maiores médias (861 E. Coli/100mL).

A praia de Caicangaçu foi classificada como própria para banho em 75,38% das análises realizadas pelo IMA de 1996 a 2019. Pode-se observar a média anual de 577 E. Coli por 100mL, sendo o mês de junho (76 E. Coli/100mL) o qual apresenta as menores médias diárias e o mês de outubro as maiores médias (1240 E. Coli/100mL).

A praia de Fora foi classificada como própria para banho em 69,57% das análises realizadas pelo IMA de 1996 a 2019. Observa-se uma média anual de 673 E. Coli por 100mL, sendo o mês de setembro (253 E. Coli/100mL) o qual apresenta as menores médias diárias e o mês de janeiro as maiores médias (1061 E. Coli/100mL).

A praia de Itaguaçu foi classificada como imprópria para banho em 56,58% das análises realizadas pelo IMA de 1996 a 2019. Pode-se observar a média anual de 2047 E. Coli por 100mL, sendo o mês de agosto (771 E. Coli/100mL) o qual apresenta as menores médias diárias e o mês de junho as maiores médias (3919 E. Coli/100mL).

A praia do José Mendes, do Meio e Itaguaçu encontram-se em uma região mais abrigada e onde há maior adensamento populacional que a praia da Base Aérea, Caicangaçu, Fora e Ribeirão da Ilha, podendo explicar os índices de balneabilidade impróprios mais frequentes nestas praias abrigadas. As médias mensais devem ser interpretadas com cautela, pois a variabilidade anual do clima e as condições meteorológicas anteriores e no momento das coletas podem influenciar na quantidade de E. Coli nos pontos analisados.

3.2.3 Correntes, Nível e Medição de Vazão

Neste capítulo são apresentadas as atividades realizadas na área de estudo com o intuito de complementar os dados existentes (correntes, nível e medição de vazão) e com isso subsidiar as modelagens hidrodinâmicas e de qualidade da água.

3.2.3.1 Planejamento: Instrumentação e Campanhas

Para realização das medições de campo, foram instalados os seguintes equipamentos, exclusivamente para este fim: 2 ADCPs, 3 CT's, 3 marégrafos e 2 linígrafos.

O Quadro 3.32 e a Figura 3.8 apresentam as localizações da instrumentação supracitada utilizada neste estudo.

Quadro 3.32: Coordenadas de Instalação da Instrumentação – Datum WGS84 – UTM 22 Sul

EQUIPAMENTO	X	Y
ADCP 1	743976,30	6939053,09
ADCP 2	740055,63	6942488,19
CT 1	743976,30	6939053,09
CT 2	740055,63	6942488,19
CT 3	744367,00	6938957,00
P1	740437,30	6945607,02
P2	743398,00	6956771,00
P3	740102,77	6931435,75

EQUIPAMENTO	X	Y
P4	745208,63	6937314,18
P4 (Realocado)	746248,59	6938594,21
P5	744378,44	6940260,88
P6	746251,33	6938594,15



Figura 3.8: Localização Instrumentação

O Quadro 3.33 a seguir apresenta as datas de início e fim das campanhas de acordo com a instalação e recuperação de dados em cada equipamento.

Ao final das 8 campanhas realizadas, o ADCP 1 registrou 406 dias de medições e o ADCP 2 381 dias. Os marégrafos totalizaram 332 dias no P1; 317 dias no P2; 349 dias no P3; 337 dias no P4; 381 dias no P5; 41 dias no P4 (Realocado) e 34 dias no P6 (ETE).

Quadro 3.33: Calendário Campanhas

EQUIPAMENTO	CAMPANHA 01			CAMPANHA 02		
	Início	Fim	Dias	Início	Fim	Dias
ADCP 1	17/07/2019	30/08/2019	44	30/08/2019	30/10/2019	61
ADCP 2	17/07/2019	30/08/2019	44	09/09/2019	30/10/2019	51
CT 1	17/07/2019	30/08/2019	44	30/08/2019	30/10/2019	61
CT 2	17/07/2019	30/08/2019	44	09/09/2019	30/10/2019	51
CT 3	26/07/2019	03/09/2019	39	-	-	-
P1	31/07/2019	03/09/2019	34	10/10/2019	31/10/2019	21
P2	31/07/2019	03/09/2019	34	03/09/2019	31/10/2019	58
P3	31/07/2019	03/09/2019	34	03/09/2019	31/10/2019	58
P4	26/07/2019	03/09/2019	39	03/09/2019	31/10/2019	58
P5	26/07/2019	03/09/2019	39	03/09/2019	31/10/2019	58
EQUIPAMENTO	CAMPANHA 03			CAMPANHA 04		
	Início	Fim	Dias	Início	Fim	Dias
ADCP 1	31/10/2019	20/12/2019	50	20/12/2019	30/01/2020	41
ADCP 2	30/10/2019	20/12/2019	51	20/12/2019	30/01/2020	41
CT 1	30/10/2019	20/12/2019	51	20/12/2019	30/01/2020	41
CT 2	30/10/2019	20/12/2019	51	20/12/2019	30/01/2020	41
CT 3	30/10/2019	20/12/2019	51	20/12/2019	30/01/2020	41
P1	31/10/2019	20/12/2019	50	20/12/2019	31/01/2020	42
P2	31/10/2019	24/12/2019	54	24/12/2019	31/01/2020	38
P3	31/10/2019	24/12/2019	54	24/12/2019	31/01/2020	38
P4	04/11/2019	20/12/2019	46	-	-	-
P5	31/10/2019	24/12/2019	54	25/12/2019	30/01/2020	36
P4 (Realocado)	-	-	-	20/12/2019	30/01/2020	41
EQUIPAMENTO	CAMPANHA 05			CAMPANHA 06		
	Início	Fim	Dias	Início	Fim	Dias
ADCP 1	30/01/2020	16/03/2020	46	16/03/2020	22/04/2020	37
ADCP 2	30/01/2020	16/03/2020	46	16/03/2020	23/04/2020	38
CT 1	30/01/2020	07/03/2020	37	-	-	-
CT 2	30/01/2020	16/03/2020	46	16/03/2020	23/04/2020	38
CT 3	30/01/2020	04/03/2020	34	-	-	-
P1	31/01/2020	17/03/2020	46	17/03/2020	07/04/2020	21
P2	31/01/2020	17/03/2020	46	17/03/2020	24/04/2020	38
P3	31/01/2020	17/03/2020	46	17/03/2020	24/04/2020	38

P4	30/01/2020	16/03/2020	46	16/03/2020	24/04/2020	39
P5	30/01/2020	17/03/2020	47	17/03/2020	24/04/2020	38
P6 (ETE)	31/01/2020	17/03/2020	34	-	-	-
EQUIPAMENTO	CAMPANHA 07			CAMPANHA 08		
	Início	Fim	Dias	Início	Fim	Dias
ADCP 1	23/04/2020	20/07/2020	88	16/07/2020	24/08/2020	39
ADCP 2	23/04/2020	01/07/2020	76	17/07/2020	20/08/2020	34
CT 1	27/05/2020	16/07/2020	50	16/07/2020	24/08/2020	39
CT 2	-	-	-	16/07/2020	24/08/2020	39
CT 3	-	-	-	16/07/2020	24/08/2020	39
P1	24/04/2020	17/07/2020	84	17/07/2020	20/08/2020	34
P2	24/04/2020	27/04/2020	3	18/07/2020	02/09/2020	46
P3	24/04/2020	10/06/2020	47	17/07/2020	20/08/2020	34
P4	23/04/2020	01/07/2020	69	16/07/2020	25/08/2020	40
P5	24/04/2020	08/07/2020	75	17/07/2020	20/08/2020	34

3.2.3.2 Embarcação

Para as campanhas de fundeio e resgate do ADCP localizado na Baía Sul e apoio de instalação dos marégrafos na parte de mar foi utilizado o auxílio da Lancha CBI Brasil I (Figura 3.9). Esta é uma embarcação de pequeno porte, modelo Rhino 6.5, fabricada pela RhinoTech em Florianópolis-SC. Essa embarcação possui espaço adequado a bordo e motorização de 150HP, capaz de desenvolver velocidade de cruzeiro de 25 nós. A embarcação conta ainda com um motor reserva de 8 HP, além de todos os equipamentos de segurança exigidos pela Marinha do Brasil.

Para as instalações das instrumentações localizadas no interior do Rio Tavares, foi utilizada a embarcação de madeira de apoio II Marujo por conta das baixas profundidades encontradas.



Figura 3.9: Embarcação CBI Brasil I

3.2.3.3 ADCP: Correntes, Nível e Temperatura

A metodologia de medição aplicada é conhecida como Euleriana, onde o equipamento fica fixo em uma localização e as medições são realizadas conforme deslocamento da massa de água. Os equipamentos foram posicionados com auxílio de um GPS e fixados junto ao fundo por intermédio de mergulho. O ADCP 1 foi fundeado na desembocadura do Rio Tavares e o ADCP 2 foi fundeado na Baía Sul.

Para coleta dos dados foram utilizados dois perfiladores acústicos de corrente do tipo ADCP modelo AWAC marca Nortek® (Figura 3.10), instalados em estruturas metálicas no leito marinho/rio com o equipamento voltado para cima (configuração *upward-looking*), de forma a realizarem medições do perfil vertical de correntes, registro do nível e temperatura. Apesar da temperatura também ser medida pelo ADCP, os parâmetros temperatura e salinidade foram determinados pelos sensores CT acoplados aos ADCP's na mesma estrutura de sustentação, conforme apresentado no item 3.2.3.4 deste relatório.

O ADCP utiliza o princípio do efeito Doppler no cálculo de velocidade e direção de correntes através da transmissão de um pulso com determinada inclinação em relação a horizontal, recebendo seu eco após a reflexão do som por partículas em suspensão presentes na água (material particulado em suspensão), os chamados refletores, observando a modificação na frequência do eco pós processamento do sinal recebido. É assumido que os refletores se movem em média na mesma velocidade que a corrente na qual estão inseridos, sendo a mesma inferida indiretamente a partir do movimento das partículas em suspensão Nortek (2005).

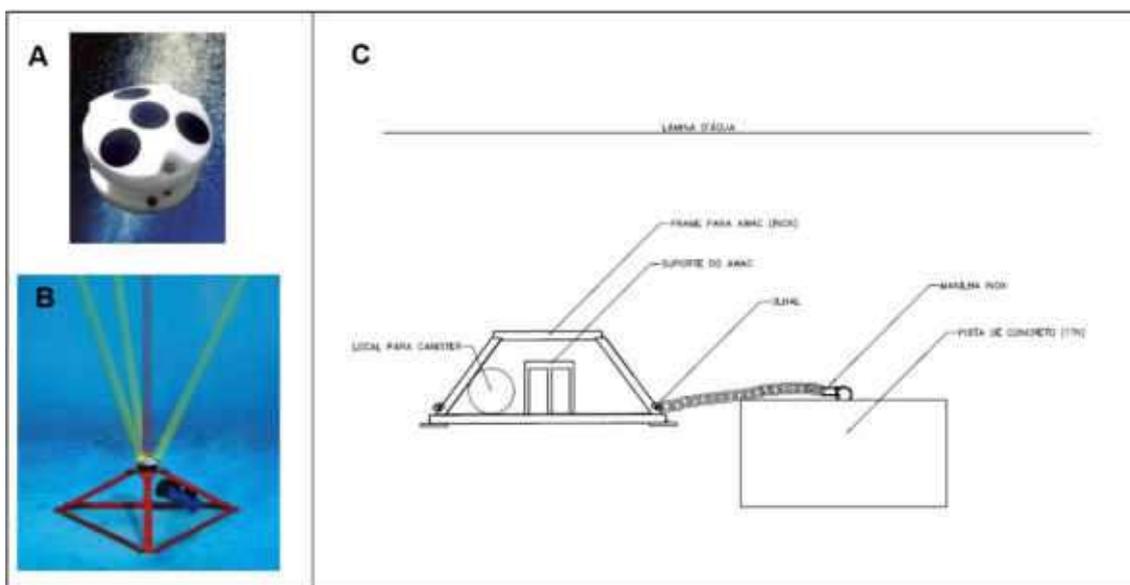


Figura 3.10: (A) Perfilador de Correntes AWAC®; (B e C) Estrutura de Sustentação dos Equipamentos

O conhecimento da mudança na frequência Doppler, após a transmissão e recepção de uma série de pings em alta frequência, permite obter valores de velocidade de deslocamento das partículas em suspensão por cada transdutor. O vetor de corrente na porção de coluna d'água de medição é definido através da combinação linear das medições realizadas pelos três transdutores, assumindo que o fluxo é uniforme no extrato vertical, medido pelos três feixes de som emitidos pelos transdutores. O equipamento AWAC é capaz de realizar medições em várias porções da coluna d'água, a partir da posição em que é instalado, sendo assim reconhecido como um perfilador de correntes.

Os ADCP's foram configurados para adquirir informações de correntes com intervalo de amostragem de 10 minutos. O valor registrado, a cada período de amostragem, representa a média de 5 minutos de aquisição. As medições de pressão (nível) foram realizadas também a cada 10 minutos, sendo que, a obtenção dos valores desta variável foi realizada

instantaneamente pelos sensores dos equipamentos na posição em que se encontra o equipamento (medições pontuais).

Os equipamentos foram fundeados para aquisição dos dados da Campanha 1, em seguida, foram realizadas as recuperações dos equipamentos para *download* dos dados e limpeza/manutenção dos equipamentos. Na sequência, os equipamentos foram fundeados novamente, no mesmo local, para aquisição de dados da Campanha 2.

Após aquisição dos dados das campanhas 1 e 2, uma análise exploratória dos dados foi realizada com a utilização dos softwares *Storm*® (*Nortek*) e de rotinas desenvolvidas pelos profissionais da SLI em ambiente *MATLAB*®.

O primeiro passo na análise exploratória dos dados de correntes foi através de análise visual das séries temporais adquiridas na sua forma bruta, objetivando a identificação dos padrões das correntes adquiridas e avaliação de acordo com a experiência dos profissionais da SLI e noção preconcebida dos processos hidrodinâmicos da região.

Caso os dados coletados em células que ficaram fora d'água, em períodos de baixa-mar, foram excluídos, sendo apresentados somente dados de células que ficaram submersas durante todo o período das campanhas. Foram realizadas ainda, análises quanto à qualidade dos dados coletados, usando como referência uma série de *signal-to-noise ratio*, que representa a média da intensidade do sinal acústico que retorna ao ADCP nos três feixes (*beams*), de cada célula ao longo da coluna d'água. Valores menores que 3 dB representam dados sem qualidade suficiente e que são então excluídos da série.

Posteriormente, foram realizados os seguintes procedimentos de qualificação para as séries temporais de correntes e pressão, quando aplicáveis:

- Correção da declinação magnética em função das coordenadas geográficas da estação amostral e a data da coleta das informações de corrente na área de estudo. A declinação magnética utilizada refere-se ao dia central do período de coleta de dados, obtida em <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#declination>;
- Identificação e exclusão de valores medidos enquanto o equipamento se encontrava fora d'água, antes e depois da instalação no ponto amostral;
- Identificação e exclusão de valores medidos fora dos limites dos sensores do *AWAC*®. Para correntes os limites horizontais são -10 m/s a +10 m/s e verticais -5 m/s a +5 m/s, enquanto sensores de pressão medem entre 0 e 100 m e de temperatura entre -4° C e +40 ° C;
- Identificação e exclusão de valores fora da faixa das condições ambientais. Para correntes, essa faixa foi considerada de 0 a 5 m/s em módulo e para pressão de 0 a 50 m. Como a posição dos fundeios não está diretamente junto à linha de costa, todas as direções de correntes foram consideradas válidas;
- Verificação da sequência dos horários de aquisição, comprovando se o espaçamento e a ordem entre os intervalos medidos estão de acordo com a configuração do equipamento;
- Identificação e exclusão de dados subsequentes iguais;
- Identificação e separação das oscilações de alta frequência ao longo da série temporal, através do uso de um filtro passa - alta do tipo média móvel, com o objetivo de identificar e eliminar *spikes* na alta frequência. Nesta etapa, foram considerados como espúrios os dados que ultrapassam os limiares de $\mu \pm 4\sigma$ (média mais ou menos quatro vezes o desvio padrão da amostra).

Finalizada a análise de qualidade dos dados, foram gerados os gráficos e mapas por meio de rotinas em ambiente *MATLAB*®. Os resultados são apresentados no apêndice I digital.

3.2.3.4 CT: Salinidade e Temperatura

O equipamento CT mede os parâmetros de condutividade e temperatura, a salinidade é gerada a partir da associação dos dados medidos.

Para a realização do escopo deste item foram utilizados três sensores U- 24.002.C, da marca Hobo (Figura 3.11), sendo dois deles acoplados junto às estruturas metálicas de sustentação dos ADCP's (Figura 3.10) para complementação dos dados medidos.

Com o auxílio de uma estrutura metálica, o terceiro CT foi fixado em meia água, numa das colunas da ponte que cruza a desembocadura do Rio Tavares, com a finalidade de perfilagem da coluna d'água, por meio da própria oscilação de nível do rio. Os equipamentos foram posicionados com auxílio de um GPS.

Da mesma forma como descrito para os dados de ADCP, os equipamentos foram fundeados para aquisição dos dados da Campanha 1, recuperados para *download* dos dados brutos e posicionados novamente no mesmo local para aquisição de dados da Campanha 2.

Após aquisição dos dados brutos de ambas campanhas, foi utilizado o *software HOBOWare Pro* para leitura dos mesmos, conversão dos dados de condutividade em salinidade e exportar para formato .xlsx. Em seguida, uma análise exploratória dos dados foi realizada para exclusão dos dados expúrios, conforme supracitado no subitem 3.2.3.3.

Finalizada a análise de qualidade dos dados, foram gerados os gráficos e mapas por meio de rotinas em ambiente *MATLAB®*.



Figura 3.11: Sensor U-24.002.C Hobo, Utilizado para Medição de Temperatura e Salinidade

3.2.3.5 Marégrafos/Linígrafos: Nível

Para medição do nível, foram instalados 5 equipamentos distribuídos ao longo da área de estudo, conforme Figura 3.8 apresentada anteriormente.

Foram utilizados três marégrafos, o primeiro foi instalado na sede dos bombeiros (P1 – Porto de Florianópolis), o o segundo em um trapiche em Sambaqui (P2 - Baía Norte) e o terceiro em um trapiche no Ribeirão da Ilha (P3 - Baía Sul).

Os marégrafos utilizados nos pontos P2 e P3 são do modelo Tide Master da marca Valeport (Figura 3.12) e o marégrafo do ponto P1 é um Aanderaa (Figura 3.13).



Figura 3.12: Marégrafo Tide Master



Figura 3.13: Marégrafo Aanderaa

Os sensores dos marégrafos foram fixados juntamente com a base de uma régua linimétrica, dentro de um tubo com a extremidade inferior (submersa) fechada, com furos de 10% do diâmetro do tubo, de forma a eliminar oscilações de alta frequência que geram ruídos no dado. O marégrafo foi configurado para registrar o mesmo nível indicado na régua linimétrica, com intervalo de aquisição a cada 10 min. O fluxograma de aquisição e processamento dos dados maregráficos é apresentado na Figura 3.14.

Os equipamentos foram instalados para aquisição dos dados da Campanha 1, recuperados para *download* dos dados brutos e posicionados novamente no mesmo local para aquisição de dados da Campanha 2.

Processamento de Dados Maregráficos

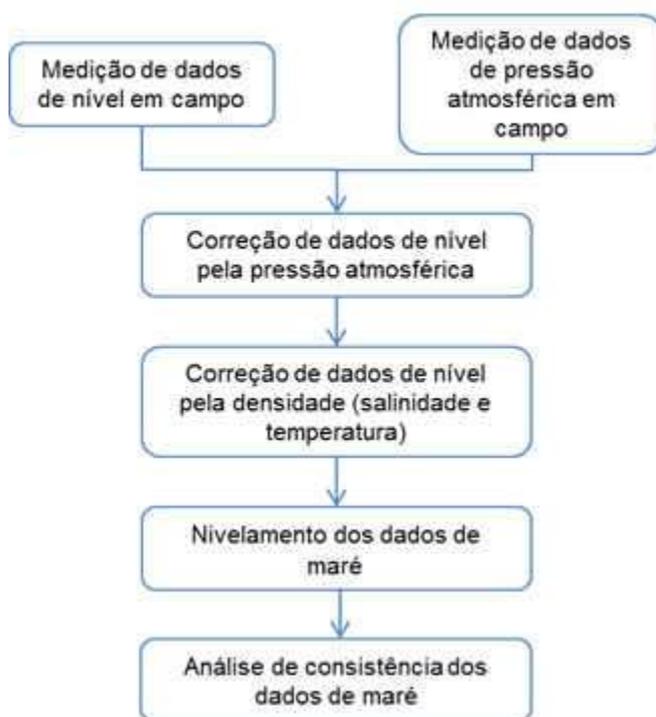


Figura 3.14: Fluxograma da Metodologia Utilizada para Aquisição e Processamento de Dados de Maré

3.2.3.6 Medições de Vazão

Foram realizadas 10 campanhas de medição de vazão na bacia do Rio Tavares e 8 medições em 5 canais de drenagem com foz na Baía Sul de Florianópolis, totalizando mais de 50 medições de vazão em diferentes condições meteorológicas e oceanográficas.

As vazões medidas nos cinco canais de drenagem que deságuam na Baía Sul representam as seguintes condições ambientais:

- A. Tempo seco + Maré de sizígia + Vento sul;
- B. Tempo seco + Maré de sizígia + Vento nordeste;
- C. Tempo seco + Maré de quadratura + Vento sul;
- D. Tempo seco + Maré de quadratura + Vento nordeste;
- E. Após chuva + Maré de sizígia + Vento sul;
- F. Após chuva + Maré de sizígia + Vento nordeste;
- G. Após chuva + Maré de quadratura + Vento sul;
- H. Após chuva + Maré de quadratura + Vento leste;

As medições de vazão na bacia do Rio Tavares não estiveram restritas a condições meteoceanográficas pré-definidas, entretanto foram realizados esforços para avaliar a vazão em diferentes condições ambientais.

As medições de velocidade nos diferentes canais foram realizadas com molinete, modelo VEC-FLOWATCH. A precisão do equipamento em medições de velocidade de líquidos é de +/- 2% e sua sensibilidade mínima é de 0,1 m/s. O equipamento utilizado nas medições de velocidade é apresentado (Figura 3.15). Para as vazões menores do que o limite mínimo do molinete, foi utilizado um flutuador para medição da velocidade. A largura dos canais e as distâncias das medições foram feitas com uma trena longa de 50 metros. As profundidades dos canais foram obtidas com uma régua (Figura 3.16).



Figura 3.15: Medidor de Velocidade de Água VEC-FLOWATCH



Figura 3.16: Medição das Seções nos Canais Monitorados

O limite mínimo de medição de velocidade do molinete é de 0,1 m/s. Entretanto, as velocidades desses canais são, em geral, inferiores a este limite, principalmente nos período de seca. Com o objetivo de aumentar a faixa de valores medidos, foi estabelecida uma relação entre o número de rotações e a velocidade da água registrada pelo aparelho. A relação entre velocidade e número de rotações foi estimada através de ensaios. A Figura 3.17 apresenta os pontos medidos e a equação linear obtida.

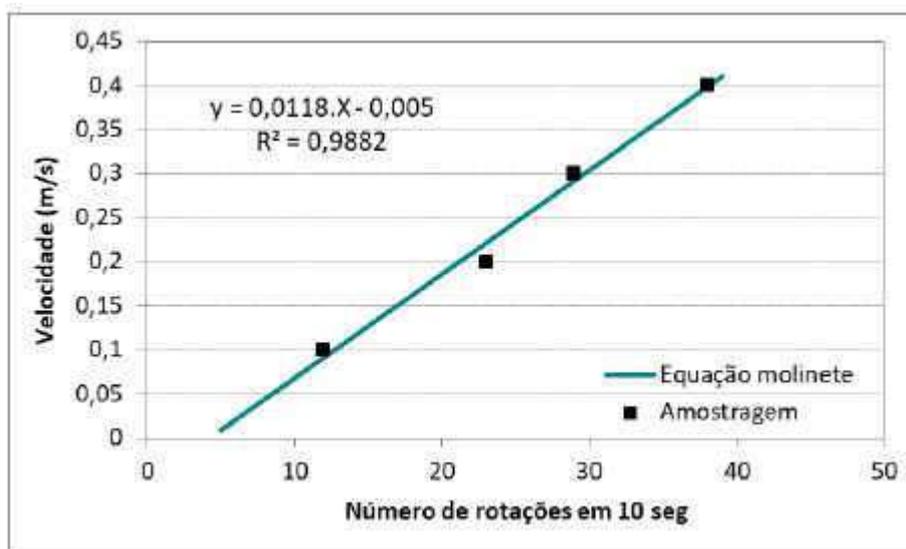


Figura 3.17: Equação do Molinete

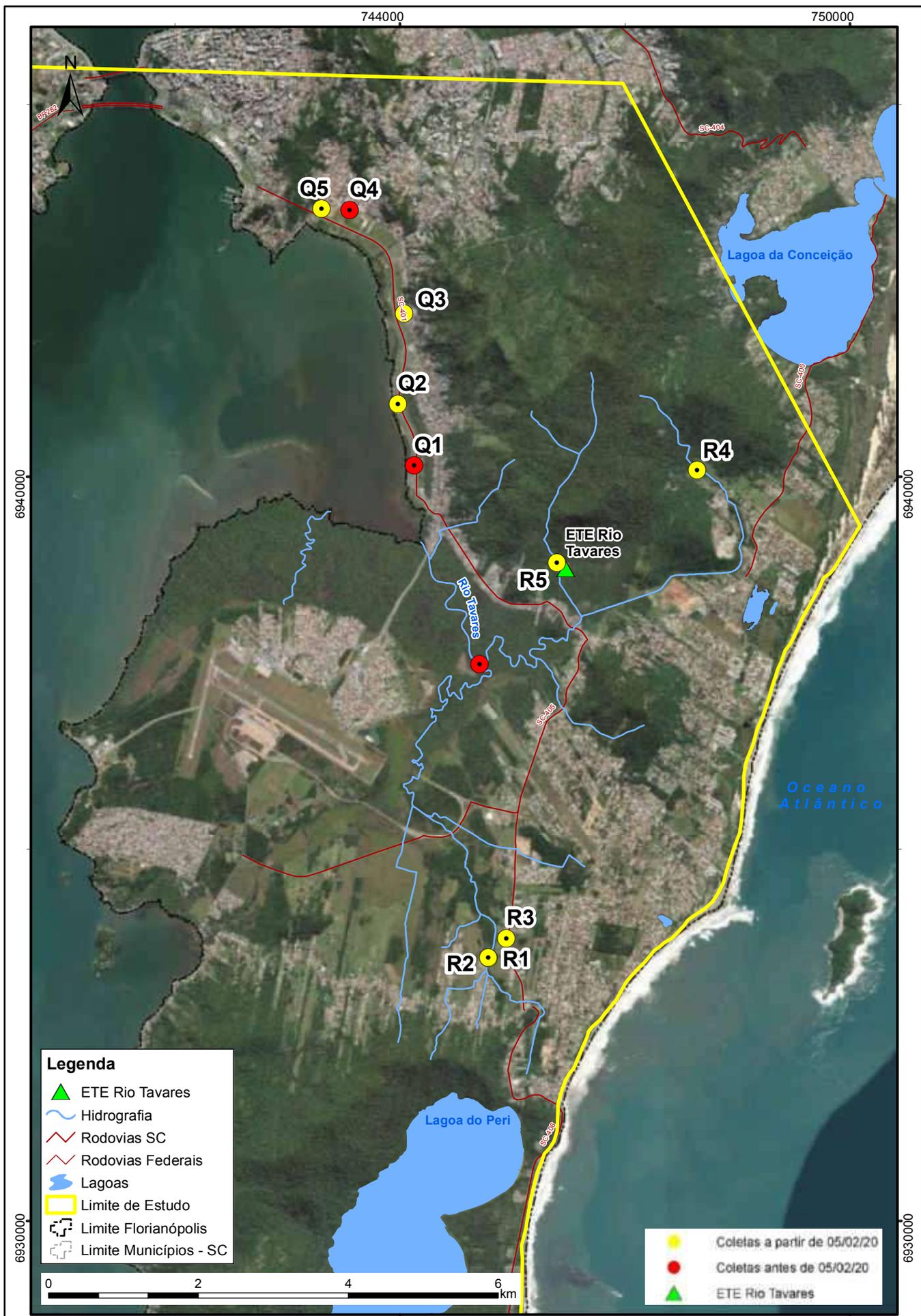
Foram realizadas 10 campanhas de medições de vazão na bacia do Rio Tavares. As primeiras seis campanhas ocorreram no trecho médio do Rio Tavares, denominado Q6, localizado na coordenada 27°39'54,72" S e 48°30'56,36" O. As últimas quatro campanhas foram realizadas em 5 pontos localizados mais a montante da bacia, com o intuito de medir a vazão ainda sem o efeito maregráfico. Esses pontos localizados nas áreas de montante da bacia do Rio Tavares foram denominados de R1 a R5. As coordenadas geográficas estão apresentadas no Quadro 3.34. As medições nos canais de drenagem que deságuam na Baía Sul foram realizadas em cinco pontos distintos, as coordenadas dos pontos amostrais são apresentadas no Quadro 3.35. Na Figura 3.18 está representada a localização de todos os pontos de medição de vazão.

Quadro 3.34: Coordenadas dos Pontos de Medição Localizados nas Áreas de Montante da Bacia do Rio Tavares

Ponto	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)
R1	745190	6933523
R2	745180	6933532
R3	745424	6933793
R4	747966	6940079
R5	746097	6938847

Quadro 3.35: Coordenadas dos Pontos de Medição Localizados nos Canais de Drenagem na Baía Sul

Ponto	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)
Q1	744191	6940143
Q2	743975	6940973
Q3	744059	6942190
Q4	743328	6943580
Q5	742953	6943593



Legenda

- ▲ ETE Rio Tavares
- ~ Hidrografia
- Rodovias SC
- Rodovias Federais
- Lagoas
- Limite de Estado
- Limite Florianópolis
- Limite Municípios - SC

- Coletas a partir de 05/02/20
- Coletas antes de 05/02/20
- ▲ ETE Rio Tavares

3.2.3.7 Complementações dos Levantamentos de Campo

Após a análise dos dados coletados, foi verificada a necessidade de alguns levantamentos complementares na região devido às falhas observadas no decorrer das campanhas de campo da Baía Sul e no Rio Tavares. Esses levantamentos de campo complementares que foram desenvolvidos. As falhas observadas ao longo do período das análises foram decorrentes de fatores naturais (encrustação nos instrumentos de medição, soterramento no leito lamoso) e fatores antrópicos (perturbação e interferência nos instrumentos). As complementações dos dados estão relacionadas a salinidade e nível.

Nos apêndices digitais podem ser observadas a localização dos equipamentos instalados, às campanhas desenvolvidas (salinidade, nível e temperatura) e os resultados.

3.2.3.8 Resultados dos Levantamentos de Campo

Os principais resultados dos levantamentos de campo relacionados aos dados de correntes, nível, salinidade, temperatura, pluviômetro e medição de vazão foram apresentados nos apêndices digitais por tratar-se de extensas planilhas, figuras, gráficos, etc. Destaca-se ainda, que os resultados detalhados podem ser visualizados nos relatórios RT4, RT5, RT6 e RT 7 (Levantamentos Oceanográficos e Hidrológicos - Correntes e Nível I, II, III e IV).

3.2.4 Diagnóstico dos Recursos Hídricos Superficiais da Bacia Hidrográfica

O item em questão apresenta o diagnóstico dos recursos hídricos superficiais da Bacia Hidrográfica. Os dados aqui aprestados também subsidiaram as modelagem hidrodinâmicas e de qualidade da água.

3.2.4.1 Caracterização da Área de Estudo

No que tange aspectos relacionados aos recursos hídricos superficiais foram selecionadas as bacias hidrográficas associadas aos factíveis pontos de lançamentos da ETE Rio tavares e/ou pontos cuja qualidade e quantidade de água possam sofrer influência do futuro lançamento do efluente sanitário tratado.

Esses pontos supracitados definiram o exutório de bacias, que são algumas urbanas e outras menos antropizadas, cujas características fisiográficas serão apresentadas na sequência. A proposição para obtenção de série de vazões consiste em pesquisar fontes de dados de monitoramento hidrológico e verificar a consistência dessas informações.

Sabendo que os dados de vazões são limitados e/ou inexistente na bacia do Rio Tavares, faz-se a necessidade de buscar bacias próximas com semelhança hidrogeológica e de clima para obtenção de dados correlacionáveis para estimativa de série de vazões.

Devido a importância envolvida na decisão de pontos de lançamentos de efluentes e dados pouco correlacionáveis, devido as séries de vazões registradas estarem fora da ilha de Florianópolis ou sobre efeito de remansos (Lagoa do Peri) e oscilações de maré, o que torna praticamente impossível correlacionar nível a vazões, foi instalada no ponto com coordenadas 746.115, 6.938.792, junto a ETE em construção, uma estação fluviométrica temporária para ajustar uma série de vazões diárias que auxiliará na calibração do modelo chuva-vazão HEC-HMS (Hydrology Engineering Center - Hydrologic Modeling Systems).

O HEC-HMS foi desenvolvido pelo US Army Corps of Engineers (USACE) e é um programa que possui uma interface gráfica relativamente simples e amigável, além de ser uma ferramenta robusta para execução de estudos hidrológicos em bacias hidrográficas de pequeno e grande porte (SANTOS, 2017).

De maneira geral, as bacias hidrográficas do estudo possuem tempo de concentração muito baixo, decorrente a paisagem de altos declives, talvegues curtos, solo com baixa ou nenhuma capacidade de infiltração da água ou impermeabilizado, indicando resposta rápida a estímulos de chuva.

Além disso, conforme será apresentado no item 3.2.4.3, as bacias têm alto potencial de escoamento superficial associados às chuvas, devido a ocupação urbana, geologia, solo e lençol freático alto devido a proximidade do oceano. Nas regiões mais preservadas as matas exercem papel fundamental pela interceptação do retardo do escoamento superficial.

Essas características fisiográficas não contribuem muito para sustentação da vazão de base dos cursos de águas, atribuição dos aquíferos subterrâneos dentro da ilha de Florianópolis, grandeza fundamental para verificação da capacidade de suporte de recebimento de efluentes.

A investigação do potencial de vazões de base em tempos de estiagem (sem chuvas) será determinada pelas medições da estação fluviométrica instalada junto a ETE e modelagem hidrológica chuva-vazão (calibração do modelo e geração de séries de vazões), permitindo estimativas de vazões de referência a partir de séries de longa duração.

3.2.4.2 Caracterização Hidrológica para Obtenção de Vazões

A caracterização hidrológica para obtenção de vazões passa pelo conhecimento das variáveis necessárias para entrada no modelagem chuva-vazão, tais como: características fisiográficas, uso do solo e ocupação da bacia, bem como, dados de chuvas mais próximo a região em estudo.

– Características Fisiográficas das Bacias de Interesse

As particularidades geométricas de cada bacia hidrográfica condicionam seu comportamento hidrológico e, conseqüentemente, a disponibilidade hídrica de uma determinada região. Caracterizações fisiográficas incorporam informações básicas a respeito dos aspectos físicos e estruturais de bacias hidrográficas através de parâmetros já difundidos, estabelecendo, assim, referências para análises hidrológicas posteriores. Isto posto, a seguir são descritos a base de dados e os procedimentos metodológicos utilizados na caracterização referida acima.

Empregou-se nessa análise o Modelo Digital de Elevação (MDE) obtido através de curvas de níveis de metro em metro, obtidas através do Sistema de Informações Geográficas de Santa Catarina - SIGSC. A base vetorial representativa da hidrografia e uso do solo utilizadas foram obtidas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, sobre imagens Landsat realizou-se a classificação de uso e ocupação de solo em classes antrópicas e não antrópicas, vetorização em software de geoprocessamento e inspeção visual não sistemática.

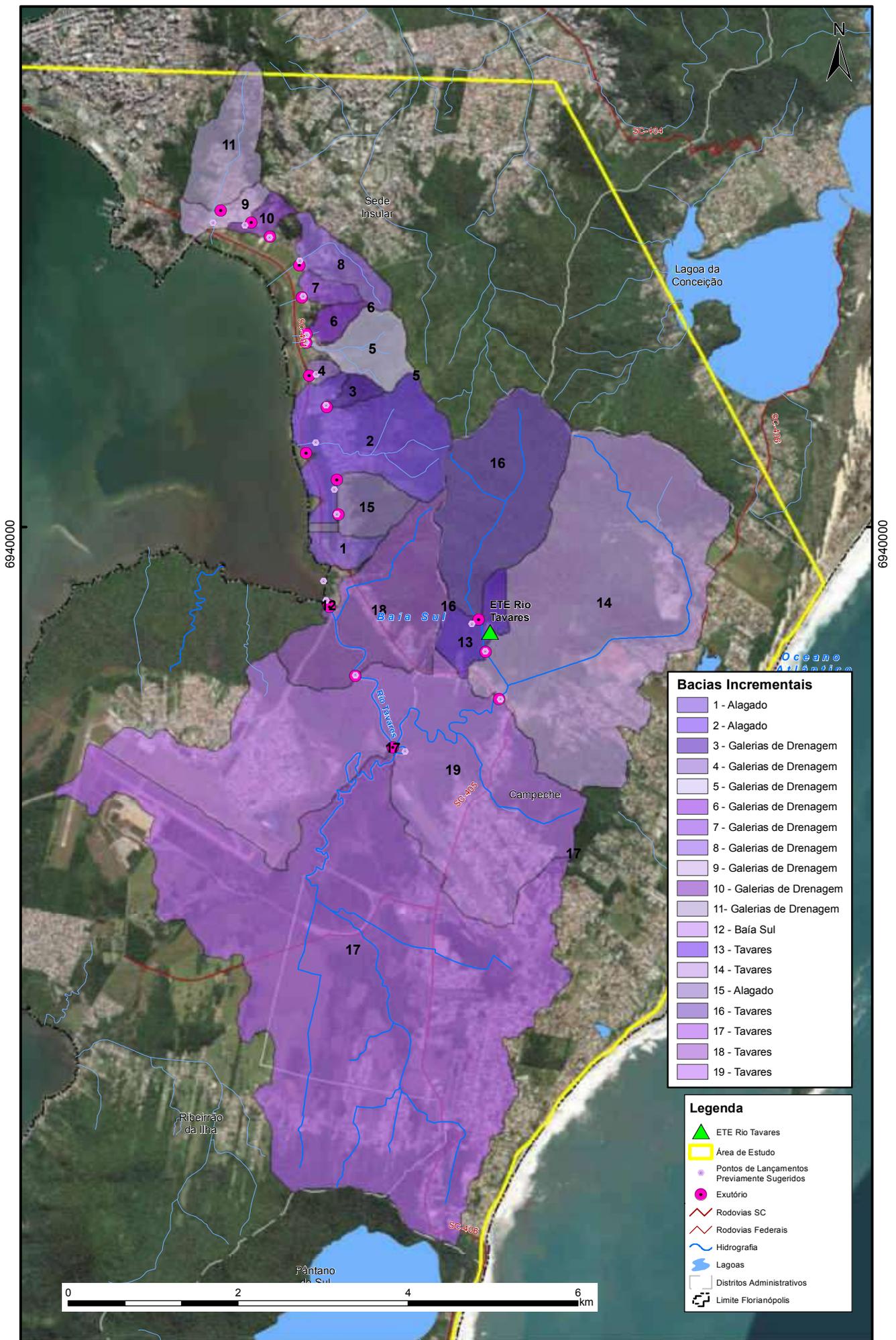
Por se tratar de bacias urbanas e suburbanas, cuja a intervenção humana modifica o terreno e as características fisiográficas originais, a definição dos seus limites foram realizadas em duas etapas: (i) geoprocessamento de informação cartográfica e, posterior, (ii) visita in loco para dirimir as eventuais dúvidas que surgiram, principalmente nas regiões mais baixas litorâneas.

A partir dos dados elencados, em ambiente de Sistema de Informações Geográficas, determinaram-se as seguintes características fisiográficas: 1) área de drenagem (A), em km²; 2) comprimento do talvegue principal (L), em km; 3) desnível total do talvegue principal (ΔH), em metros; 4) declividade média do talvegue principal, em %; 5) tempo de concentração (min). Todas as variáveis foram calculadas automaticamente pelo software de geoprocessamento utilizado.

O tempo de concentração (t_c) foi calculada pela formulação de Kirpich, dada pela expressão a seguir:

$$t_c = 57 \cdot \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,385} \quad (1)$$

A Figura 3.19 e o Quadro 3.36 apresentam as bacias e suas características fisiográficas.



Quadro 3.36: Bacias Hidrográficas dos Pontos de Lançamentos Previamente Sugeridos

Nº	Nome do ponto	Área (km²)	Altitude mínima no exutório (m)	Altitude máxima no talvegue principal (m)	Comprimento talvegue principal (km)	Desnível do talvegue principal (m)	Tempo de concentração (min)
1	Alagado	0,28	1	184	0,3	183	2
2	Alagado	3,08	1	424	1,6	423	10
3	Galerias de Drenagem	0,15	1	272	0,4	271	2
4	Galerias de Drenagem	0,08	1	117	0,1	116	1
5	Galerias de Drenagem	0,67	1	416	0,9	415	5
6	Galerias de Drenagem	0,19	1	260	0,3	259	2
7	Galerias de Drenagem	0,19	1	250	0,4	249	2
8	Galerias de Drenagem	0,56	3	308	1,3	305	9
9	Galerias de Drenagem	1,37	4	225	1,9	221	15
10	Galerias de Drenagem	1,55	2	225	2,3	223	19
11	Galerias de Drenagem	1,05	4	225	1,6	221	12
12	Baía Sul	37,38	1	376	11,2	375	95
13	Tavares	3,21	1	376	3	375	21
14	Tavares	10,95	1	376	3,8	375	27
15	Alagado	0,86	1	304	0,8	303	5
16	Tavares	2,67	4,5	376	2,7	371,5	18
17	Tavares	15,61	1	290	7,4	289	65
18	Tavares	37,37	1	376	11	375	93
19	Tavares	34,95	1	376	9,8	375	81

3.2.4.3 Pedologia, Uso e Ocupação e Capacidade de Armazenamento de Água no Solo e Estimativa Potencial de Escoamento Superficial das Bacias Hidrográficas Estudadas

Com base nas informações obtidas em Embrapa Solos, 2004, através de geoprocessamento, definiram-se as porções de tipo e uso do solo das bacias de interesse. A partir dessas delimitações estimaram-se pelo SCS (1975), o potencial máximo de armazenamento de água no solo (S) e taxa de infiltração máxima da chuva no solo (0,2S).

Tanto S quanto a infiltração máxima da chuva no solo foram obtidas pelo Método de Separação de Chuva em Escoamento Superficial do SCS (1975) desenvolvido pelo National Resources Conservatoin Center dos EUA. O modelo SCS (1975) faz a separação do escoamento superficial com base na equação abaixo quando $P > 0,2 S$:

$$Q = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

e quando $P \leq 0,2.S$, $P_{ef} = 0$, onde: P: precipitação em (mm); Q : precipitação efetiva, ou, escoamento superficial em (mm); S: armazenamento no solo em (mm), estimado por

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

O Parâmetros CN (Curve Number) é um valor estimado com base no tipo de solo, grupo hidrológico (existem quatro tipos, a saber: A - mais infiltração, B, C e D - mais escoamento superficial) e características de cobertura. Conceitualmente, o CN fornece um indicativo de potencial de escoamento superficial. Nas bacias hidrográficas estudadas, os tipos e usos dos solos existentes podem estar associados aos seguintes CN, ver Quadro 3.37.

Quadro 3.37: Parâmetro CN para Uso e Tipo de Solo e Grupo Hidrológico Associado a Tipo do Solo

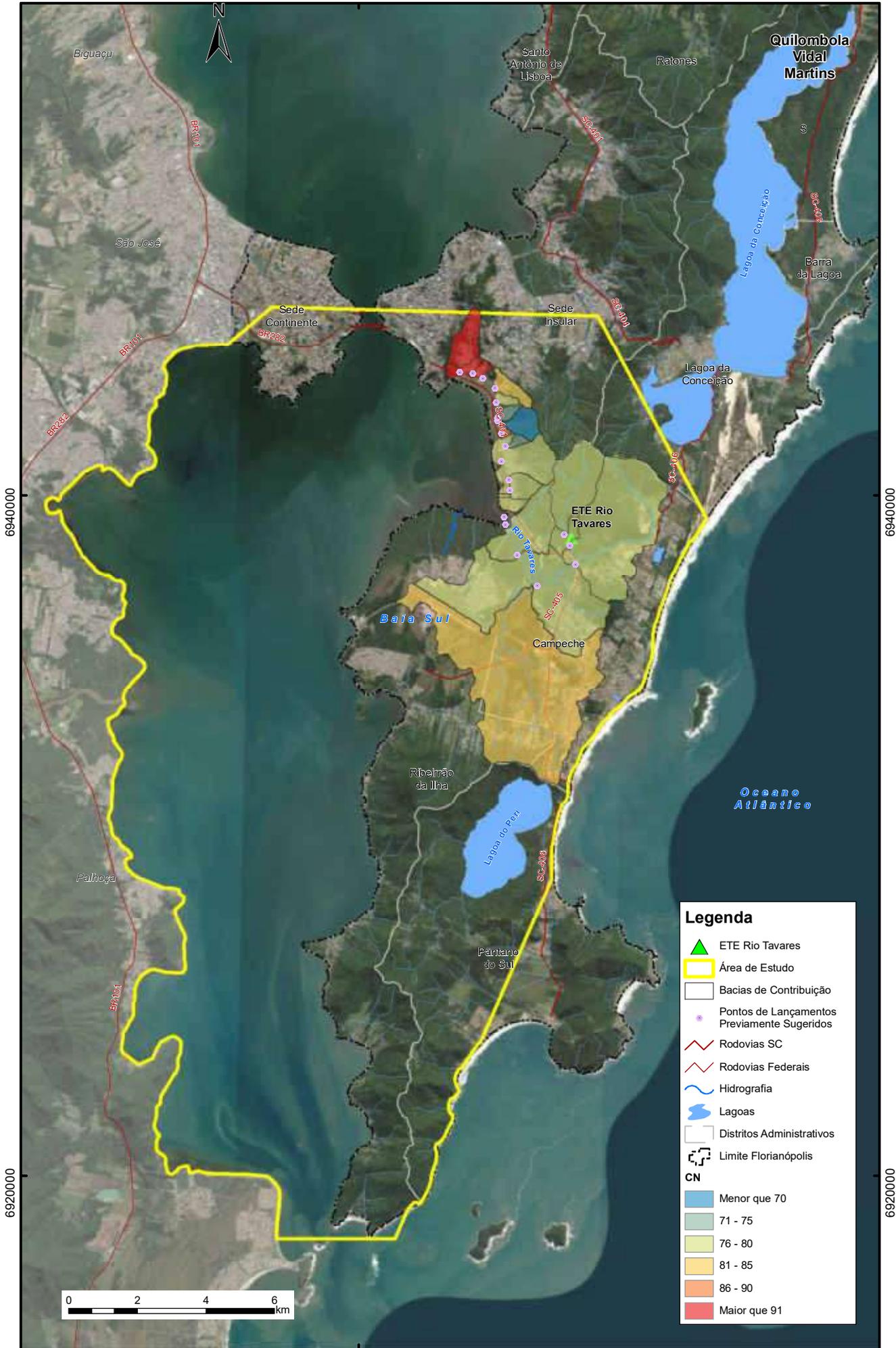
Uso do Solo	Pedologia	Grupo Hidrológico	CN
Floresta Ombrófila densa submontanhosa	Areias Quartzosas Marinhas	B	52
Formação Pioneira com influência fluvio-marinha arbórea	Areias Quartzosas Marinhas	B	52
Agropecuária	Areias Quartzosas Marinhas	B	77
Influência urbana	Areias Quartzosas Marinhas	B	85
Floresta Ombrófila densa submontanhosa	Cambissolo	D	69
Influência urbana	Cambissolo	D	92
Agropecuária	Cambissolo	D	87
Floresta Ombrófila densa submontanhosa	Solos Indiscriminados	D	69
Formação Pioneira com influência fluvio-marinha arbórea	Solos Indiscriminados	D	69
Agropecuária	Solos Indiscriminados	D	92
Influência urbana	Solos Indiscriminados	D	87

Fonte: SOLOS do Estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 721 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n 46). Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 1 mapa, color., Escala 1:250.000.

A partir do cruzamento das referidas informações geolocalizadas nas bacias hidrográficas estudadas, foram definidos o CN médio para cada uma delas, conforme Quadro 3.38. Na Figura 3.20 é apresentada a porcentagem de área da Bacia em relação ao Parâmetro CN.

Quadro 3.38: Porcentagem da Área da Bacia em Relação aos Tipos de Solos, Parâmetros CN, S e Infiltração Máxima de Água no Solo

Bacia Hidrográfica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
AREIAS QUARTZOSAS MARINHAS																			
Floresta Ombrófila densa submontanhosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8%	-	1,1%	-	-	-	0,8%	0,9%
Formação Pioneira com influência fluviomarina arbórea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agropecuária	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,7%	-	-	-	-	11,2%	4,7%	5,0%
Influência urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,5%	-	15,1%	-	-	20,1%	19,5%	20,9%
CAMBISSOLO																			
Floresta Ombrófila densa submontanhosa	22,1%	57,7%	85,5%	16,7%	97,8%	82,5%	57,3%	45,5%	-	-	-	24,0%	79,5%	59,3%	50,7%	93,9%	4,6%	24,0%	22,9%
Influência urbana	77,9%	42,3%	14,5%	83,3%	2,2%	13,6%	3,4%	31,9%	-	0,3%	-	6,5%	-	8,1%	49,3%	-	7,8%	6,5%	6,7%
Agropecuária	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8%	-	-	-	-	1,9%	0,8%	0,8%
SOLOS INDISCRIMINADOS																			
Floresta Ombrófila densa submontanhosa	-	-	-	-	-	3,0%	1,1%	-	-	-	-	6,1%	20,5%	16,0%	-	6,1%	-	6,1%	6,0%
Formação Pioneira com influência fluviomarina arbórea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,5%	-	-	-	-	2,7%	10,5%	8,9%
Influência urbana	-	-	-	-	-	0,9%	38,1%	22,7%	100%	99,7%	100%	8,6%	-	0,3%	-	-	9,5%	8,6%	8,3%
Agropecuária	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,4%	-	-	-	-	42,2%	18,4%	19,7%
Parâmetro CN médio por bacia	87	79	72	88	70	72	79	82	92	92	92	79	69	73	80	69	85	79	80
Armazenamento máximo de água no solo (L/m ²)	38,3	68,6	97,1	34,1	111,4	97,1	69,3	57,5	22,1	22,1	22,1	66,3	114,1	93,2	62,1	114,1	44,7	66,3	64,6
Infiltração máxima (L/m ²)	7,7	13,7	19,4	6,8	22,3	19,4	13,9	11,5	4,4	4,4	4,4	13,3	22,8	18,6	12,4	22,8	8,9	13,3	12,9



Legenda

- ▲ ETE Rio Tavares
- ▭ Área de Estudo
- ▭ Bacias de Contribuição
- Pontos de Lançamentos Previamente Sugeridos
- Rodovias SC
- Rodovias Federais
- Hidrografia
- Lagoas
- ▭ Distritos Administrativos
- ▭ Limite Florianópolis

CN

- Menor que 70
- 71 - 75
- 76 - 80
- 81 - 85
- 86 - 90
- Maior que 91

As principais vantagens do uso do parâmetro CN do SCS (1975) são:

- aplica-se para bacias pequenas e urbana;
- é um método consagrado, amplo espectro de atuação entre os hidrólogos e fácil aplicação;
- consegue adaptar-se as alterações antrópicas no uso do solo, por isso sua informação ajuda a conciliar com modelos chuva-vazão;
- fornece uma quantificação preliminar da capacidade de armazenamento de água no solo, agilizando o processo de calibração do modelo chuva-vazão.

3.2.4.4 Dados Disponíveis: Estações Pluviométricas e Fluviométricas na Região em Estudo

Na sequência são apresentados as estações pluviométricas e fluviométricas existentes na região em estudo. Foram consultados o Banco de Dados da Agência Nacional de Águas (ANA) – Portal Hidroweb, que é uma ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Também foram obtidos dados da Rede Observacional para Monitoramento de Risco de Desastres Naturais do CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais). Nos quadros subsequentes estão as informações pesquisadas.

Quadro 3.39: Estações Pluviométricas Consultadas no Portal HidroWeb

Código	Nome da Estação	Latitude (°)	Longitude(°)	Responsável	Operadora
2748009	Florianópolis	-27,5833	-48,5333	DNOS	DNOS
2748013	Florianópolis (Hercílio Luz)	-27,6667	-48,55	DEPV	DEPV
2748022	Campus Universitário Ufsc	-27,5833	-48,5167	ANA	ANA
2748023	Pch Eta Casan - Lagoa Do Peri	-27,7283	-48,5106	ANA	ANA
2748024	Eta Casan Lagoa Do Peri	-27,7492	-48,5372	EPAGRI-SC	EPAGRI-SC
2748028	Florianópolis (Convencional)	-27,5803	-48,5061	EPAGRI-SC	EPAGRI-SC
2748055	Florianópolis_Coqueiros	-27,5989	-48,5731	CEMADEN	CEMADEN
2748056	Florianópolis_Areias Campeche	-27,7061	-48,5	CEMADEN	CEMADEN
2748057	Florianópolis_Agronômica	-27,5819	-48,5331	CEMADEN	CEMADEN
2748058	Florianópolis_Rodovia Sc406	-27,7539	-48,51	CEMADEN	CEMADEN
2748059	FLORIANÓPOLIS_Costeira Do Pirajubaé	-27,6339	-48,5219	CEMADEN	CEMADEN

Fonte: DEPV - Agência Nacional de Aviação Civil; EPAGRI-SC - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Fonte: Elaboração própria a partir de ANA (2019)

Quadro 3.40: Estações Pluviométricas com Dados no HidroWeb

Código	Latitude (°)	Longitude(°)	Responsável	Operadora	Anos completos	Início da série	Fim da série
2748013	-27,6667	-48,55	DEPV	DEPV	11	1971	1982
2748022	-27,5833	-48,5167	ANA	ANA	2	1982	1984
2748023	-27,7283	-48,5106	ANA	ANA	9	1987	1997

Fonte: Elaboração própria a partir de ANA (2019)

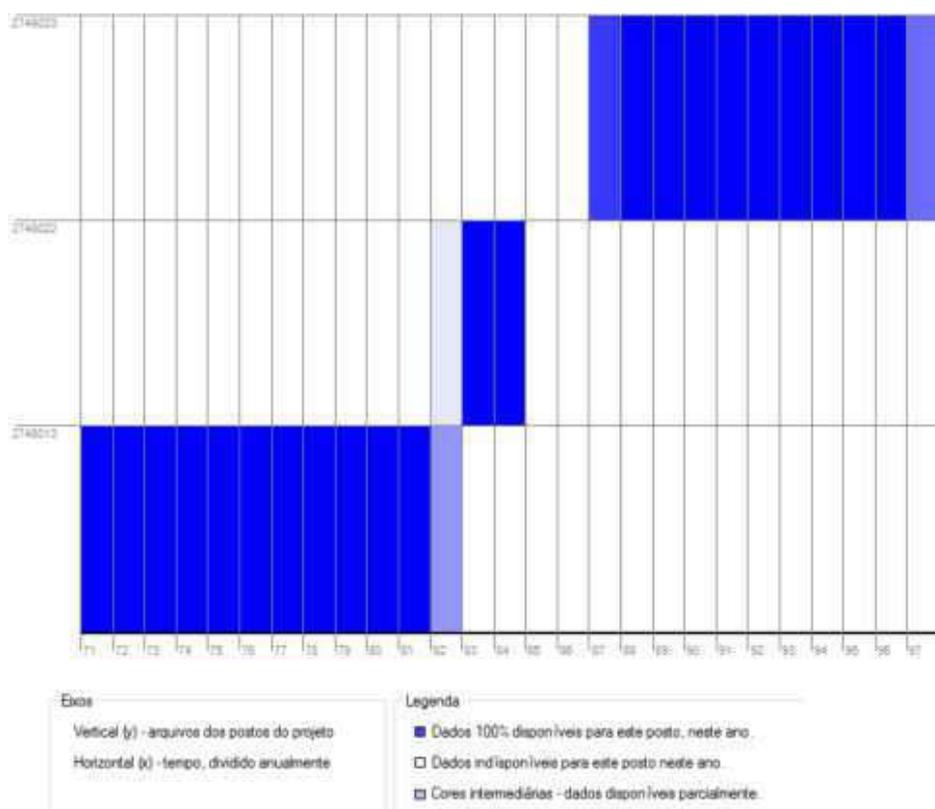


Figura 3.21: Disponibilidade de Dados Pluviométricos no Portal HidroWeb. Fonte: Elaboração Própria a partir de ANA (2019)

A estação pluviométrica do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) em Florianópolis possui a maior extensão de registros diários de chuva, veja no Quadro 3.41 e na Figura 3.22.

Quadro 3.41: Estação Pluviométrica Consultada no INMET

Código	Nome	Latitude (°)	Longitude(°)	Anos completos	Início da série	Fim da série
83897	Florianopolis	-27,6025	-48,620278	28	1961	2019

Fonte: Elaboração própria a partir de ANA (2019).

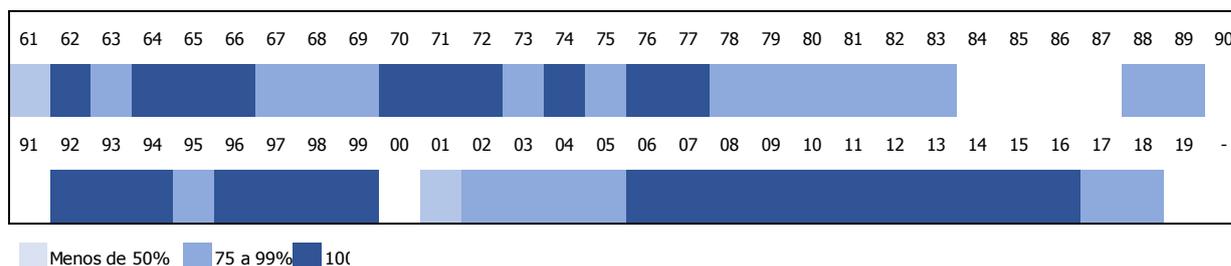


Figura 3.22: Disponibilidade de Dados Pluviométricos Diários INMET (83897). Fonte: Elaboração Própria a partir de INMET (2019)

O Cemaden disponibiliza seus dados diários pela rede mundial de computadores. Os dados registrados em novembro de 2019 estão no Quadro 3.42. Estes dados em conjunto com os dados de dezembro de 2019, fornecerão as precipitações para calibração do modelo chuva-vazão.

Quadro 3.42: Dados Pluviométricos Diários (mm) da Rede CEMADEM do Mês de Novembro 2019

Estação CEMADEM	01/11/2019	02/11/2019	03/11/2019	04/11/2019	05/11/2019	06/11/2019	07/11/2019	08/11/2019	09/11/2019	10/11/2019	11/11/2019	12/11/2019	13/11/2019	14/11/2019	15/11/2019	16/11/2019	17/11/2019	18/11/2019	19/11/2019	20/11/2019	21/11/2019	22/11/2019	23/11/2019	24/11/2019	25/11/2019	26/11/2019	27/11/2019	28/11/2019	29/11/2019	30/11/2019	
420540702A	0,2	0,4	0	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,6	2,56	14,81	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,31	0	0	0
420540703A	2,19	0,2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3,56	1,2	23,15	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,2	0	0	0	3,99	0	0	0
420540704A	7,5	0,2	10,22	4,34	20,67	0	1,58	0	11,04	1,19	8,31	3,75	0,99	11,24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,24	0	0	0	0
420540705A	6,71	0,4	0	-	-	-	-	-	-	-	-	1,38	0,99	30,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0,2	0	0	4,95	0	0	0	0
420540706A	6,55	4,74	0	-	-	-	-	-	-	-	-	7,1	1,98	17,19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	0	0	0	0
420540707A	4,75	0,2	0	-	-	-	-	-	-	-	0,2	2,36	7,11	13,83	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,23	0	22,87	0,2	0	0
420540708A	5,33	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,59	9,44	10,12	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	11,07	0	0	0	0

Fonte: Elaboração própria a partir de CEMADEM (2019)

Quanto as estações fluviométricas cadastradas no Hidroweb, Quadro 3.43, somente a estação fluviométrica 84097760 (Braço Jusante Lagoa Peri) possui série de cotas, resumo de descarga líquida e perfil transversal. Enquanto, a estação fluviométrica 84097750 (ETA Casan Lagoa do Peri) possui apenas série de cotas, impossibilitando a conversão de cota em vazão.

Quadro 3.43: Estações Fluviométricas Consultadas no HidroWeb

Código	Nome da Estação	Latitude (°)	Longitude(°)	Responsável	Operadora
84097790	Lagoa do Peri	-27,7492	-48,5375	CASAN	CASAN
84097750	Eta Casan Lagoa do Peri	-27,7492	-48,5372	CASAN	CASAN
84097770	PCH Eta Casan - Lagoa do Peri	-27,7283	-48,5106	CELESC	CELESC
84097760	Braço Jusante Lagoa Peri	-27,7292	-48,5103	ANA	ANA

Fonte: CELESC – Centrais Elétricas de Santa Catarina. CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. Fonte: Elaboração própria a partir de ANA (2019)

3.3 Topografia, Topobatimetria e Batimetria

Neste capítulo discorre-se a respeito das principais metodologias empregadas e considerações adotadas para realização das seções topobatimetria no Rio Tavares e seus afluentes, linhas de batimetria na Baía Sul, topobatimetria nos canais de drenagem e na área alagada, topobatimetria nos afluentes do Rio Tavares próximo a área de manguezal, validação da topografia na área de manguezal que é disponibilizada pelo Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis - IPUF, geração dos modelos digitais de elevação, curva cota-área-volume e demais processamentos dos dados.

3.3.1 Metodologia dos Levantamentos

Neste capítulo são apresentadas as metodologias utilizadas durante os levantamentos executados na área de estudo.

3.3.1.1 Planejamento das Campanhas

Para realização das medições de campo do estudo, foram realizadas 3 campanhas de medições: Batimetria na Baía Sul, Batimetria no curso do Rio Tavares e as seções transversais nos canais de drenagem, áreas alagadas e ao Longo do Rio. Para a topografia do manguezal foram utilizados dados do IPUF, por este motivo não houve uma campanha para aquisição. O Quadro 3.44 apresenta as campanhas de medições supracitadas

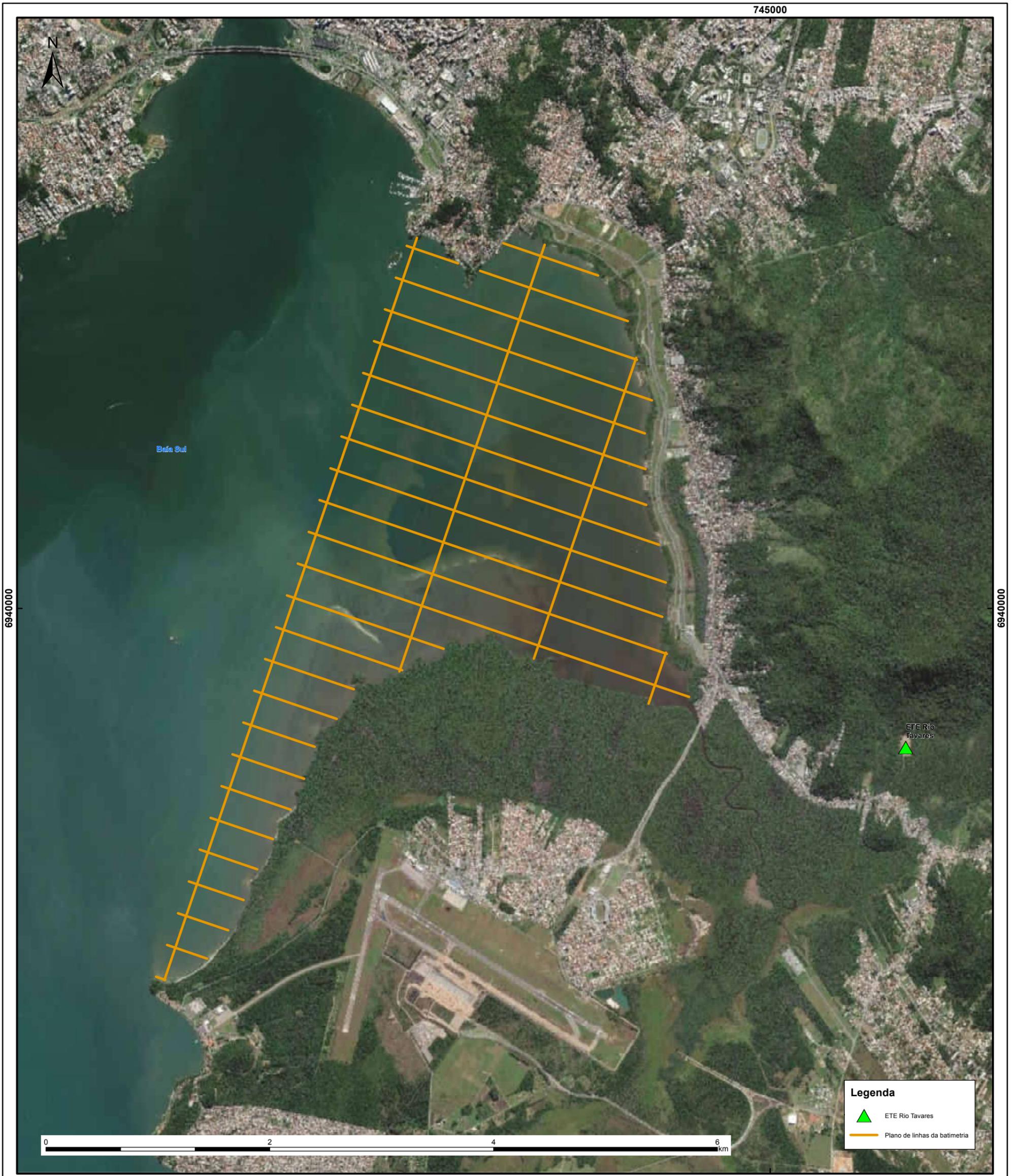
Quadro 3.44: Campanhas dos Levantamentos Realizados no Estudo

LEVANTAMENTO	DATA INICIAL	DATA FINAL
Batimetria Baía Sul	28/09/2019	15/10/2019
Seções transversais	01/10/2019	03/10/2019
Batimetria no curso do Rio Tavares	19/10/2019	20/10/2019
Verificação dados IPUF	06/11/2019	06/11/2019

– Plano de Linhas

O planejamento das linhas de navegação foi realizado através do *software Hypack® 2013* seguindo os padrões internacionais que constam na publicação especial nº 44 (S44 – 5ª edição) da IHO (*International Hydrography Organization*) e a Normam 25 / Anexo J / capítulo “Procedimentos para LH categoria “1B”.

Conforme apresentado na Figura 3.23 no levantamento batimétrico da Baía Sul, o espaçamento adotado entre as linhas regulares de sondagem foi de 300 m e de 1110 m entre linhas de verificação. Já no interior do Rio Tavares, foi executada uma linha central na calha do Rio com seções transversais espaçadas em média a cada 300 m. Ambas totalizam 61 km de linhas navegadas.



745000



Baía Sul

6940000

6940000

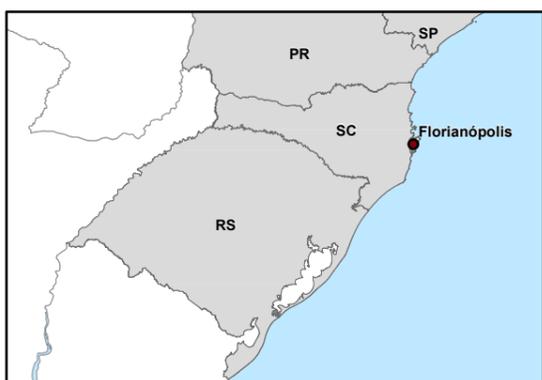
ETE Rio Tavares

Legenda

-  ETE Rio Tavares
-  Plano de linhas



745000



– Posicionamento

Para garantir uma precisão submétrica no posicionamento da embarcação e conseqüentemente dos equipamentos utilizados nos levantamentos batimétricos, foi utilizado um DGPS (“*Differential Global Positioning System*”) modelo *Trimble® Pathfinder ProXH*, com diferencial fornecido pelo sistema *OmniStar® VBS* (Figura 3.25). Este sistema consiste na utilização de uma constelação de satélites, a qual localiza o usuário através do número de série do receptor GPS utilizado em um quadrante especificado por limites de latitude e longitude. Os dados de correção são enviados ao receptor de acordo com o quadrante, fornecendo um nível de serviço horizontal submétrico.



Figura 3.25: DGPS Trimble

Para posicionamento da topografia foi utilizado o sistema *RTK-DGPS* (“*Real Time Kinematics – Differential and Global Positioning System*”). É um sistema que fornece o posicionamento nos três eixos dimensionais (x, y e z), a partir de posicionamento por satélites e por diferencial. Este último fornece uma precisão da ordem de 1 cm +/- 2 ppm, para coordenadas planimétricas, e de 1,5-2,0 cm +/- 2 ppm, para coordenadas altimétricas (Seeber, 2003). O diferencial é gerado a partir de uma base fixa posicionada acima de uma referência de nível (fornecidos pela CASAN), ou monumento, que se comunica com a base móvel a partir de um sinal de rádio que pode atingir até 15.000 m de alcance. O receptor da base fixa é posicionado em um tripé de alumínio e nivelado com a base nivelante. Já o receptor da base móvel gera o posicionamento a partir de sua oscilação, podendo repassar o mesmo a uma controladora ou ao *software Hypack® 2016a*, sendo acoplada na porção superior de uma haste de fibra de carbono. As alturas, tanto da haste quanto do tripé, são mensuradas com uma trena e corrigidas em termos verticais na controladora.

O sistema *RTK/DGPS* consiste de um *Receptor GPS Trimble R6 RTK Base* (base fixa). Receptor GPS com antena GPS e rádio UHF integrados em uma única peça. Receptor GPS com 72 canais paralelos e tecnologia *R-Track* para rastreamento de GPS L1/CA/L2 com suporte para WASS e EGNOS, GLONASS L1/CA/L2. Receptor GPS *Trimble R6 RTK Rover* (base móvel). Receptor GPS, antena GPS e rádio UHF, integrados em uma única peça. Receptor GPS com 72 canais paralelos e nova tecnologia *R-Track* para rastreamento de GPS L1/CA/L2 com suporte para WASS e EGNOS, GLONASS L1/CA/L2. Tecnologia de transmissão de dados sem fio, *Bluetooth™*, integrada. Capacidade de operar com GSM/GPRS para conexão à Internet para operar como rover em uma rede *Trimble VRS* (*Virtual Reference Station*). Coletor de dados TSC2 em ambiente *Microsoft Windows Mobile for Pocket PC*, com *Bluetooth* e *Wi-Fi* integrados e programa *Survey Controller*. Rádio Base UHF *Trimble HPB450*, com 14 canais selecionáveis; potência configurável em 2 ou 35 W; seletor de canais integrado; a prova d’água e completamente selado; *display* de LCD para visualização dos canais, acompanhado de antena de 3 db; cabos de conexão para antena e GPS (Figura 3.26).



Figura 3.26: RTK/DGPS Trimble R6

A seguir são apresentadas as especificações do DGPS e RTK utilizados no posicionamento do trabalho.

- DGPS:
 - Modelo: *Trimble SPS 852*;
 - Acurácia horizontal: <1 m;
 - Acurácia vertical: 0,3 m;
 - Taxa de atualização posicionamento: 1 Hz a 20 Hz;
 - Dimensões: 24x12x5 cm;
 - Tempo de resposta: 47 μ s.
- RTK:
 - Receptor GPS Trimble R6 RTK Base (base fixa). Receptor GPS com antena GPS e rádio UHF integrados em uma única peça. Receptor GPS com 72 canais paralelos e tecnologia R-Track para rastreamento de GPS L1/CA/L2 com suporte para WASS e EGNOS, GLONASS L1/CA/L2.
 - Receptor GPS Trimble R6 RTK Rover (base móvel). Receptor GPS, antena GPS e rádio UHF, integrados em uma única peça. Receptor GPS com 72 canais paralelos e nova tecnologia R-Track para rastreamento de GPS L1/CA/L2 com suporte para WASS e EGNOS, GLONASS L1/CA/L2. Tecnologia de transmissão de dados sem fio, Bluetooth™, integrada. Capacidade de operar com GSM/GPRS para conexão à Internet para operar como rover em uma rede Trimble VRS (Virtual Reference Station). Coletor de dados TSC2 em ambiente Microsoft Windows Mobile for Pocket PC, com Bluetooth e Wi-Fi integrados e programa Survey Controller.
 - Rádio Base UHF Trimble HPB450, com 14 canais selecionáveis; potência configurável em 2 ou 35W; seletor de canais integrado; a prova d'água e completamente selado; display de LCD para visualização dos canais, acompanhado de antena de 3db; cabos de conexão para antena e GPS.

– **Embarcação**

Para as campanhas de fundeio e resgate do ADCP localizado na Baía Sul e apoio de instalação dos marégrafos na parte de mar foi utilizado o auxílio da Lancha CBI Brasil I (Figura 3.27). Esta é uma embarcação de pequeno porte, modelo Rhino 6.5, fabricada pela RhinoTech em Florianópolis-SC. Essa embarcação possui espaço adequado a bordo e motorização de 150HP, capaz de desenvolver velocidade de cruzeiro de 25 nós. A embarcação conta ainda com um motor reserva de 8 HP, além de todos os equipamentos de segurança exigidos pela Marinha do Brasil.

Para as instalações das instrumentações localizadas no interior do Rio Tavares, foi utilizada a embarcação de madeira de apoio II Marujo por conta das baixas profundidades encontradas.



Figura 3.27: Embarcação CBI Brasil I

– **Maregrafia (Nível)**

Para medição de maré para este projeto, foram instalados 5 equipamentos distribuídos ao longo da área de estudo, entretanto foram utilizados apenas dados de 2 deles para correção da batimetria, conforme coordenadas apresentadas no Quadro 3.45.

Quadro 3.45: Coordenadas de Instalação dos Marégrafos – Datum WGS84 – UTM 22 Sul

EQUIPAMENTO	X	Y
ADCP1	743976,30	6939053,09
P5	744378,44	6940260,88

Para este documento, foram utilizados dados do ADCP 01 (Figura 3.13) e do linígrafo instalado no P5 (Figura 3.29).



Figura 3.28: ADCP



Figura 3.29: Linígrafo

Os sensores foram fixados juntamente dentro de um tubo com a extremidade inferior (submersa) fechada, com furos de 10% do diâmetro do tubo, de forma a eliminar oscilações de alta frequência que geram ruídos no dado. Os equipamentos foram configurados para adquirir dados com resolução temporal a cada 10 minutos. O fluxograma de aquisição e processamento dos dados maregráficos é apresentado na Figura 3.30.

Processamento de Dados Maregráficos

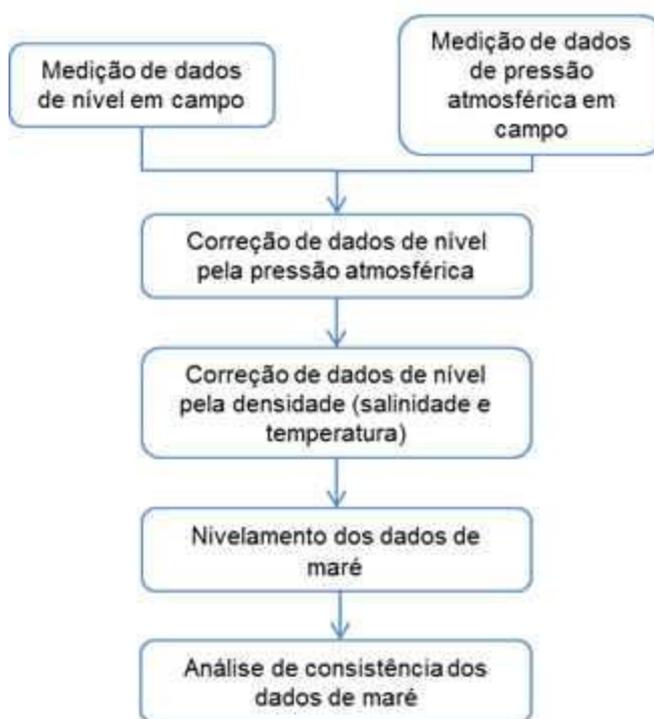


Figura 3.30: Fluxograma da Metodologia Utilizada para Aquisição e Processamento de Dados de Maré

3.3.1.2 Batimetria Monofeixe

Os levantamentos batimétricos foram realizados conforme procedimentos estabelecidos na NORMAM-25 para levantamento da Categoria B (monofeixe). O espaçamento entre linhas de sondagem foi de 300 m ao longo do trecho de interesse, totalizando 61 km.

A batimetria foi realizada utilizando-se o ecobatímetro *ECHOTRAC CV100* (Figura 3.31), acoplado a uma estação de aquisição de dados de bordo e navegação, o que permite o

registro digital dos dados para posterior processamento. Os dados foram gravados nos arquivos brutos do *software Hypack® 2016a (*.raw)*, através das mensagens EC1 (Protocolo NMEA), além dos registros em ecograma digital. A distância (*offset*) entre a antena do DGPS e o transdutor do ecobatímetro foi inserida no mesmo *software*, e utilizada para correção do posicionamento planimétrico no arquivo de armazenamento de dados. A distância entre a base do transdutor e a linha d'água foi inserida no ecobatímetro e incorporada ao dado bruto.



Figura 3.31. Ecobatímetro Odom Hydrographic Echotrac CV 100; e Transdutor Odom Hydrographic modelo OTSBB200-9

A aferição do ecobatímetro foi realizada a partir da média da velocidade do som na coluna d'água, obtida através de um sensor *Digibar Pro™ Model DB 1200* (Figura 3.32). Associado a esse procedimento, foi realizada a verificação do ecobatímetro (*barcheck*) com um disco de aferição, posicionado sob o transdutor em profundidades previamente estabelecidas.



Figura 3.32. Perfilador Acústico de Velocidade do Som, Digibar Pro™ Model DB 1200

Com o objetivo de eliminar o efeito *heave*, que corresponde ao movimento vertical da embarcação provocado pelas ondas do mar, foi utilizado um compensador de movimento (*Motion Reference Unit-MRU*) (Figura 3.33), posicionado verticalmente no convés da embarcação, com o mesmo alinhamento do transdutor, de modo a medir este parâmetro no mesmo eixo vertical do ecobatímetro.



Figura 3.33. Compensador de Movimento TSS/DMS

Este equipamento disponibiliza em formato digital informações sobre os ângulos instantâneos relacionados ao caturro (*pitch*) e balanço (*roll*) sofrido pela embarcação durante a navegação, podendo ser utilizado no processamento dos dados, assim como dados de deslocamento vertical instantâneo (*heave*). Como procedimento prévio ao início das atividades o mesmo foi calibrado seguindo especificações do fabricante, garantindo a precisão nas correções do movimento da embarcação.

O sistema de referência horizontal do levantamento será de coordenadas planas UTM com *Datum* Horizontal WGS-84.

O processamento dos dados batimétricos adquiridos em campo foi realizado utilizando o *software Hypack® 2016a*, o qual possibilita uma análise criteriosa de cada linha de levantamento. Por meio da ferramenta *single beam editor* procede-se a remoção “ponto a ponto” de eventuais valores espúrios, ou *spikes*, decorrentes de ecos refletidos a partir de bolhas de ar, rastros de embarcações, material em suspensão e demais situações nas quais o registro correto do fundo é mascarado ou deturpado por fatores ambientais. Juntamente, foram avaliados os dados de navegação e atitude. Os dados de navegação correspondem à velocidade de navegação, posicionamento e curso de navegação durante o levantamento batimétrico. Os dados de atitude correspondem às informações de *heave*, *pitch* e *roll* adquiridos durante o levantamento. Salienta-se que estes dados não sofreram correções, portanto, foram mantidos os seus valores originais.

Para uma melhor avaliação e tratamento dos dados também foi utilizado o ecograma gerado pelo *software Hypack® 2016a* (Figura 3.34), permitindo assim uma visualização do comportamento do sinal ao atingir o fundo marinho.

Foram adicionados aos dados os perfis de velocidade de som com o intuito de melhorar a acurácia dos dados e as reduções de todas as profundidades ao nível vertical fornecido pela CASAN.

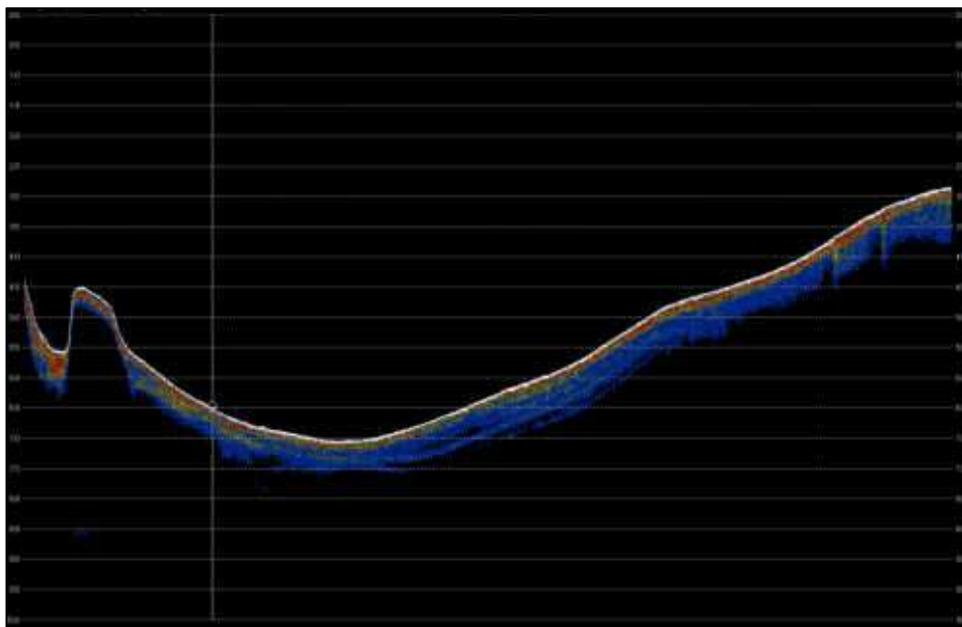


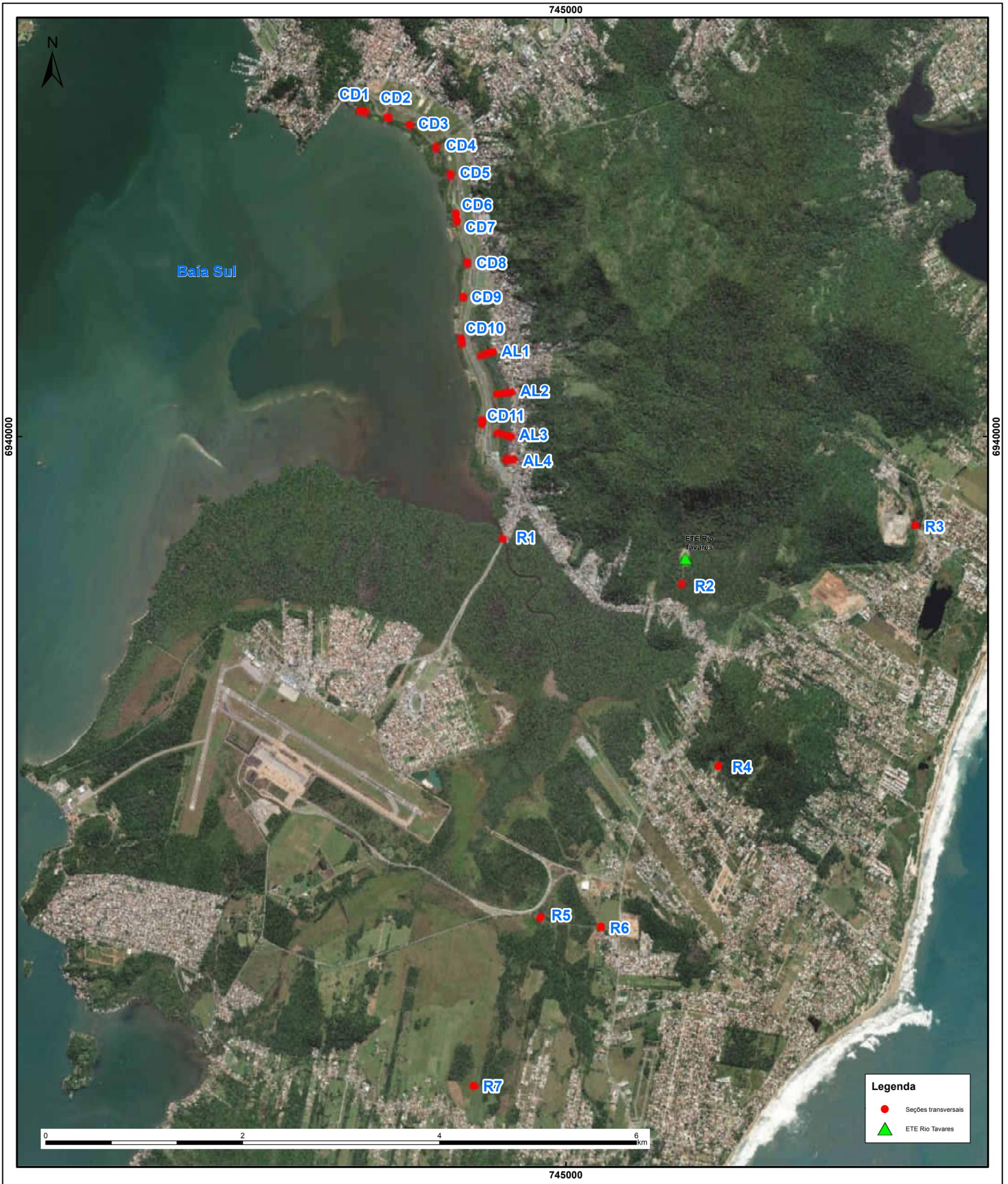
Figura 3.34. Exemplo de Visualização do Ecograma no Tratamento dos Dados

3.3.1.3 Topobatimetria – Seções Transversais

Foram realizadas medições de perfis transversais nos 11 canais de drenagem (CD), 4 perfis na área alagada (AL) e 7 ao longo do curso do rio (R) , conforme apresentado na Figura 3.35 a seguir.

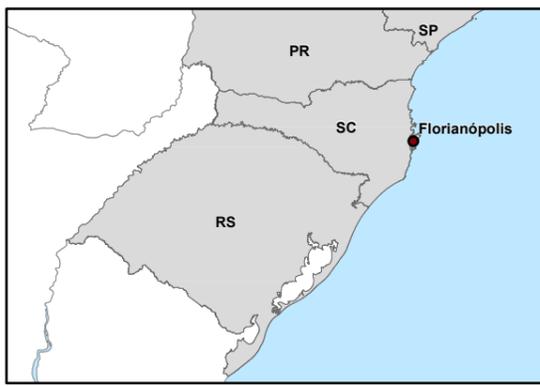
Para realização das medições das seções transversais foram executados rastreios com auxílio de um RTK nos RNs (fornecidos pela CASAN). Em seguida, foram realizadas as medições dos transectos.

O receptor da base fixa é posicionado em um tripé de alumínio e nivelado com a base nivelante, já o receptor da base móvel gera o posicionamento a partir de sua oscilação. As alturas, tanto da haste quanto do tripé, são mensuradas com uma trena e corrigidas em termos verticais direto na controladora.



Legenda

- Seções transversais
- ▲ ETE Rio Tavares



3.3.1.4 Topografia – Área do Manguezal

Apesar de previsto o levantamento topográfico tradicional, propõem-se a utilização do modelo digital de terreno de alta precisão desenvolvido pelo Governo do Estado de Santa Catarina. A facilidade de obtenção destes dados, aliada a sua qualidade e a alta resolução espacial são fatores suficientes para a sua utilização neste projeto.

Como os dados utilizados são do ano de 2009, foi realizada uma aferição dos mesmos, para isso foram selecionados 20 pontos da base de dados do IPUF, que circundavam a área de interesse (manguezal) com fácil acesso, e foram realizados *shots* com o RTK para comparação e validação. O Quadro 3.46 apresenta a localização das medições executadas para futura comparação com os dados do IPUF.

Quadro 3.46: Coordenadas das Medições – Coordenadas em UTM Zona 22 Sul – Datum WGS84

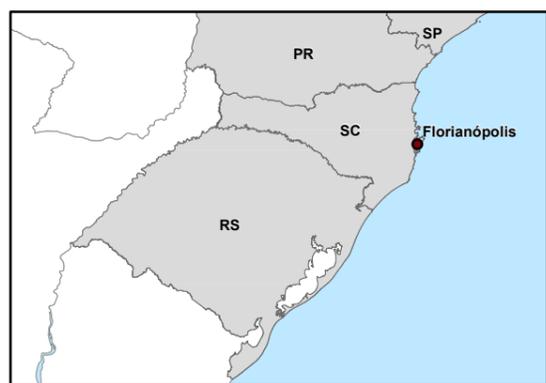
PONTO	X	Y
1	745999.00	6936736.00
2	746081.79	6936773.40
3	746096.37	6936804.50
4	746139.11	6936843.50
5	746178.43	6936883.60
6	746021.08	6936818.70
7	746388.55	6937482.60
8	743613.62	6937882.70
9	743864.38	6937863.50
10	743875.38	6937823.60
11	743728.29	6937660.00
12	746182.44	6938127.70
13	745581.81	6938288.50
14	744585.81	6939328.10
15	744534.10	6939283.90
16	744490.29	6939275.30
17	744520.66	6939351.00
18	744065.55	6937000.90
19	744096.35	6936878.10
20	743812.49	6936740.10
21	745814.00	6936787.00
22	745756.67	6936124.80

A Figura 3.36 e o Quadro 3.47 apresentam a localização e comparação entre os dados, como pode ser observado, não foi possível realizar a medição no ponto 6. O ponto 14 apresentou uma diferença fora do padrão observado, ao verificar a posição do mesmo, este está localizado junto à uma obra (elevado para carros) que não existia quando os dados do IPUF foram medidos.

745000



745000



Quadro 3.47: Coordenadas das Medições – Coordenadas em UTM Zona 22 Sul – Datum WGS84

PONTO	MALHA IPUF	MEDIÇÃO	DIFERENÇA
Ponto 01	5,10	5,13	-0,03
Ponto 02	3,90	4,35	-0,45
Ponto 03	3,90	4,04	-0,14
Ponto 04	3,90	3,72	0,18
Ponto 05	3,90	4,53	-0,63
Ponto 06	-	-	-
Ponto 07	3,80	4,24	-0,44
Ponto 08	0,70	0,83	-0,13
Ponto 09	1,90	1,84	0,06
Ponto 10	0,60	1,44	-0,84
Ponto 11	1,60	1,94	-0,34
Ponto 12	2,50	2,32	0,18
Ponto 13	1,40	2,29	-0,89
Ponto 14	1,10	3,53	-2,43
Ponto 15	1,30	1,49	-0,19
Ponto 16	1,01	1,00	0,01
Ponto 17	1,01	1,54	-0,53
Ponto 18	0,70	1,14	-0,44
Ponto 19	0,50	1,05	-0,55
Ponto 20	0,70	1,41	-0,71
Ponto 21	2,10	2,53	-0,43
Ponto 22	7,50	7,33	0,17

A seguir é apresentada a estatística das comparações realizadas (Quadro 3.48.), entretanto, vale ressaltar que não foi contabilizada a comparação para o Ponto 14, devido a obra de elevado supracitada.

Quadro 3.48: Verificação dos Pontos Utilizados no Estudo

Nº DE COMPARAÇÕES	DESVIO PADRÃO (m)	DIFERENÇA MÉDIA (m)
20	0,33	0,31

Os dados verificados do IPUF são apresentados na Figura 3.37 com sobreposição da imagem de satélite atua.

745000



Baía Sul

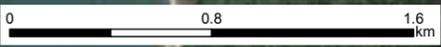
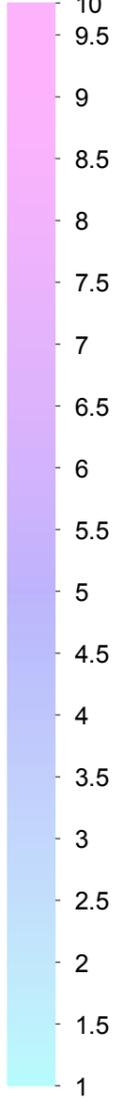
ETE Rio Tavares
▲

Legenda

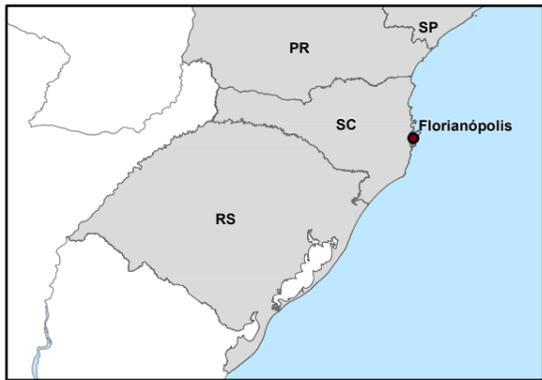
▲ ETE Rio Tavares

Malha IPUF.tif

Value



745000



NOME:

CONTRATO STE Nº 1640/2019

Dados Verificados da Malha do IPUF

FIGURA:

3.37



Uma vez que os dados próximos à área de interesse foram verificados, estes foram utilizados para referenciar a topografia no mangue, já que o acesso à esta porção da área de estudo é complicada, além do sinal do RTK não responder quando coberto por vegetação, como é o caso.

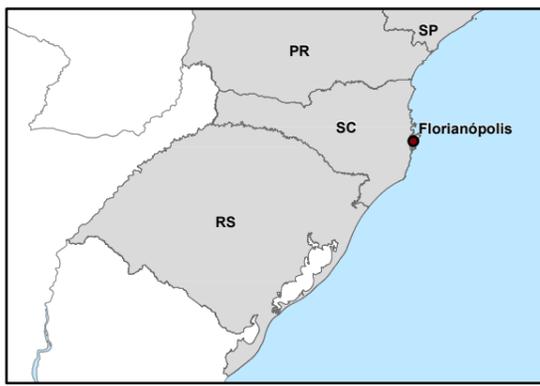
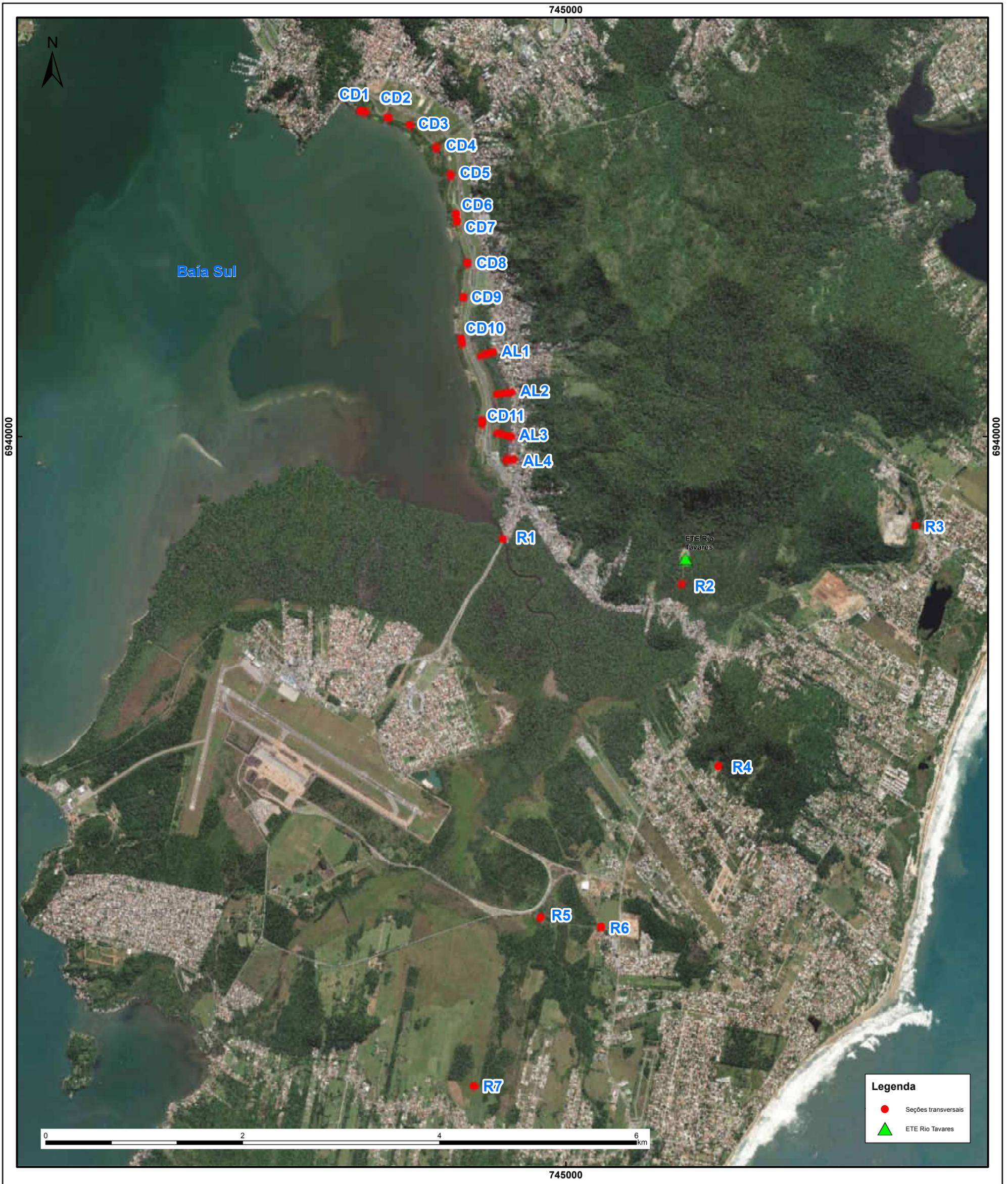
Foi delimitado um polígono de interesse (abrangendo o plano de linhas inicial para o local) e os dados que estavam dentro deste polígono foram interpolados. Em seguida, estas informações de elevação foram espelhadas para as linhas planejadas originalmente.

3.3.1.5 Topografia - Perfis Transversais

Foram realizadas medições de perfis transversais nos canais de drenagem, área alagada e ao longo do curso do rio, conforme apresentado na Figura 3.38.

Para realização das medições das seções transversais foram executados rastreios com auxílio de um RTK nos RNs do IBGE (fornecidos pela CASAN). Em seguida, foram realizadas as medições dos transectos, a fim de referenciar os dados ao zero IBGE. A seguir são apresentadas as especificações do RTK.

- Receptor GPS Trimble R6 RTK Base (base fixa). Receptor GPS com antena GPS e rádio UHF integrados em uma única peça. Receptor GPS com 72 canais paralelos e tecnologia R-Track para rastreamento de GPS L1/CA/L2 com suporte para WASS e EGNOS, GLONASS L1/CA/L2.
- Receptor GPS Trimble R6 RTK Rover (base móvel). Receptor GPS, antena GPS e rádio UHF, integrados em uma única peça. Receptor GPS com 72 canais paralelos e nova tecnologia R-Track para rastreamento de GPS L1/CA/L2 com suporte para WASS e EGNOS, GLONASS L1/CA/L2. Tecnologia de transmissão de dados sem fio, Bluetooth™, integrada. Capacidade de operar com GSM/GPRS para conexão à Internet para operar como rover em uma rede Trimble VRS (Virtual Reference Station). Coletor de dados TSC2 em ambiente Microsoft Windows Mobile for Pocket PC, com Bluetooth e Wi-Fi integrados e programa Survey Controller.
- Rádio Base UHF Trimble HPB450, com 14 canais selecionáveis; potência configurável em 2 ou 35W; seletor de canais integrado; a prova d'água e completamente selado; display de LCD para visualização dos canais, acompanhado de antena de 3db; cabos de conexão para antena e GPS.

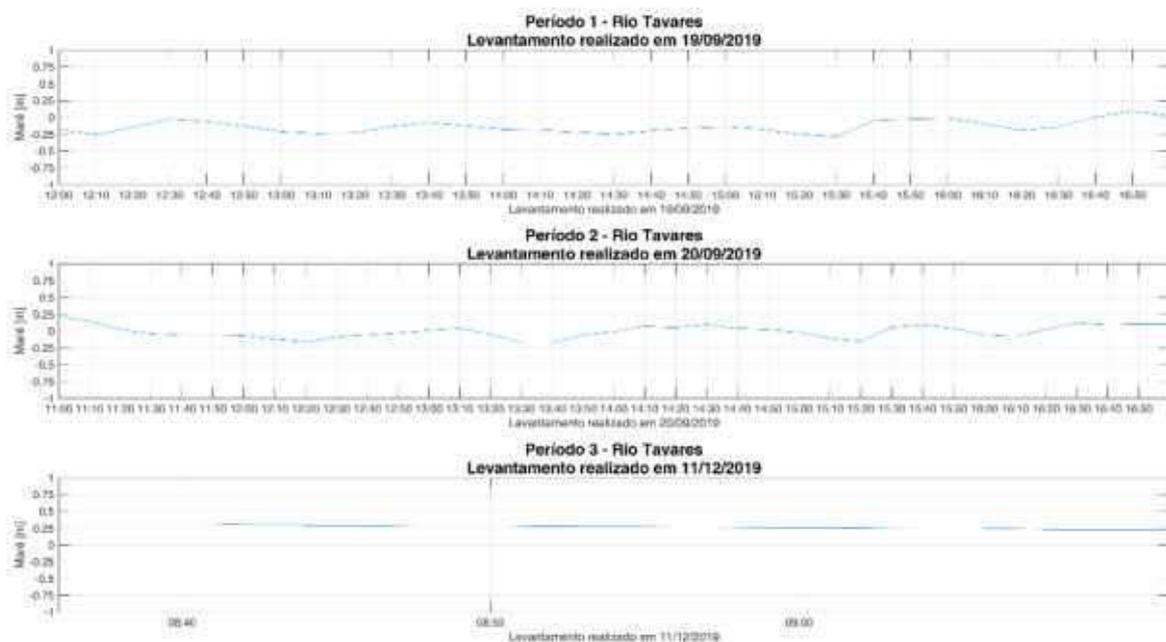


3.3.2 Resultados dos Levantamentos

Neste capítulo apresenta-se os principais resultados obtidos e as principais alterações adotadas devido as condições de campo das seções topobatimetria no Rio Tavares e seus afluentes, linhas de batimetria na Baía Sul, topobatimetria nos canais de drenagem e na área alagada, topobatimetria nos afluentes do Rio Tavares próximo a área de manguezal e a validação da topografia na área de manguezal que é disponibilizada pelo Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis - IPUF.

3.3.2.1 Maré

Os dados de maré utilizados para corrigir as batimetrias executadas na Baía Sul e cursos do Rio Tavares Trecho 1 foram do ADCP 1, este foi instalado na desembocadura do Rio Tavares na Baía Sul de Florianópolis. Para a batimetria do curso do Rio Tavares executada no Trecho 2 foram utilizados os dados do linígrafo P5 instalado na área do levantamento. As séries temporais de maré são apresentadas na Figura 3.39.



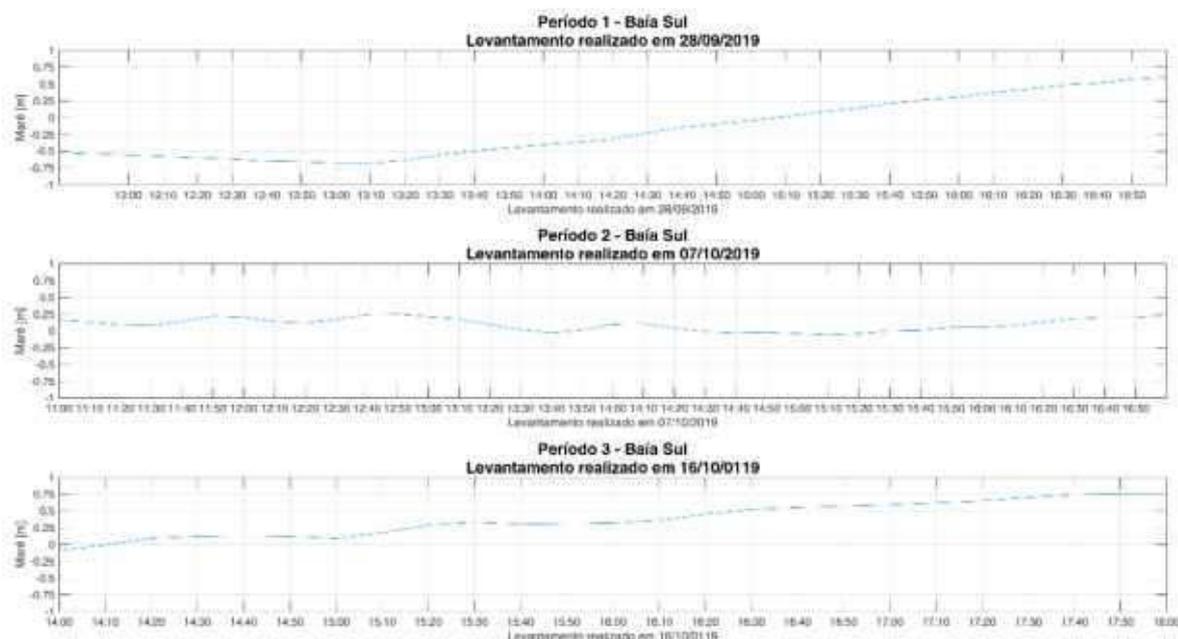


Figura 3.39: Períodos de Maré Utilizados para Correção da Batimetria

3.3.2.2 Batimetria Monofeixe

Todos os resultados do levantamento hidrográfico estão no sistema de coordenadas UTM, Datum WGS-84, zona 22 sul. O Quadro 3.49 apresenta as profundidades encontradas na região:

Quadro 3.49: Profundidades das Batimetrias Executadas na Área de Estudo

LOCAL	MÍNIMA	MÁXIMA
Baía Sul	0,18	7,94
Rio Tavares – Trecho 1	0,83	4,45
Rio Tavares – Trecho 2	0,36	2,10

Foram realizadas linhas de verificação em toda a área, com o intuito de observar a diferença entre as profundidades observadas nestas linhas e as linhas regulares, conferindo assim a Incerteza Vertical Total do levantamento executado. De acordo com a NORMAM 25, Anexo J, Título IV, a Incerteza Vertical Total para as profundidades encontradas no levantamento não pode extrapolar o máximo estipulado no gráfico da IVT (Figura 3.40). Apesar do levantamento se enquadrar na categoria 2, os cruzamentos foram verificados seguindo uma maior exigência, conforme trecho apresentado a seguir:

- a) Nos casos de levantamentos monofeixe classificados como ordem 1b (de acordo com a publicação S44 da OHI), a incerteza vertical total (IVT), que corresponde à diferença entre a sondagem regular e a sondagem da linha de verificação, não deve ultrapassar os valores limites listados na tabela abaixo, conforme profundidade do local do levantamento:

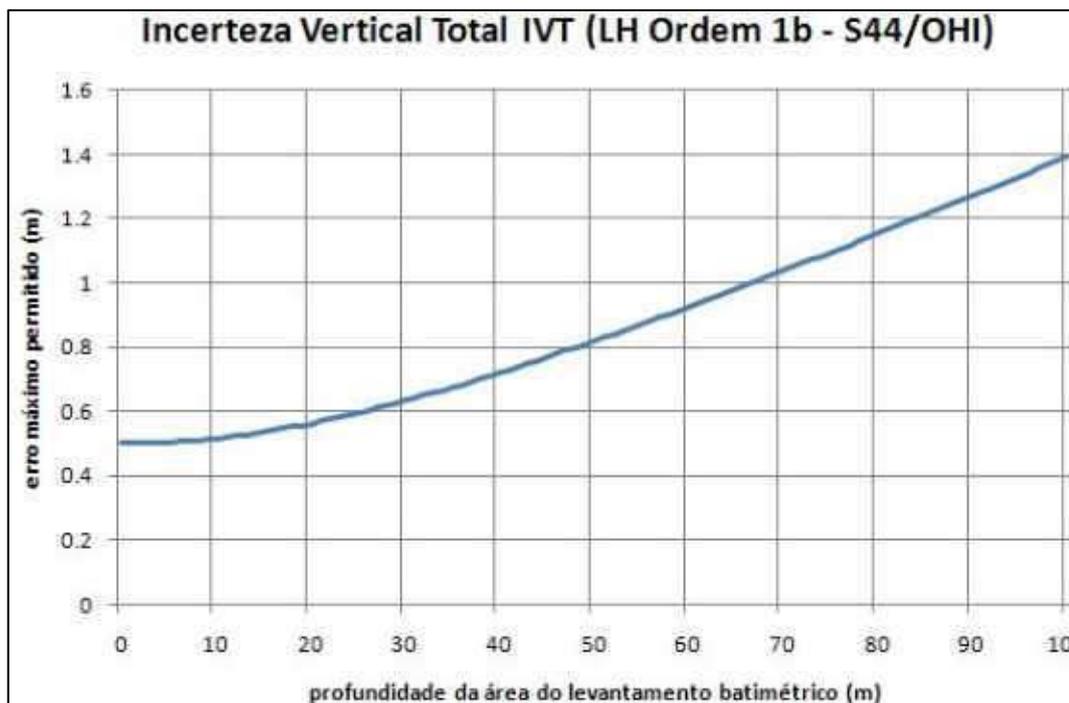


Figura 3.40. Gráfico da Incerteza Vertical Total Máxima Permitida para Diferentes Profundidades Segundo a NORMAM-25

Para o atual levantamento, como mostra a Figura 3.41, 100% das profundidades observadas encontra-se abaixo da IVT máxima permitida para um levantamento categoria 1b, entretanto, considerando a real categoria do levantamento, 100% dos dados estão dentro do IVT máximo permitido.

A Figura 3.41 e a Quadro 3.50 apresentam os valores estatísticos, das comparações entre as linhas regulares de sondagem e as linhas de verificação.

Quadro 3.50: Valores Estatísticos Extraídos da Comparação entre Linhas Regulares e Linhas de Verificação

LOCAL	Nº DE CRUZAMENTOS	DESVIO PADRÃO (m)	DIFERENÇA MÉDIA (m)	DIFERENÇA MÁXIMA (m)	DIFERENÇA MÍNIMA (m)
Batimetria Baía Sul	42	0,10	0,18	0,38	0,01
Batimetria Rio Tavares Trecho 1	8	0,08	0,12	0,27	0,01

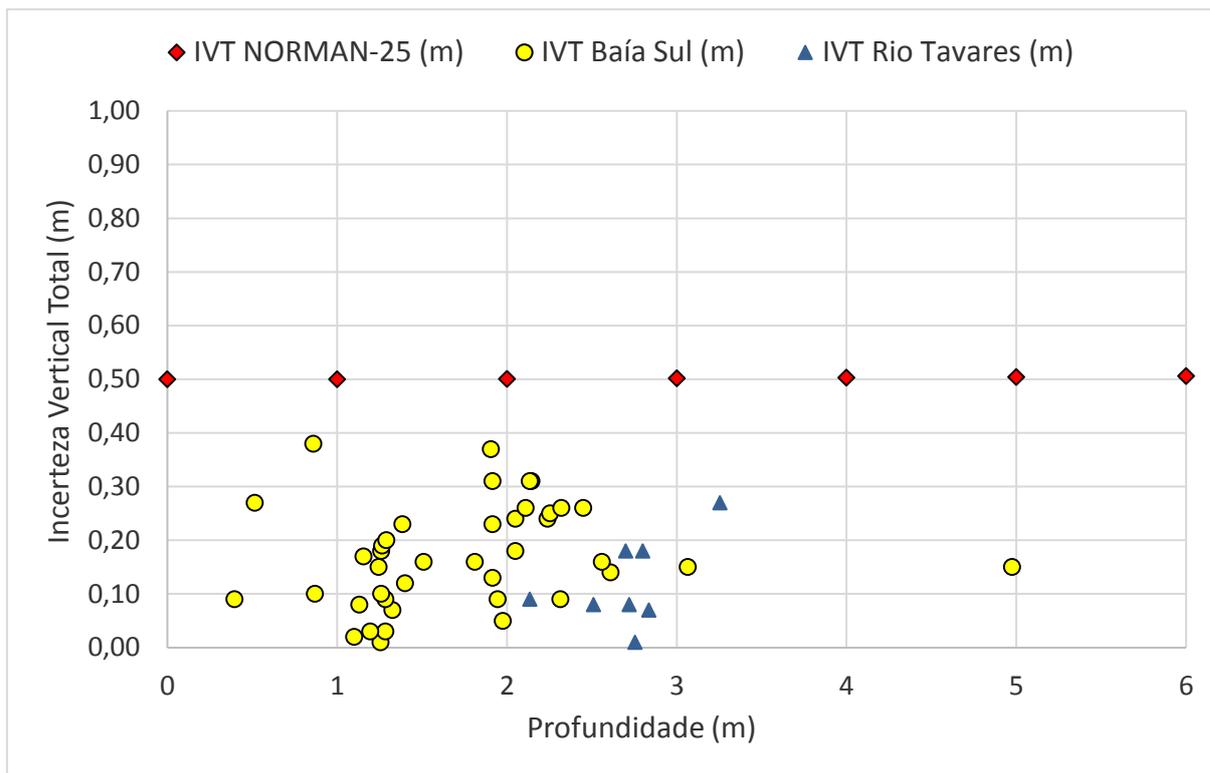
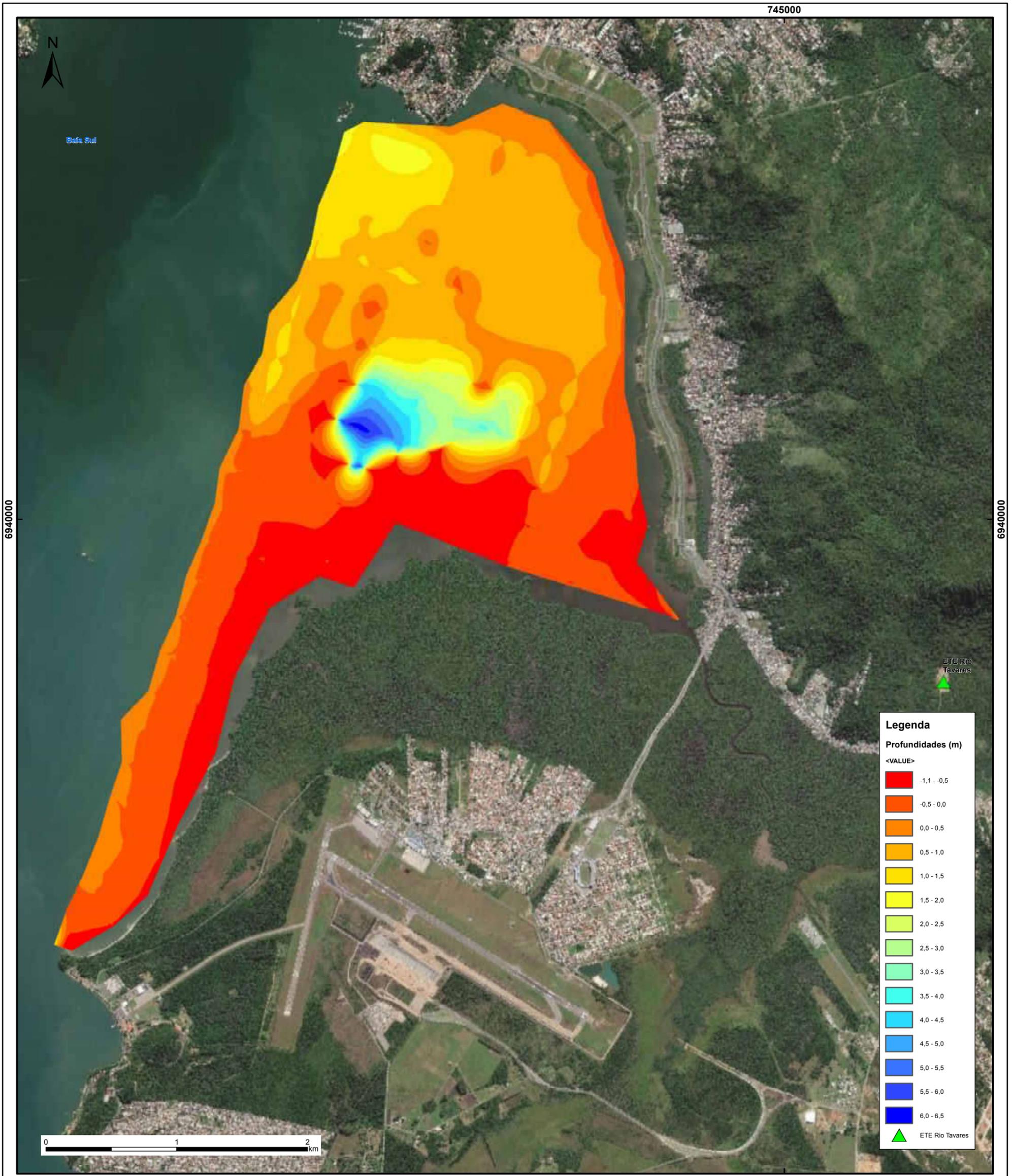


Figura 3.41. Gráfico de Incerteza Vertical Total – IVT – do Levantamento Batimétrico Monofeixe

Os resultados são apresentados em mapas com intervalos de classes de profundidades, os mapas foram gerados com e sem interpolação, com a classificação dos dados obtidos em intervalos de 0,5 metro.

A Figura 3.42 apresenta os dados batimétricos monofeixe da Baía Sul sem interpolação, onde é possível observar pela imagem de satélite base do mapa os bancos de areia e o buraco da obra de dragagem realizado na área na área de estudo. Já a Figura 3.43 apresenta os resultados obtidos na batimetria monofeixe com interpolação dos dados pelo método *Natural Neighbor*.

A Figura 3.44 apresenta os dados batimétricos monofeixe do curso do Rio Tavares (Trecho 1 até a desembocadura e Trecho 2) sem interpolação, em intervalos de 0,5 metro.

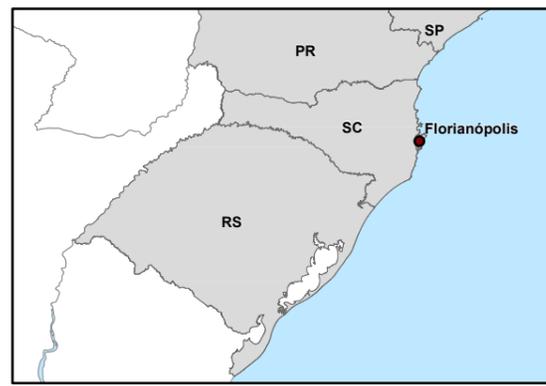


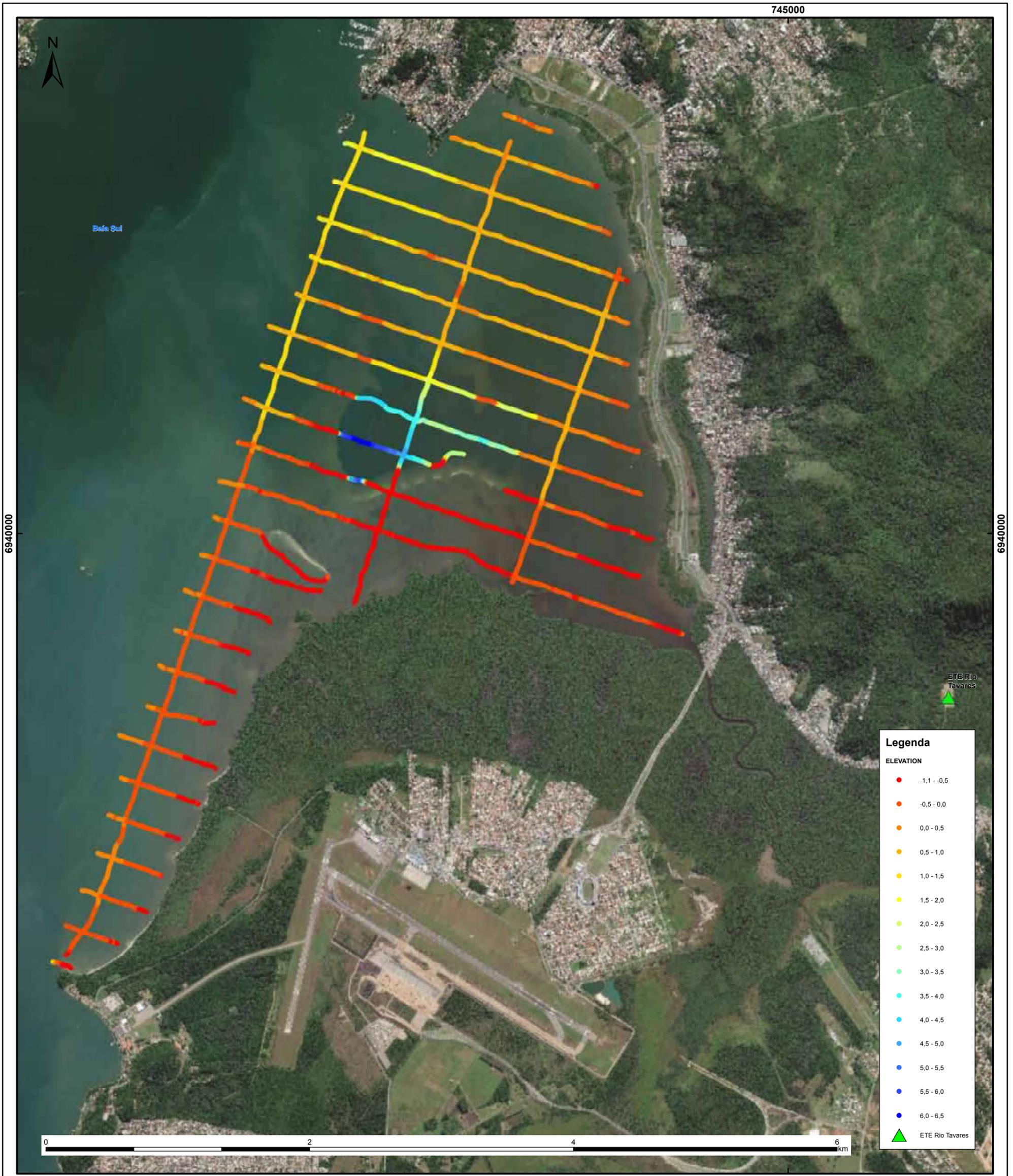
Legenda

Profundidades (m)

<VALUE>

Red	-1.1 - -0.5
Orange	-0.5 - 0.0
Light Orange	0.0 - 0.5
Yellow	0.5 - 1.0
Light Yellow	1.0 - 1.5
Yellow-Green	1.5 - 2.0
Light Green	2.0 - 2.5
Green	2.5 - 3.0
Light Blue	3.0 - 3.5
Blue	3.5 - 4.0
Light Blue	4.0 - 4.5
Blue	4.5 - 5.0
Dark Blue	5.0 - 5.5
Very Dark Blue	5.5 - 6.0
Dark Blue	6.0 - 6.5
Green Triangle	ETE Rio Tavares

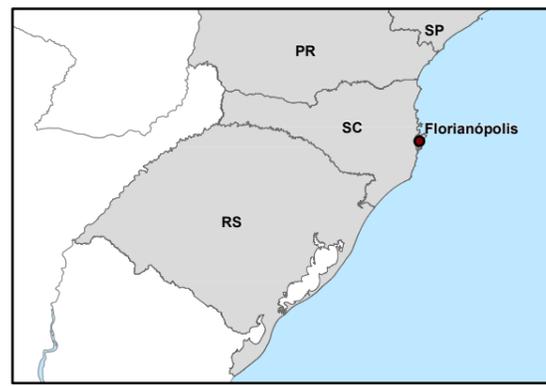




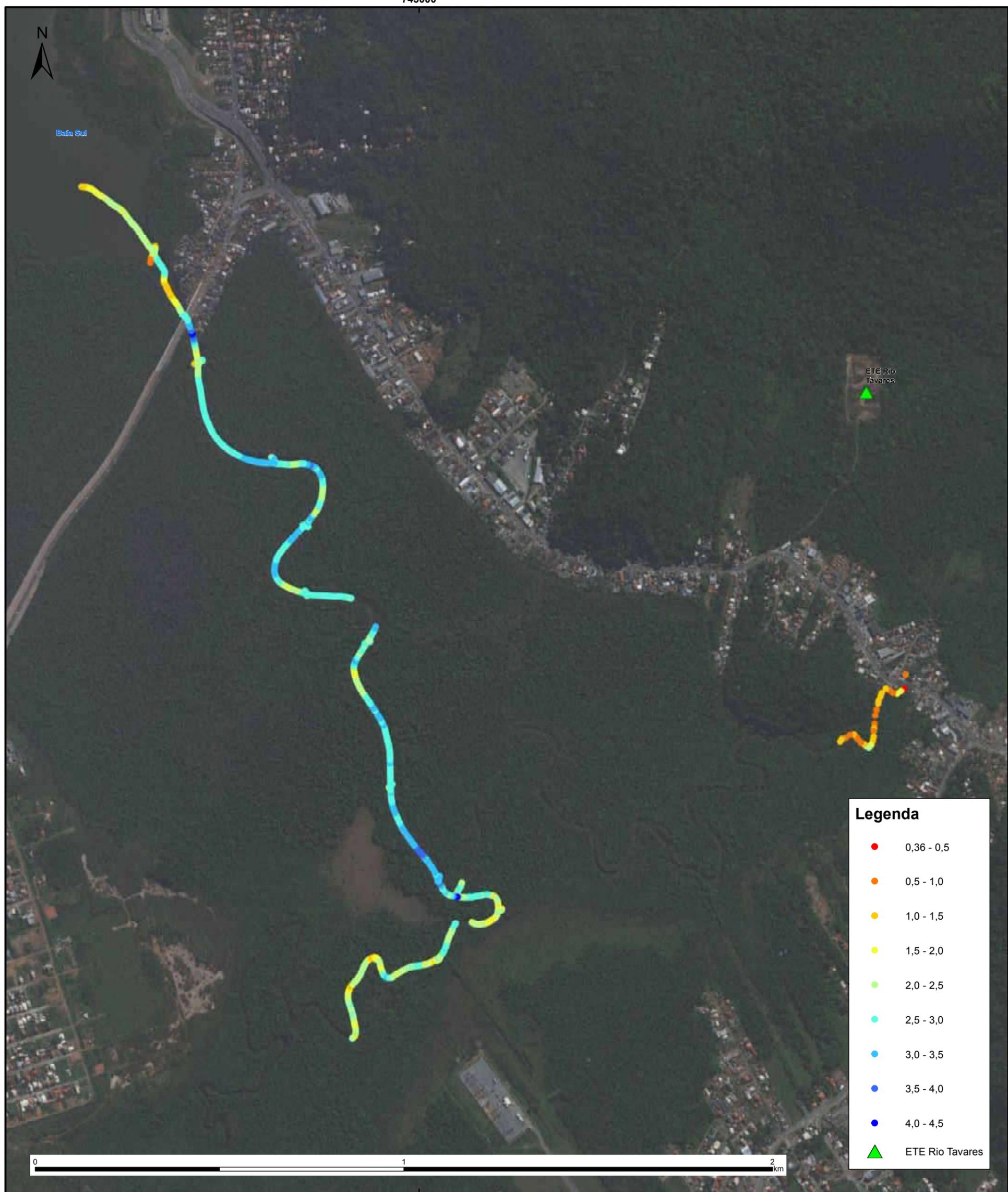
Legenda

ELEVATION

●	-1,1 - -0,5
●	-0,5 - 0,0
●	0,0 - 0,5
●	0,5 - 1,0
●	1,0 - 1,5
●	1,5 - 2,0
●	2,0 - 2,5
●	2,5 - 3,0
●	3,0 - 3,5
●	3,5 - 4,0
●	4,0 - 4,5
●	4,5 - 5,0
●	5,0 - 5,5
●	5,5 - 6,0
●	6,0 - 6,5
▲	ETE Rio Tavares

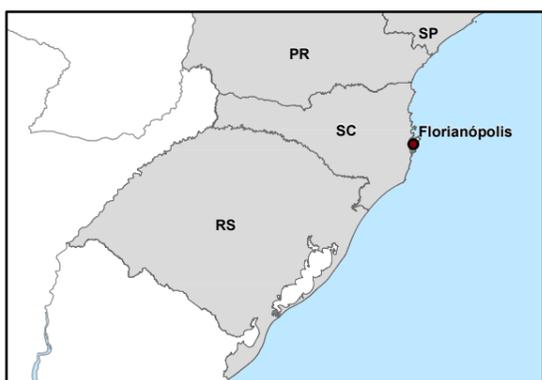


745000



Legenda	
●	0,36 - 0,5
●	0,5 - 1,0
●	1,0 - 1,5
●	1,5 - 2,0
●	2,0 - 2,5
●	2,5 - 3,0
●	3,0 - 3,5
●	3,5 - 4,0
●	4,0 - 4,5
▲	ETE Rio Tavares

745000



Ressaltando que a extensão sondada do Trecho 2 do curso do Rio Tavares foi executada de acordo com acessibilidade local, sendo esta interrompida por vegetação obstrutiva à passagem das embarcações não propelidas, as quais foram utilizadas pelo fato de apresentarem baixo calado para possibilitar maior avanço no curso do Rio. Importante frisar que não foi prevista, nem solicitada autorização prévia para suprimir vegetação ciliar do mangue nos arredores do Rio Tavares, desta forma, a limitante do levantamento foi esta vegetação, ou seja, a equipe adentrou o mangue até que fosse possível ultrapassar a galharia da vegetação sem necessidade de suprimi-la, conforme apresentado na Figura 3.45 a seguir.



Figura 3.45: Vegetação Interrompendo o Avanço da Sondagem

A equipe foi mobilizada para realizar medições no canal de drenagem, localizado entre o mangue do Rio Tavares e a Rodovia SC-405 Francisco Magno Vieira, ressaltando que este canal foi aberto por atividades antrópicas visando drenar a área e impedir o alagamento das residências do local. No ato, a equipe observou o canal seco (conforme Figura 3.46), não sendo possível realizar medições de profundidade. Por este motivo, foi realizada uma pesquisa indireta, junto aos moradores residentes nos terrenos com divisa com o canal supracitado, sendo relatado que o nível normalmente observado é de 0,79 metros, ressaltando que a equipe estava com a régua posicionada no local, onde foi indicado pelos moradores a altura que eles normalmente observam no canal.



Figura 3.46: Local de Medição entre o Mangue do Rio Tavares e a Rodovia SC-405 Francisco Magno Vieira

A Figura 3.47 é a comparação para as áreas concomitantes entre a batimetria executada pós dragagem e a batimetria realizada em 2019. Os tons azulados indicam erosão, portanto fica evidente que a área da Baía Sul ficou mais funda em toda sua extensão (variação máxima de 1,99 m), com exceção do buraco de dragagem. Os locais em tons avermelhados indicam assoreamento, ou seja, ficou mais raso (variação de até 4,5 m), o que ocorreu para a região do buraco de dragagem. Como esperado, o transporte natural de sedimento na Baía foi preenchendo o buraco de dragagem ao longo dos anos.

3.3.2.3 Topobatimetria – Seções Transversais

Os dados de topobatimetria foram realizados em transectos localizados nos canais de drenagem (CD) e na área alagada (AL) ao longo da via Beira-Mar Sul. Também foram realizados transectos distribuídos ao longo do Rio Tavares (R). As profundidades das seções medidas estão ilustradas no mapa a seguir (Figura 3.48).

Os perfis transversais estão dispostos nos apêndices digitais, onde a linha vermelha representa a posição aproximada da linha d'água no momento da medição dos perfis. Para a geração dos perfis apresentados, utilizou-se o *software* Global Mapper®, onde foram inseridos os pontos planialtimétricos medidos em campo, posteriormente, os mesmos foram interpolados para a geração do *Elevation Grid*, em seguida, foi utilizada a ferramenta *Patch Profile* para a geração dos perfis transversais de cada corpo hídrico.

3.3.2.4 Topografia da Área de Manguezal

Os resultados dos dados de topobatimetria do manguezal (Figura 3.49) foram realizados a partir de dados validados do IPUF, uma vez que o acesso à área de interesse é complexo e o sinal do RTK falha quando há cobertura vegetal.

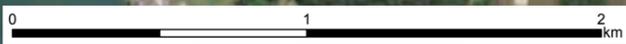
Os perfis transversais são apresentados nos apêndices digitais. Para a geração dos perfis, utilizou-se o *software* ArcMap para interpolação (método *natural neighbor*) dos pontos medidos pelo IPUF, em seguida a interpolação foi inserida no *software* Global Mapper, e, posteriormente foi utilizada a ferramenta *Patch Profile* para a geração dos perfis transversais.



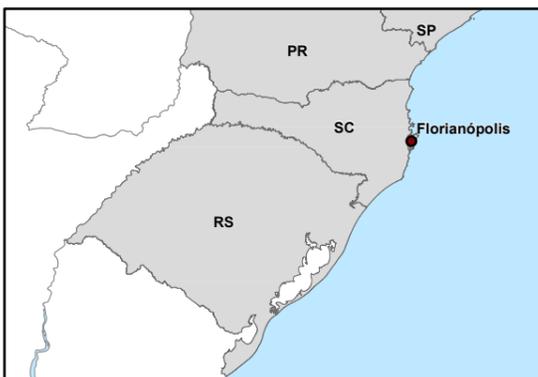
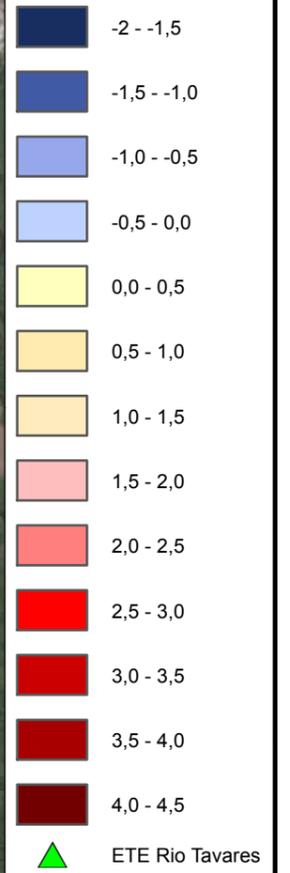
Baía Sul

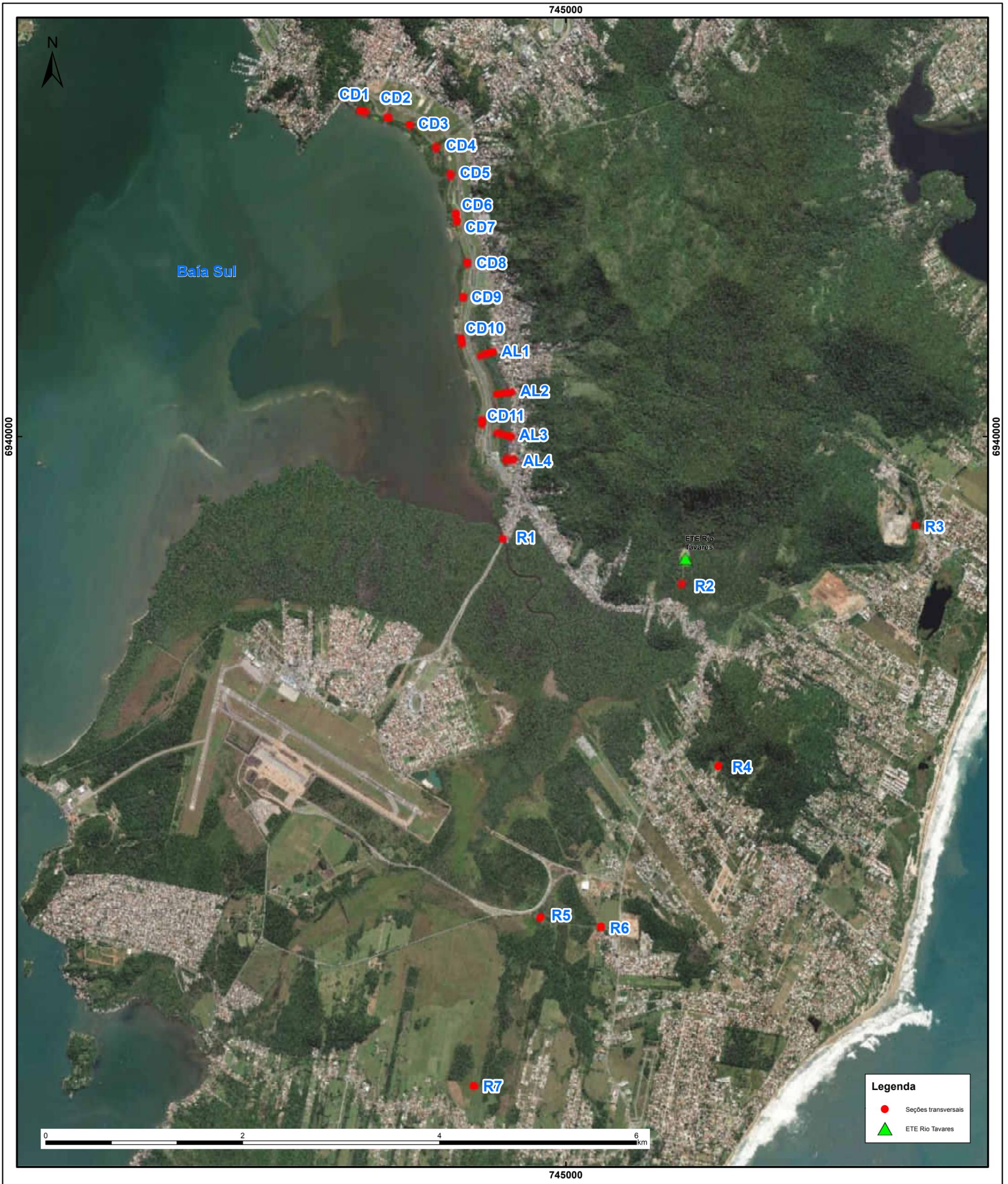
6940000

6940000



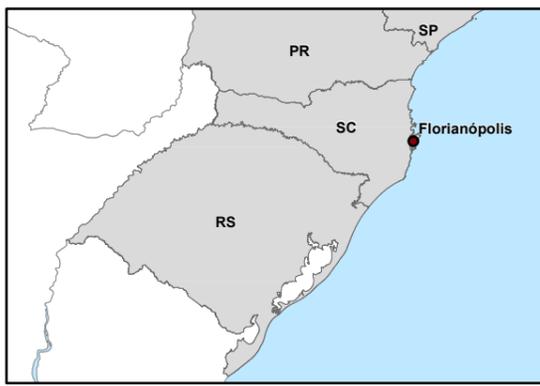
Legenda





Legenda

- Seções transversais
- ▲ ETE Rio Tavares



745000



ETE Rio Tavares

Manguezal 4

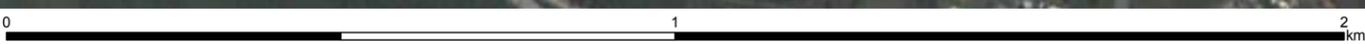
Manguezal 3

Manguezal 2

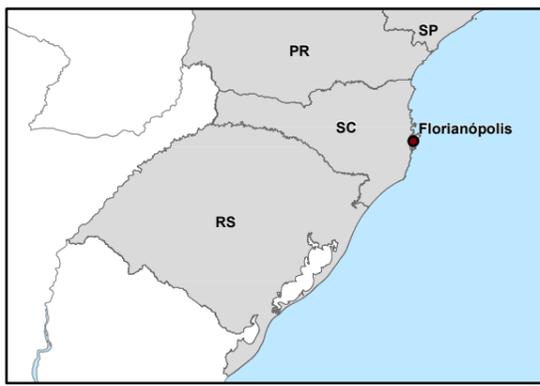
Manguezal 1

Legenda

- 0,5 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- 4 - 5
- 5 - 6
- 6 - 7
- 7 - 8
- 8 - 9
- ▲ ETE Rio Tavares



745000



3.4 Identificação e Investigação de Áreas com Aptidão para Infiltração no Solo do Efluente Tratado

Com o intuito de identificar áreas com aptidão para a infiltração no solo do efluente tratado, o estudo em tela desenvolveu inicialmente o mapeamento através do Sistema de Informações Geográficas (SIG), definiu alguns critérios importantes para seleção das áreas, selecionou as principais áreas aptas para infiltração e fez o reconhecimento de campo. Posteriormente, aplicou-se uma análise multicritério para a seleção de três áreas que apresentaram maior aptidão para o estudo de alternativas considerando a infiltração do efluente tratado no solo.

3.4.1 Critérios Adotados para Seleção de Áreas Aptas

Após o desenvolvimento da caracterização preliminar da área do estudo desenvolvido através de Mapeamentos Efetuados em Sistema de Informações Geográfica (SIG), foi possível identificar e descrever aspectos relevantes que impactam o estudo de seleção de áreas consideradas aptas para disposição no solo do efluente tratado da ETE Rio Tavares.

Para tanto, produziu-se o Quadro 3.51, onde são apresentados os critérios preferenciais a serem buscados no processo de seleção das áreas com aptidão para disposição no solo do efluente tratado.

Quadro 3.51: Resumo dos critérios adotados para seleção das áreas com aptidão

Aspectos	Critérios	Parâmetros preferenciais infiltração	Parâmetros preferenciais escoamento superficial
Físicos	Profundidade do solo	> 180 cm	Indiferente
	Declividade da área	até 14 %	2 a 8%
	Tipo de solo	Arenosos	Argilosos
	Áreas habitadas	Regiões afastadas	Regiões afastadas
	Cursos de água	Regiões afastadas	Regiões afastadas
	Local com poços de abastecimento de água	Regiões afastadas	Regiões afastadas
	Distância do local de produção do efluente	Próximo do local	Próximo do local
	Profundidade do lençol freático	Maior que 0,60 m	Não crítico
Bióticos	Presença de Mata Atlântica	Evitar	Evitar
	Área de Proteção Permanente	Evitar	Evitar
	Proximidade Reserva Extrativista Pirajubaé	Evitar	Evitar
Sociais e Urbanísticos	Aglomerados populacionais	Distanciamento das áreas construídas	Distanciamento das áreas construídas
	Comunidade Pesqueira	Distanciamento dos recursos hídricos	Distanciamento dos recursos hídricos
	Turismo	Distanciamento das áreas turísticas	Distanciamento das áreas turísticas
Restrições e Normativas Legais Aplicáveis	Plano Diretor - Zoneamento	Macrozonas rurais	Macrozonas rurais
	Áreas de Preservação Permanente	Evitar	Evitar
	Áreas de Reserva Legal	Evitar	Evitar
	Áreas de Proteção Ambiental	Evitar	Evitar

3.4.2 Áreas Possíveis de Indicação

As áreas possíveis de indicação que foram considerados como possibilidade de receber o efluente tratado da ETE Rio Tavares, foram selecionadas após o amplo inventário elaborado a partir do uso de sistema de informação georeferenciado (SIG), buscando atender as características favoráveis que foram apresentadas como critérios adotados para seleção das áreas aptas. Cabe salientar que em um primeiro momento selecionou-se

Previamente, antes da apresentação das possíveis áreas de aptidão, apresentou-se as características da ETE Rio Tavares, com destaque para as características previstas para o efluente tratado da estação. Sobre este último cabe observar que as cargas finais que sairão após o tratamento são extremamente baixas sendo o efluente caracterizado como de ótima qualidade. Por fim, para servir de subsídio na escolha das áreas, foram apresentadas estimativas da dimensão do espaço necessário para disposição do efluente.

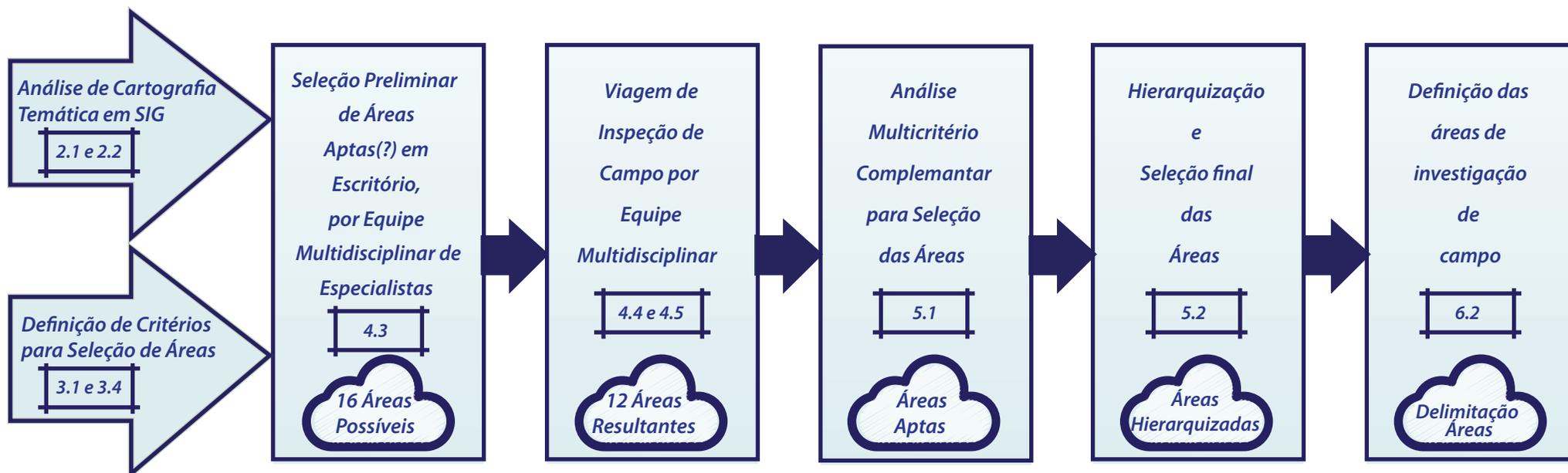
Cumprе salientar as dificuldades encontradas para a seleção de áreas aptas para tal finalidade no trabalho, tendo presente as características dos ecossistemas locais: banhados, poucas áreas de grande extensão livres de ocupação, ausência de áreas agriculturáveis, áreas não alagáveis e áreas livres de uso previsto.

A sequência para a indicação das áreas possíveis para alternativas de lançamento do efluente tratado no solo após o mapeamento e identificação dos critérios adotados, foram:

- Conhecimento das características do efluente tratado da ETE Rio Tavares;
- Requisito extensão de área necessária;
- Localização e Seleção Preliminar das Áreas (16 áreas selecionadas);
- Viagem de Reconhecimento e Seleção das Áreas;
- Avaliação após reconhecimento de campo (15 áreas selecionadas);
- Aplicação de metodologia de análise multicritério de pré-seleção das áreas (3 áreas selecionadas).

Na Figura 3.50 pode ser observado o fluxograma sintético do processo de trabalho para seleção de áreas aptas e na figura Figura 3.51 as áreas selecionadas para investigação de campo desenvolvida nas áreas com maior aptidão.

FLUXOGRAMA SINTÉTICO DO PROCESSO DE TRABALHO PARA SELEÇÃO DE ÁREAS COM APTIDÃO PARA DISPOSIÇÃO DO EFLUENTE TRATADO NO SISTEMA SOLO-AQUÍFERO DA ETE RIO TAVARES



LEGENDA EXPLICATIVA



"Inputs" para o Início do Processo



Itens do Relatório onde a Atividade foi Abordada / Descrita



Etapas Principais do Processo de Trabalho



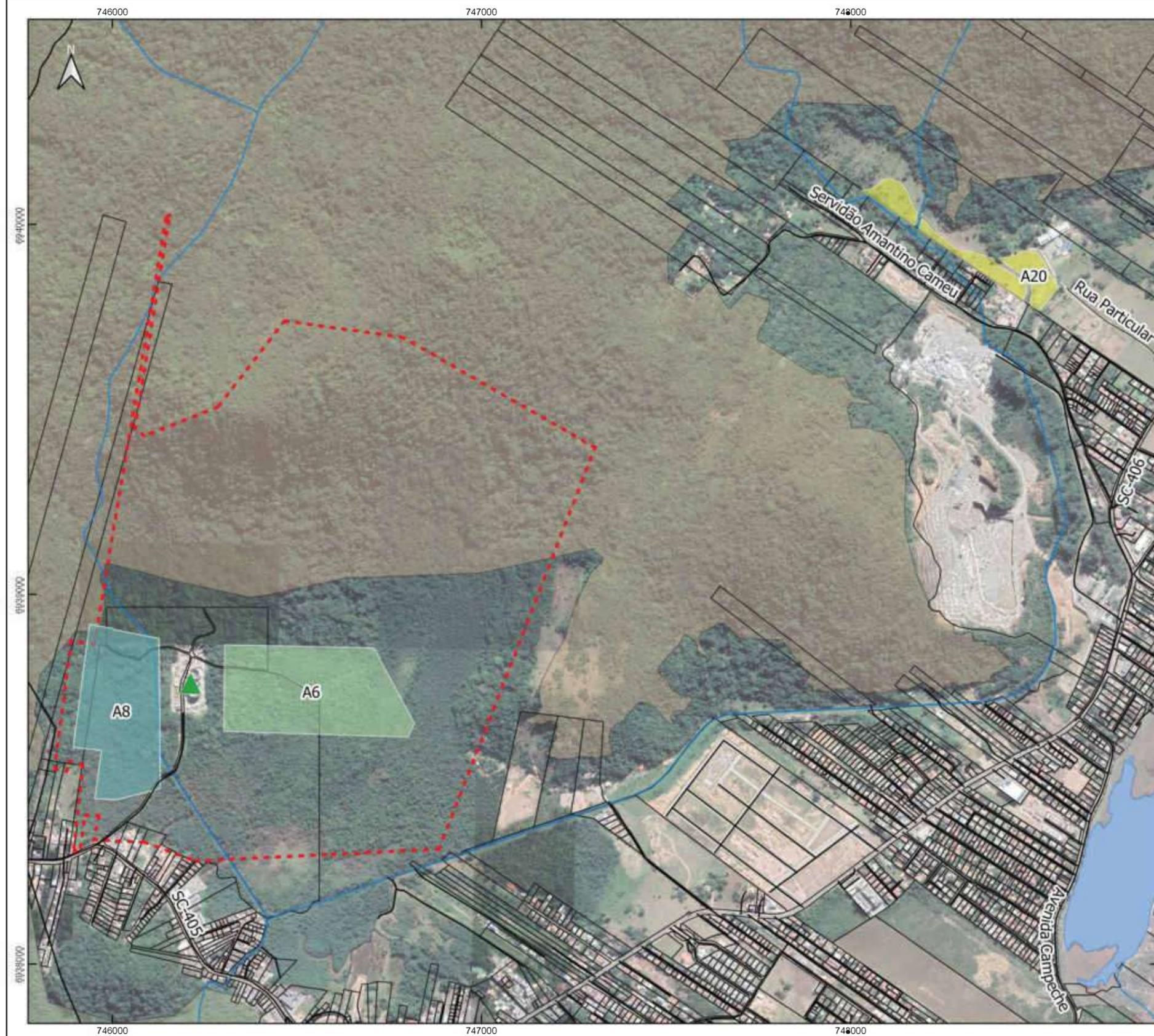
Áreas Selecionadas em cada Etapa de Trabalho



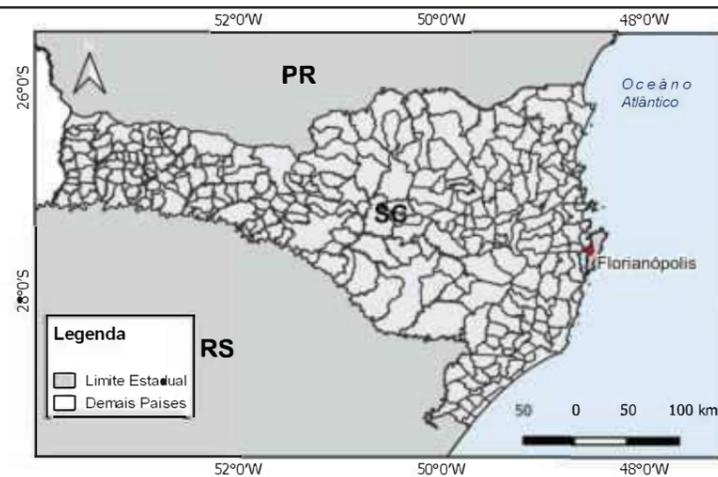
CONTRATO STE Nº 1640/2019
NOME: Fluxograma Sintético

FIGURA: 3.50





Localização Geral



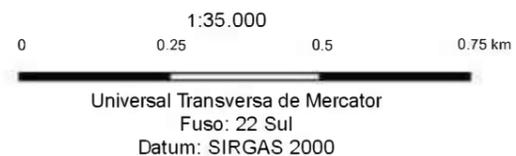
Localização Municipal



Legenda

- ETE - Rio Tavares
- Hidrologia
- Lotes
- Limite do Terreno da ETE - Rio Tavares
- Áreas Seleccionadas**
- Área 20
- Área 6
- Área 8
- Unidades de Conservação**
- Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição
- Parque Natural Municipal do Maciço da Costeira
- Reserva Extrativista Pirajuba

Referências cartográficas:
 - Limite político, Capital e Sede: IBGE (2015);
 - Hidrografia: ANA/SIGSC e IBGE
 - Sistema Viário: DNIT (2015), CASAN (2015);
 - ETE: CASAN (2015);
 - Limite Área de Estudo: Termo de Referência para Contratação de Estudos Complementares e de Alternativas para o lançamento do efluente de SES Sul da Ilha - Fase Rio Tavares (Edital de Licitação PLE n 154/2018)



CONTRATO STE Nº 1640/2019
 NOME: **Áreas finais seleccionadas com a maior aptidão para disposição do efluente tratado.**

FIGURA: **3.31**



3.4.3 Investigações em Campo e Laboratório das Áreas com Maior Aptidão

Nos capítulos subsequentes são apresentadas as principais metodologias e considerações adotadas e os resultados das investigações em campo. Em atendimento ao especificado no item 5.4 do capítulo 5 – Descrição dos Produtos Complementares do Termo de Referência da CASAN (Outubro de 2018) ⁽²³⁾, foram previstos os seguintes itens para as 2 áreas apontadas com maior aptidão para disposição de efluente no solo:

- Investigação em campo de 2 áreas apontadas com maior aptidão para disposição de efluente no solo, neste item cabe ressaltar que as Áreas 6 e 8 foram consideradas como uma única área para fins de atendimento do escopo, contudo todos os resultados das investigações em campo serão apresentados de forma separada para cada uma delas;
- Levantamento topográfico das áreas;
- Execução de 8 valas de sondagem, distribuídas da seguinte forma, 2 na Área 8, 3 na Área 6 e 3 na Área 20, até uma profundidade de 2,0 a 3,0 m onde será realizado:
 - Identificação de perfil do solo, textura, estrutura e presença de camadas restritivas;
- Execução, em contrapartida, de Análise Geofísica com a utilização do método de eletrorresistividade através de duas técnicas distintas: a Tomografia Elétrica 2D e a Sondagem Elétrica Vertical (SEV).
- Execução de 8 furos de sondagem, distribuídos da seguinte forma, 2 na Área 8, 3 na Área 6 e 3 na Área 20, após a avaliação e locação dos pontos com base nos resultados geofísicos, até a profundidade mínima de 5 metros abaixo do nível freático; onde será realizado:
 - Identificação da profundidade das águas subterrâneas;
 - Perfil da camada insaturada do solo;
 - Amostragem de solo, no quantitativo de 3 por área;
- Caracterização geotécnica para as 6 amostras de solo coletadas, determinando:
 - Massa específica dos sólidos;
 - Limites de liquidez;
 - Limites de plasticidade;
 - Análise granulométrica;
 - Porosidade;
 - Análise granulométrica e determinação da classe textural do solo;
- Análise geoquímica das amostras de solo coletadas, determinando:
 - Metais totais (Sb, As, Be, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Se, Ag, Ti, Zn, Si, Fe, Mn, Al, Ca, Mg, Na e K);
 - Carbono orgânico total (COT);
 - Varredura de ânions (cloretos e sulfatos);
 - Carbono inorgânico total;

²³ CASAN, Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. Termo de Referência para Contratação de Estudos Complementares e de Alternativas para o Lançamento do Efluente do SES Sul da Ilha - Fase Rio Tavares. Outubro, 2018.

- Bicarbonatos e carbonatos;
- Execução de 8 piezômetros, distribuídos da seguinte forma, 2 na Área 8, 3 na Área 6 e 3 na Área 20, com o monitoramento automático do nível d'água.
- Execução de 6 testes de condutividade vertical e 6 testes de condutividade horizontal distribuídos nas 3 áreas.
- Determinação do gradiente hidráulico e confecção dos mapas de fluxo das águas subterrâneas.

3.4.3.1 Levantamento Topográfico das Áreas Apontadas com Maior Aptidão

Os serviços de campo, assim como o processamento dos dados desenvolvidos no escritório foram realizados em consonância com as orientações técnicas previstas no Manual para Execução de Serviços Topográficos da CASAN 3ª edição – junho 2006.

O desenvolvimento do levantamento planialtimétrico e cadastral foi realizado com o uso de equipamento GPS Geodésico de dupla frequência (L1/L2) no modo RTK (Real Time Kinematic), utilizando como base os marcos utilizados no sistema de Geoprocessamento Corporativo de Florianópolis (<http://geo.pmf.sc.gov.br/>). Os marcos utilizados foram os VRN 13 e 18.

Os resultados do levantamento utilizando tal técnica permitem uma precisão planialtimétrica da ordem de 1 a 2 cm.

O equipamento utilizado foi o GNSS RTK GEOMAX Zenith 25, configurado para que a coletora não registrasse a coleta de pontos superiores a 5 cm.

Os levantamentos foram realizados com o uso de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), Datum SAD69 no fuso apropriado (22S).

Foi utilizada a altitude ortométrica/geoidal proveniente dos marcos para o ajuste do levantamento. De acordo com as monografias dos marcos utilizados, as altitudes elipsoidais foram corrigidas para altitudes geométricas através de nivelamento geométrico.

Os levantamentos topográficos foram realizados nas 3 áreas apontadas com maior aptidão para a disposição do efluente tratado no solo. A localização das áreas selecionadas – 6, 8 e 20, apresentada anteriormente na Figura 3.51. Os levantamentos topográficos foram realizados nas Áreas 6 e 8 entre os dias 25 de agosto e 01 de setembro de 2019, com acesso consentido pela Casan, que é proprietária das áreas. Já na Área 20 os levantamentos topográficos foram realizados nos dias 29 e 30 de maio de 2020 e o acesso à área foi consentido pelo proprietário e/ou responsável (ver apêndice digital).

Em sequência são apresentadas as principais informações das áreas e os resultados dos levantamentos realizados.

– Topografia Área 6

A área 6 fica localizada no município de Florianópolis, com acesso pela SC-405, próximo ao número 2227, dentro do terreno onde está sendo construída a ETE Rio Tavares, suas coordenadas são: 6938494,47 S e 746558,19 E. A altimetria da região levantada encontra-se entre os valores de 0,72m a 6,86m. A área disponível estimada pelo levantamento topográfico foi de 11,09 ha (ver apêndice digital).

– Topografia Área 8

A Área 8 também fica localizada no município de Florianópolis, com acesso pela SC-405, próximo ao número 2227, dentro do terreno onde está sendo construída a ETE Rio Tavares, suas coordenadas são: 6938650,77 S e 745996,98 E. A altimetria da região levantada encontra-se entre os valores de -0,10 m a 30,25 m. A área disponível estimada pelo levantamento topográfico foi de 8,91 ha (ver apêndice digital).

– Topografia Área 20

A Área 20 também fica localizada no município de Florianópolis, com acesso pela rua Particular, ao lado da Escola Dinâmica Leste, suas coordenadas são: 6939834,04 S e 748563,17 E. A altimetria da região levantada encontra-se entre os valores de 6,98 a 15,54 m. A área disponível estimada pelo levantamento topográfico foi de 30,70 ha (ver apêndice digital).

3.4.3.2 Valas de Sondagens

Nas 3 áreas escolhidas para o estudo, foram construídas valas de sondagem (2 valas na Área 6, 3 valas na Área 8 e 3 valas na Área 20) com a finalidade de avaliar o perfil do solo nos primeiros metros de profundidade. As amostragens foram realizadas em locais representativos das áreas em estudo. Na sequência são apresentados demais detalhes da execução do serviço bem como as descrições pedológicas de cada ensaio. Os resultados/informações das valas de sondagens podem ser visualizados nos apêndices digitais.

3.4.3.3 Levantamento Geofísico

Os levantamentos geofísicos foram realizados com o objetivo de auxiliar nos estudos hidrogeológicos nas três áreas de interesse (Áreas 6, 8 e 20). Os aspectos geológicos também foram observados com o intuito de embasar os estudos de geotecnia por investigação geofísica. Os trabalhos de campo permitiram concluir quanto: espessura de solo, topo rochoso, tipos litológicos, nível freático, presença de blocos/matacões, fluxo subterrâneo, entre outros.

O estudo teve como metodologia o reconhecimento geológico/geotécnico a sondagem geofísica elétrica – Método da Eletrorresistividade, através dos Imageamentos a Sondagem Elétrica Vertical. Informações sobre mapas da hidrologia e geotecnia das áreas em estudo foram adquiridas junto aos órgãos da Prefeitura de Florianópolis.

A execução dos serviços e o processamento e interpretação dos dados foi realizado pela empresa TECGEO Tecnologia em Sondagens Geofísicas Ltda., CNPJ: 73.946.766/0001-37, localizada em Florianópolis, SC.

As metodologias e especificações adotadas no levantamento e os resultados obtidos nas investigações realizadas nas Áreas 6, 8 e 20, bem como conclusões dos resultados são apresentados nos apêndices digitais.

3.4.3.4 Furos de Sondagens e Piezômetros

Baseado nos resultados dos estudos geofísicos realizados nas Áreas 6, 8 e 20, foram definidos os locais para execução das sondagens geotécnicas e instalação dos piezômetros.

Na **Área 6**, os estudos geofísicos mostraram que a profundidade da rocha sã varia entre 16 m e mais de 30 metros, indicando uma boa espessura de depósito marinho costeiro. Os estudos indicaram também, que a profundidade do nível freático (NA) varia entre 1,5 m na parte oeste da área, até mais de 7,0 metros de profundidade. Na maior parte da área o NA está a mais de 3,0 metros de profundidade, indicando uma boa espessura de zona não saturada. Este é um fator importante quando se visa a alternativa de infiltração dos efluentes provindos da ETE.

Os locais das sondagens foram selecionados baseados nos resultados dos estudos geofísicos, procurando posicionar em locais com boa espessura de areia.

Os locais dos piezômetros foram escolhidos em função da profundidade do nível estático das águas subterrâneas e da espessura da zona não saturada.

Na **Área 8**, os estudos geofísicos mostraram que a profundidade da rocha sã varia entre 4 m e mais de 30 metros, indicando uma espessura de solo alterado de até 16 m. Os estudos

indicaram também, que a profundidade do nível freático (NA) varia entre 0,2 m na parte sul da área, até 1,8 metros de profundidade na parte oeste. Em grande parte da área o NA está a menos de 0,5 metros de profundidade, indicando uma baixa espessura de zona não saturada. Este é um fator negativo quando se visa a alternativa de infiltração dos efluentes provindos da ETE.

Os locais dos piezômetros, também na mesma região, foram escolhidos em função da localização dos furos de sondagem, que foram executados nos locais com menos zonas alagadas no momento da execução dos serviços.

Na **Área 20**, os estudos geofísicos mostraram que a profundidade da rocha alterada a sã varia entre 9 m e mais de 50 metros, indicando uma espessura solto alterado e depósito colúvio-aluvionar de até 12 m . Os estudos indicaram também, que a profundidade do nível freático (NA) varia entre 0,5 m na parte sudeste da área, até mais de 0,9 metros de profundidade na parte nordeste da área.

Na maior parte da área o NA está a 0,6 metros de profundidade, indicando uma baixa espessura de zona não saturada. Este é um fator negativo quando se visa a alternativa de infiltração dos efluentes provindos da ETE.

Os locais das sondagens foram selecionados baseados nos resultados dos estudos geofísicos e destruídos dentro da área para uma abrangência maior, uma vez que toda a área apresenta nível do lençol freático pouco profundo.

Os piezômetros foram instalados em todos os furos de sondagem executados na área.

As figuras e resultados das sondagens e piezômetros podem ser visualizados nos apêndices digitais.

3.4.3.5 Testes de Infiltração no Solo

A determinação da capacidade de infiltração no subsolo e condutividade hidráulica em piezômetros foram realizados, respectivamente, através de ensaios com a utilização de anéis concêntricos e ensaios do tipo *slug test*. Foram realizados 2 (dois) ensaio de cada tipo em cada uma das três áreas em estudo, denominadas de Área 6, Área 8 e Área 20. Também, nos apêndices digitais, os resultados podem ser verificados.

3.4.3.6 Determinação do Gradiente Hidráulico e Confecção dos Mapas de Fluxo das Águas Subterrâneas

Com base nos conceitos de Feitosa (1997) ⁽²⁴⁾ e nas informações dos levantamentos topográficos, levantamentos geofísicos e da execução dos furos de sondagem nas 3 áreas apontadas com maior aptidão para a disposição do solo, foram determinados os gradientes hidráulicos e confeccionados os mapas de fluxo das águas subterrâneas, conforme apresentado nos mapas localizados nos apêndices digitais.

3.4.3.7 Análise Integrada dos Resultados das Investigações em campo e Laboratório – Áreas com Maior Aptidão

Neste capítulo apresentam-se de forma resumida os resultados das investigações em campo, no Quadro 3.52, e analisam-se as áreas apontadas com maior aptidão, de forma a avaliar as possibilidades para fins de descarte e infiltração do efluente tratado no solo.

Esta análise integrada está baseada nas investigações de campo realizadas nas áreas denominadas de 6, 8 e 20, através dos levantamentos topográficos, das valas de sondagens, do levantamento geofísico, dos furos de sondagens e piezômetros, dos testes

²⁴ FEITOSA, Fernando A. C. et al. Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. Fortaleza: Serviço Geológico do Brasil (CPRM, LABHID-UFPE), 1997.

de infiltração no solo, e da determinação do gradiente hidráulico e confecção dos mapas de fluxo das águas subterrâneas.

– **Área 6**

A Área 6 localizada no município de Florianópolis, com acesso pela SC-405, próximo ao número 2227, dentro do terreno onde está sendo construída a ETE Rio Tavares. A altimetria da região levantada encontra-se entre os valores de 0,72m a 6,86m. A área disponível estimada pelo levantamento topográfico foi de 11,09 ha, como apresentado no item.

Do ponto de vista pedológico, a Área 6 foi estudada através de valas de sondagem e de tradagens com trado holandês atingindo profundidades compatíveis com o exigido no Termo de Referência. Foram abertas valas até 1,50 m de profundidade e perfurado a trado de 1,50 m até 2,10 m de profundidade. Os resultados apresentaram tipos de solos diferentes.

Foram realizados levantamentos geofísicos com o objetivo de auxiliar nos estudos hidrogeológicos, visando caracterizar o substrato rochoso, através da detecção e delimitação de zonas anômalas que pudessem estar relacionadas com zonas fraturadas e/ou falhadas, bem como obter a profundidade do nível freático e do topo rochoso. Os levantamentos foram realizados pelo método da Eletroresistividade, através de técnicas de Sondagem Elétrica Vertical (SEV) e do Caminhamento Elétrico 2D (CE).

Os resultados mostraram que o nível freático (NA) varia na área de 1,5 m na parte oeste da área, até mais de 7,0 m de profundidade. Na maior parte da área o NA está a mais de 3,0 metros de profundidade, indicando uma boa espessura de zona não saturada. O topo rochoso varia de 16 m a mais de 30 m de profundidade, indicando uma boa espessura de areia.

Os estudos geofísicos foram importantes para a definição dos locais para execução das sondagens geotécnicas e instalação dos piezômetros.

As sondagens geotécnicas foram posicionadas em 3 locais, onde foram construídos os piezômetros. Junto de duas das sondagens geotécnicas foram coletadas 2 amostras de solo deformado para realização de ensaios de caracterização geotécnica, porosidade e análise geoquímica, em profundidades entre 2,0 e 3,0 metros.

As sondagens atingiram 20,50 m de profundidade e os níveis d'água variaram entre 1,10 m e 1,80 metros de profundidade, mostrando uma boa espessura de zona não saturada, o que é fundamental para os propósitos de infiltração de efluentes da ETE.

A Análise Granulométrica das 2 amostras indicou um predomínio de Areia Fina. A porosidade variou entre 38 % e 49 %, indicando uma classificação de Areia Argilosa e Areia Siltsosa.

Quanto à qualidade geoquímica dos solos, foram coletadas 2 amostras na Área 6, em profundidades entre 2,0 e 3,0 metros. Foram analisados os parâmetros Sb, As, Be, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Se, Ag, Ti, Zn, Si, Fe, Mn, Al, Ca, Mg, Na, K, Cloretos, Sulfatos, Bicarbonatos e Carbonatos, conforme solicitado no Termo de Referência. A classificação foi realizada baseada na resolução CONAMA 420. A Classificação dos Parâmetros Conforme CONAMA 420, indicou que na Área 6, dos parâmetros analisados só detectado o Zn e resultou na Classe 1 para a área.

Os parâmetros Carbono orgânico total (COT) e Carbono inorgânico serão apresentados assim que os resultados estiverem disponíveis.

Para analisar o comportamento das águas subterrâneas foram construídos 3 piezômetros, denominados de PZ03-6, PZ04-6 e PZ05-6 respectivamente, sendo que a profundidades foram de 12,00 m, 12,50 m e 13,00 metros, respectivamente.

Para determinação da capacidade de infiltração no subsolo e da condutividade hidráulica, foram realizados dois ensaios de cada tipo em cada área. Os resultados dos ensaios mostraram que a capacidade de infiltração máxima calculada, na Área 6, é de 478,91 mm/h.

O Ensaio de Condutividade hidráulica horizontal foi realizado nos piezômetros PZ03-6 e PZ05-6, na Área 6, e o resultado foi $2,83 \times 10^{-3}$ cm/min.

Quanto ao comportamento das águas subterrâneas na Área 6, foram construídos três piezômetros que serviram, juntamente com os dados dos estudos geofísicos, para a construção de um mapa potenciométrico preliminar da área.

É possível constatar que existe uma boa espessura de zona não saturada, condição é muito importante para a infiltração de efluentes provindos da ETE.

– **Área 8**

A Área 8 está localizada no município de Florianópolis, com acesso pela SC-405, próximo ao número 2227, dentro do terreno onde está sendo construída a ETE Rio Tavares. A área estudada tem cerca de 8,91 ha e, a altimetria variando entre -0,10 m e 30,25 m.

Do ponto de vista pedológico, a Área 8 foi estudada através de valas de sondagem e de tradagens com trado holandês, atingindo profundidades compatíveis com o exigido no Termo de Referência. Foi aberta uma vala até 0,80 m de profundidade e perfurado a trado de 0,80 m até 0,90 m de profundidade. Os resultados mostraram que a Área 8 apresenta tipos diferentes de solos.

Foram realizados levantamentos geofísicos com o objetivo de auxiliar nos estudos hidrogeológicos, visando caracterizar o substrato rochoso, através da detecção e delimitação de zonas anômalas que pudessem estar relacionadas com zonas fraturadas e/ou falhadas, bem como obter a profundidade do nível freático e do topo rochoso. Os levantamentos foram realizados pelo método da Eletroresistividade, através de técnicas de Sondagem Elétrica Vertical (SEV) e do Caminhamento Elétrico 2D (CE).

Os resultados mostraram que o nível freático (NA) varia na área de 0,20 m na parte sul da área, até mais de 1,80 m de profundidade na parte oeste. Na maior parte da área o NA está a menos de 0,5 metros de profundidade, indicando uma baixa espessura de zona não saturada. O topo rochoso varia de 4 m a mais de 30 m de profundidade.

As sondagens geotécnicas foram posicionadas em 2 locais. No SPT-01 e SPT-02 foram construídos dois piezômetros. Junto às sondagens geotécnicas foram coletadas 2 amostras de solo deformado para realização de ensaios de caracterização geotécnica, porosidade e análise geoquímica, em profundidades entre 2,0 e 3,0 metros.

As sondagens atingiram entre 7,80 m e 20,45 metros de profundidade e os níveis d'água variaram entre 0,30 m e 0,40 metros de profundidade, mostrando uma baixa espessura de zona não saturada.

A Análise Granulométrica das 2 amostras indicou um predomínio de Areia fina e menor de Areia grossa. A porosidade variou entre 39 % e 45 %, indicando uma classificação de Argila Siltosa e Areia Argilosa.

Quanto à qualidade geoquímica dos solos, foram coletadas 2 amostras na Área 6, em profundidades entre 2,0 e 3,0 metros. Foram analisados os parâmetros Sb, As, Be, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Se, Ag, Ti, Zn, Si, Fe, Mn, Al, Ca, Mg, Na, K, Cloretos, Sulfatos, Bicarbonatos e Carbonatos, conforme solicitado no Termo de Referência. A classificação foi realizada baseada na resolução CONAMA 420. A Classificação dos Parâmetros Conforme CONAMA 420, indicou que na Área 8, dos parâmetros analisados só detectado o Zn e resultou na Classe 1 para a área.

Para analisar o comportamento das águas subterrâneas foram construídos 2 piezômetros, denominados de PZ01-8 e PZ02-8 respectivamente, sendo que as profundidades foram de 7,50 m e 13,00 metros, respectivamente.

Para determinação da capacidade de infiltração no subsolo e da condutividade hidráulica, foram realizados dois ensaios de cada tipo em cada área. Os resultados dos ensaios mostraram que a capacidade de infiltração máxima calculada, na Área 8, é de 2.378,30 mm/h.

Não foi possível realizar o ensaio para a determinação da condutividade hidráulica no PZ-02 na Área 8, devido a alta recuperação (subida) do nível d'água no interior do piezômetro.

O Ensaio de Condutividade hidráulica horizontal realizado no piezômetro PZ01-8, na Área 8, indicou o resultado de $9,40 \times 10^{-4}$ cm/min.

Quanto ao comportamento das águas subterrâneas na Área 8, foram construídos dois piezômetros que serviram, juntamente com os dados dos estudos geofísicos, para a construção de um mapa potenciométrico preliminar da área.

É possível constatar que existe uma baixa espessura de zona não saturada, condição não apropriada para a infiltração de efluentes provindos da ETE.

– **Área 20**

A Área 20 também fica localizada no município de Florianópolis, com acesso pela rua Particular, ao lado da Escola Dinâmica Leste. A altimetria da região levantada encontra-se entre os valores de 6,98 a 15,54 m. A área disponível estimada pelo levantamento topográfico foi de 30,70 ha.

Do ponto de vista pedológico, a Área 20 foi estudada através de valas de sondagem e de tradagens com trado holandês, atingindo profundidades compatíveis com o exigido no Termo de Referência. Foi observado em talude e perfurado a trado de 1,10 m até 2,80 m de profundidade. Os resultados mostraram que a Área 20 apresenta tipos diferentes de solos.

Foram realizados levantamentos geofísicos com o objetivo de auxiliar nos estudos hidrogeológicos, visando caracterizar o substrato rochoso, através da detecção e delimitação de zonas anômalas que pudessem estar relacionadas com zonas fraturadas e/ou falhadas, bem como obter a profundidade do nível freático e do topo rochoso. Os levantamentos foram realizados pelo método da Eletroresistividade, através de técnicas de Sondagem Elétrica Vertical (SEV) e do Caminhamento Elétrico 2D (CE).

Os resultados mostraram que o Nível Freático (NA) varia na área de 0,5 m na parte leste da área, até 0,90 m de profundidade. Na maior parte da área o NA está a 0,60 metros de profundidade, indicando uma boa espessura de zona não saturada. O topo rochoso varia de 9 m a mais de 50 m de profundidade.

Os estudos geofísicos foram importantes para a definição dos locais para execução das sondagens geotécnicas e instalação dos piezômetros.

As sondagens geotécnicas foram posicionadas em 3 locais e em 3 sondagens foram construídos os piezômetros. Junto às sondagens geotécnicas foram coletadas 2 amostras de solo deformado para realização de ensaios de caracterização geotécnica, porosidade e análise geoquímica, em profundidades entre 2,0 e 3,0 metros.

As sondagens atingiram entre 7,40 m e 13,60 metros de profundidade e os níveis d'água variaram entre 0,30 m e 1,90 metros de profundidade, mostrando uma baixa espessura de zona não saturada, o que é não é propício para o propósito de infiltração de efluentes da ETE.

A Análise Granulométrica das 2 amostras indicou um predomínio de Areia fina e menor de Areia grossa. A porosidade variou entre 36 % e 42 %, indicando uma classificação de Argila Arenosa e Areia Siltosa.

Quanto à qualidade geoquímica dos solos, foram coletadas 2 amostras na Área 20, em profundidades entre 2,0 e 3,0 metros. Foram analisados os parâmetros Sb, As, Be, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Se, Ag, Ti, Zn, Si, Fe, Mn, Al, Ca, Mg, Na, K, Cloretos, Sulfatos, Bicarbonatos e Carbonatos, conforme solicitado no Termo de Referência. A classificação foi realizada baseada na resolução CONAMA 420. A Classificação dos Parâmetros Conforme CONAMA 420, indicou que na Área 8, dos parâmetros analisados só detectado o Zn e resultou na Classe 1 para a área.

Para analisar o comportamento das águas subterrâneas foram construídos 3 piezômetros, denominados de PZ06-20, PZ07-20 e PZ08-20, respectivamente foram de 7,00 m, 12,00 m e 10,50 metros, respectivamente.

Na Área 20 não foi possível determinar a capacidade de infiltração, pois o nível permaneceu praticamente estável em ambos os anéis durante todo o tempo, portanto a capacidade de infiltração foi praticamente nula ~ 0 (zero) mm/h nesta área.

O Ensaio de Condutividade hidráulica horizontal foi realizado nos piezômetros PZ07-20 e PZ08-20, na Área 20, e o resultado foi $7,96 \times 10^{-3}$ cm/min.

Quanto ao comportamento das águas subterrâneas na Área 20, foram construídos três piezômetros que serviram, juntamente com os dados dos estudos geofísicos, para a construção de um mapa potenciométrico preliminar da área.

É possível constatar que existe uma baixa espessura de zona não saturada, condição não apropriada para a infiltração de efluentes provindos da ETE.

– **Conclusão**

A análise integrada dos trabalhos de campo permitiu tecer as seguintes conclusões sobre a aptidão das Áreas 6, 8 e 20, para receberem os efluentes tratados da ETE do SES do Sul da Ilha – Rio Tavares.

A **Área 6** é a que apresentou os melhores resultados em relação aos estudos realizados, com espessura de sedimentos variando de 16m a mais de 30 metros. Tem o Nível Freático (NA) variando de 1,50 m a 7,30 metros de profundidade, indicando uma boa espessura de zona não saturada, com porosidade variando entre 38 % e 46%.

Além de estar localizada ao lado da área da Estação de Tratamento de Esgoto e dentro do terreno de propeidade da CASAN.

A **Área 8** apresentou resultados em relação aos estudos realizados, com espessura de sedimentos variando de 4,3m a mais de 30 metros. Tem o Nível Freático (NA) variando de 0,20 m a 1,80 metros de profundidade, indicando uma baixa espessura de zona não saturada, com porosidade variando entre 45% e 39%.

A **Área 20** tem espessura de sedimentos variando entre 9 m e mais de 50 metros, com porosidade entre 36 % e 42 %. O nível freático (NA) varia de 0,5 m até 0,9 metros de profundidade, indicando uma baixa espessura de zona não saturada.

A distância da Área 20 em relação a área da Estação de Tratamento de Esgoto conta como ponto negativo também, cerca de 5 km.

Quadro 3.52: Resumo dos Resultados das Investigações em Campo

Área	Nº Furo Sondagem	Nº Piezômetro	Topografia		Valas de Sondagem		Levantamentos Geofísicos		Furos de Sondagem e Piezômetros								
			Altitude [m]		Descrição Pedológica	Ensaio Infiltração Vertical [mm/h]	Prof. Rocha Sã [m]	Prof. N. F. [m]	Prof. Furo Sond. [m]	N. A. [m]	Caracterização Geotécnica				Piezômetro		Análise Geoquímica (CONAMA 420)
			Min	Max	Classificação						Massa Esp. Sól. [g/cm³]	LL e LP	Poros.	Classe	N. E. [m]	Ensaio Infiltração Horizontal [cm/min]	
6	SPT - 03	PZ03 - 6	0,72	6,86	Neossolo flúvico e Argissolo Vermelho Gleissolo Háptico e Argissolo Vermelho (parte mais elevada)	478,91	16 a 30	1,5 a 7,3	20,45	1,10	2,94	36,72 e 22,75	0,38	Areia fina pouco siltosa	1,10	2,83 x 10-3	Classe 1
	SPT - 04	PZ04 - 6				-			20,50	1,40	-	-	-		1,40	-	-
	SPT - 05	PZ05 - 6				60,49			20,50	1,80	2,89	NP	0,46		1,80	2,75 x 10-3	-
8	SPT - 01	PZ01 - 8	0,10	30,25	Neossolo flúvico e Argissolo Vermelho Gleissolo Háptico e Argissolo Vermelho (parte mais elevada)	2.378,30	4,30 a 30	0,2 a 1,8	7,80	0,30	2,69	31,35 e 21,62	0,45	Areia fina pouco siltosa	0,30	9,40 x 10-4	Classe 1
	SPT - 02	PZ02 - 8				747,15			20,45	0,40	2,69	49,30 e 36,33	0,39		0,40	-	Classe 1
20	SPT - 06	PZ06 - 20	6,98	15,54	Argissolo Vermelho e Argissolo Amarelo	-	9,10 a 50	0,5 a 0,9	7,60	0,50	-	-	-	Areia fina pouco siltosa	0,50	-	-
	SPT - 07	PZ07 - 20				nulo			13,60	0,30	2,79	55,50 e 39,31	0,36		0,30	2,38 x 10-2	Classe 1
	SPT - 08	PZ08 - 20				nulo			7,40	1,90	2,68	27,33 e 20,23	0,42		1,90	7,96 x 10-3	-

- Prof. N. F.: Profundidade do Nível Freático;
- N. A.: Nível D'Água;
- LL e LP: Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade;
- Poros.: Porosidade;
- N. E.: Nível Estático.

3.5 Qualidade da Água e Avaliação Biológica de Indicadores

A qualidade da água e a avaliação biológica de indicadores também fizeram parte dos estudos. Foram desenvolvidas 4 campanhas de qualidade da água e biota ao longo do estudo, as principais informações relacionadas aos temas serão apresentadas nos itens que seguem.

3.5.1 Qualidade da Água Superficial

O capítulo em questão apresenta a avaliação qualitativa dos recursos hídricos superficiais relacionada às campanhas de qualidade da água que foram realizadas.

3.5.1.1 Aspectos Metodológicos

Neste capítulo serão descritos os objetivos, as estratégias de amostragem e os métodos de análises a serem empregados para que se obtenham resultados que reflitam as condições do momento em que a coleta foi realizada. Os procedimentos empregados para coleta, preservação e transporte serão executados segundo as especificações do Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater²⁵ e do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras²⁶ (ANA, 2011).

A descrição metodológica adotada para o planejamento da amostragem é apresentada na Figura 3.52. Os subcapítulos a seguir descreverão mais detalhadamente cada segmento.

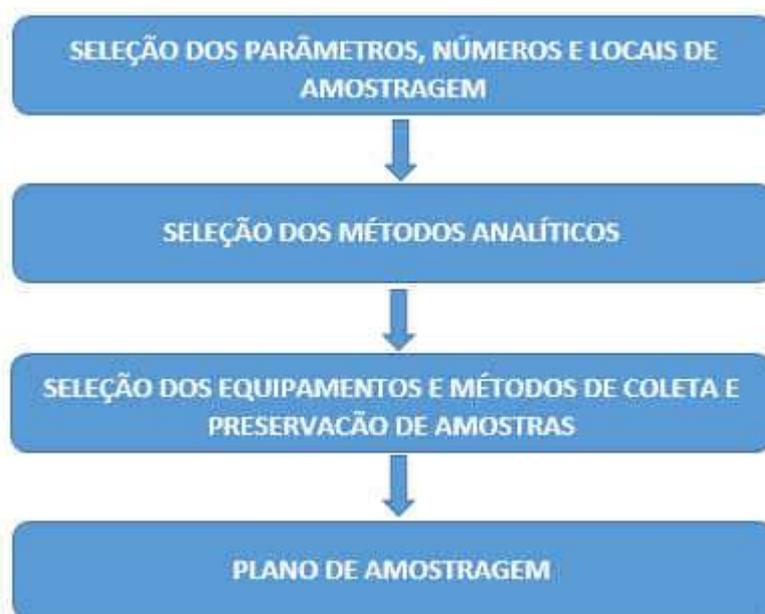


Figura 3.52: Etapas Principais para o Planejamento das Amostragens

3.5.1.2 Parâmetros Analisados

Os parâmetros analisados irão decorrer do tipo de amostragem. Para este trabalho foram feitas amostragens simples de coletas das águas superficiais e sedimentos e utilizada a distinção entre água doce, água salobra ou salina referente a resolução CONAMA 357/2005.

O número de pontos amostrais respeitará os quantitativos apresentados no Termo de Referência Estudos Complementares SES Sul da Ilha – Fase Rio Tavares para cada campanha, sendo estes representados no Quadro 3.53 abaixo.

²⁵ Baird, B. R.; Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater; American Public Health Association; 2017.

²⁶ Agência Nacional de Águas / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos; São Paulo; 2011

Quadro 3.53: Quantidade de Pontos Amostrais

Local	Água	Sedimentos
Rios	8	5
Canais	5	5
Baía	9	8
Total por campanha	22	18

– **Água Superficial**

Os parâmetros físico-químicos e biológicos analisados para as amostras de água doce, água salobra/salina, bem como seu respectivo limite de detecção e metodologia são descritos no Quadro 3.54.

Quadro 3.54: Parâmetros Físico-Químico e Biológico para Águas

Item	Parâmetros	Unidade Medida	Metodologia	L.Q*.	Água Doce Classe 2	Água Salobra Classe 1	Água Salina Classe 1	Acreditado
1	2-Metilnaftaleno	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,050	-	-	-	Não
2	Arsênio	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,01	0,01	0,01	0,01	Sim
3	Cádmio	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,001	0,001	0,005	0,005	Não
4	Carbono Inorgânico Dissolvido	mg/L	NA	1,0	-	-	-	Não
5	Carbono inorgânico total	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Método 5310 C	1,0	-	-	-	Não
6	Carbono Orgânico Total	mg/L	NA	0,40	-	3	3	Não
7	Chumbo	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,01	0,01	0,01	0,01	Não
8	Cloreto total	mg/L	SMEWW, 23ª Edição, Método 4500Cl- B	10	250	-	-	Não
9	Clorofila-a	µg/L	SMEWW, 22ª Edição, Método 10200 H	0,01	30	-	-	Não
10	Coliformes totais	UFC/100m L	SMEWW, 23ª Edição, Método 9222 B	1,0	-	-	-	Não
11	Colesterol	ug/L	Análise Cromatográfica (LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO ECOTOXICOLÓGICA - UFSC)	-	-	-	-	Não
12	Compostos Organofosforados	µg/L	US EPA Método 300.1 Rev.01	0,04	-	-	-	Não
13	Condutividade	µS/cm	SMEWW, 23ª Edição, Método 2510 B	100 a 200 mS/cm (+ou- 1% de leitura)	10 a 100	10 a 100	10 a 100	Não
14	Contagem de Escherichia coli	UFC/100m L	SMEWW, 23ª Edição, Método 9222 B	1,00	200	200	200	Não
15	Cromo	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,03	0,05	0,05	0,05	Não
16	Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Método 5210 B	3,0	5	-	-	Não
17	Demanda química de oxigênio	mg/L	SMEWW, 23ª Edição, Método 5220 D	25	-	-	-	Não
18	Enterococos	Aus/Pres em 100mL	APHA, 5ª Edição, Método 10	10,0	25	25	25	Não
19	Feofitina	µg/L	SMEWW, 22ª Edição, Método 10200 H	0,01	-	-	-	Não

Item	Parâmetros	Unidade Medida	Metodologia	L.Q*.	Água Doce Classe 2	Água Salobra Classe 1	Água Salina Classe 1	Acreditado
20	Ferro	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,06	-	-	-	Não
21	Fósforo	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,03	0,1	0,124	0,062	Sim
22	Fósforo inorgânico	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,03	-	-	-	Sim
23	Fósforo inorgânico dissolvido	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,006	-	-	-	Sim
24	Fósforo orgânico	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,03	-	-	-	Sim
25	Mercurio	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	Sim
26	N-nitrato	mg/L	PEFQ 021 Rev.03	0,4	10	0,4	0,4	Não
27	N-nitrito	mg/L	PEFQ 022 Rev.04	0,04	1	0,07	0,07	Não
28	Níquel	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,002	0,025	0,025	0,025	Não
29	Nitrogênio amoniacal	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Método 4500-4500-NH3 B e C	0,10	-	0,4	0,4	Não
30	Nitrogênio inorgânico	mg/L	NA	0,6	-	-	-	Não
31	Nitrogênio inorgânico dissolvido	mg/L	SMEWW, 23ª Edição, Método 4500-NHorg B e C	6,0	-	-	-	Não
32	Nitrogênio total	mg/L	Handbook Methods 05/18, 1ª Edição, Método 280	0,10	-	-	-	Não
33	Óleos e graxas totais	mg/L	SMEWW, 23ª Edição, Método 5520 D e F	10,0	Virtualmente ausentes	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	Não
34	Oxigênio dissolvido	mg/L e % saturação	SMEWW, 23ª Edição, Método 4500-O G	+ou- 0,1 mg/L ou 1% da leitura, o que for maior	5	5	6	Não
35	PAH -Acenafteno	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,050	-	-	-	Não
36	PAH -Acenaftileno	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,050	-	-	-	Não
37	PAH -Antraceno	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,050	-	-	-	Não
38	PAH -Benzo(a) antraceno	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,050	0,05	-	-	Não
39	PAH -Benzo(a) antraceno	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,050	0,05	-	-	Não
40	PAH -Benzo(a)pireno	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,050	0,05	-	-	Não
41	PAH - Benzo(b)fluoranteno	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,050	0,05	-	-	Não
42	PAH - Benzo(g,h,i)perileno	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,050	-	-	-	Não

Item	Parâmetros	Unidade Medida	Metodologia	L.Q*.	Água Doce Classe 2	Água Salobra Classe 1	Água Salina Classe 1	Acreditado
43	PAH - Benzo(k)fluoranteno	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,050	0,05	-	-	Não
44	PAH -Criseno	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,050	0,05	-	-	Não
45	PAH - Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,050	0,05	-	-	Não
46	PAH -Fenantreno	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,050	-	-	-	Não
47	PAH -Fluoranteno	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,050	-	-	-	Não
48	PAH -Fluoreno	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,050	-	-	-	Não
49	PAH -Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,050	0,05	-	-	Não
50	PAH -Naftaleno	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,050	-	-	-	Não
51	PAH -Pireno	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,050	-	-	-	Não
52	PCBs - Bifenilas Policloradas	µg/L	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,001	0,001	0,03	0,03	Não
53	pH	NA	SMEWW, 23ª Edição, Método 4500H+ B	+ou- 0,2 und.	6 a 9	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	Não
54	Prata	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,005	0,01	0,005	0,005	Não
55	Salinidade	ppt	SMEWW, 23ª Edição, Método 2510 B	+ou- 1,0% de leitura ou +ou- 0,1 ppt (o que for maior)	0,5	0,5 a 30	Maior que 30	Não
56	Sólidos dissolvidos totais	mg/L	SMEWW, 23ª Edição, Método 2540 C e E	20,0	500	-	-	Não
57	Sólidos suspensos totais	mg/L	SMEWW, 23ª Edição, Método 2540 D e E	20,0	-	-	-	Não
58	Sólidos totais	mg/L	SMEWW, 23ª Edição, Método 2540 B e E	20,0	-	-	-	Não
59	Sulfeto	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Método 4500-S2 -H	0,002	0,002	0,002	0,002	Não
60	Surfactantes aniônicos	mg/L	PEFQ 039 Rev.03	0,2	0,5	0,2	0,2	Não
61	Temperatura da amostra	°C	SMEWW, 23ª Edição, Método 2550 B	+ou- 0,2 °C	-	-	-	Não
62	Toxicidade aguda em Daphnia magna	FTd	ABNT NBR 12713:2016	0,1	-	-	-	Sim
63	Toxicidade aguda em Vibrio fischeri	FTb	ABNT NBR 15411-3:2012	0,1	-	-	-	Sim
64	Transparência	Cm	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 10200 H	-	-	-	-	Não
65	Zinco	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,04	0,18	0,09	0,09	Não

*LQ = Limite de Quantificação

Obs: As células destacadas em verde demonstram os parâmetros (nos diferentes tipos de água) que apresentaram o LQ de no máximo 20% do valor máximo permitido para a classe do corpo de água para os usos considerados.

– **Sedimentos**

Os parâmetros físico-químicos e biológicos analisados para as amostras de sedimentos, bem como seu respectivo limite de detecção e metodologia são descritos no Quadro 3.55.

Quadro 3.55: Parâmetros Físico-Químico e Biológico para Sedimentos

Item	Parâmetros	Unidade Medida	Metodologia	L.Q.	Acreditado
1	2-Metilnaftaleno	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	10	Não
2	Arsênio	mg/Kg	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,03	Sim
3	Benzo(a)antraceno	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	10	Não
4	Cádmio	mg/Kg	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,03	Sim
5	Carbono orgânico total	mg/Kg	SMEWW, 22ª Edição, Método 5310 C	0,005	Não
6	Chumbo	mg/Kg	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,03	Sim
7	Cloreto total	mg/Kg	SMEWW, 23ª Edição, Método 4500CI-B	10	Não
8	Cromo	mg/Kg	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,03	Sim
9	Enxofre	mg/Kg	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,03	Sim
10	Ferro	mg/Kg	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,03	Sim
11	Fósforo	mg/Kg	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,03	Sim
12	Granulometria + Classe Textural	%	NA	350	Sim
13	Mercúrio	mg/Kg	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,001	Sim
14	Níquel	mg/Kg	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,03	Sim
15	Nitrogênio total	mg/Kg	Handbook Methods 05/18, 1ª Edição, Método 280	0,1	Não
16	PAH -Acenafteno	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	10	Não
17	PAH -Acenaftileno	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	10	Não
18	PAH -Antraceno	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	10	Não
19	PAH -Benzo(a)antraceno	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	10	Não
20	PAH -Benzo(a)pireno	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	10	Não
21	PAH -Benzo(b)fluoranteno	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	10	Não
22	PAH -Benzo(g,h,i)perileno	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	10	Não
23	PAH -Benzo(k)fluoranteno	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	10	Não
24	PAH -Criseno	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	10	Não
25	PAH -Dibenzo(a,h)antraceno	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	10	Não
26	PAH -Fenantreno	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	10	Não

Item	Parâmetros	Unidade Medida	Metodologia	L.Q.	Acreditado
27	PAH -Fluoranteno	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	10	Não
28	PAH -Fluoreno	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	10	Não
29	PAH -Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	10	Não
30	PAH -Naftaleno	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	10	Não
31	PAH -Pireno	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	10	Não
32	PCBs - Bifenilas Policloradas	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,001	Não
33	pH	NA	SMEWW, 23ª Edição, Método 4500H+ B	0,2	Não
34	Potencial Redox	-	NA	-	Não
35	Prata	mg/Kg	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,03	Sim
36	Soma PAH	µg/Kg	US EPA Métodos 3510 C Rev.03 / 8270 D Rev.04 / 8015 C Rev.03	0,01	Não
37	Sulfato	mg/Kg	PEFQ 035 Rev.04	10	Não
38	Sulfeto	mg/Kg	SMEWW, 22ª Edição, Método 4500-S2 - H	0,1	Não
39	Zinco	mg/Kg	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,03	Sim

– First Flush

Os parâmetros físico-químicos e biológicos analisados para as amostras de First Flush, avaliados nas campanhas anteriores, bem como seu respectivo limite de detecção e metodologia são descritos no Quadro 3.56.

Quadro 3.56: Parâmetros Físico-Químico e Biológico para First Flush

Item	Parâmetros	Unidade Medida	Metodologia	L.Q.	Acreditado
1	Contagem de Escherichia coli	UFC/100mL	SMEWW, 23ª Edição, Método 9222 B	1,00	Não
2	Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Método 5210 B	3,0	Não
3	Demanda química de oxigênio	mg/L	SMEWW, 23ª Edição, Método 5220 D	25	Não
4	Fósforo	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Métodos 3030 B, 3030 F e 3120	0,03	Sim
5	Nitrogênio amoniacal	mg/L	SMEWW, 22ª Edição, Método 4500-4500- NH3 B e C	0,10	Não
6	Nitrogênio total	mg/L	Handbook Methods 05/18, 1ª Edição, Método 280	0,10	Não
7	Sólidos dissolvidos totais	mg/L	SMEWW, 23ª Edição, Método 2540 C e E	20,0	Não
8	Sólidos suspensos totais	mg/L	SMEWW, 23ª Edição, Método 2540 D e E	20,0	Não
9	Sólidos totais	mg/L	SMEWW, 23ª Edição, Método 2540 B e E	20,0	Não

3.5.1.3 Definições dos Pontos Amostrais

As coletas para análise da qualidade da água superficial foram realizadas em 22 estações amostrais, conforme Figura 3.53 e Quadro 3.57, de forma em que as amostras de água foram coletadas em todas estas estações, as amostras de sedimento foram coletadas em 18 estações amostrais e, por fim, as coletas de biota foram realizadas em 12 estações amostrais.

As determinações dos locais de coletas foram baseadas nas informações requisitadas pelos responsáveis das modelagens matemáticas, de modo a subsidiar as necessidades de informações para alimentação dos modelos. Em termos gerais:

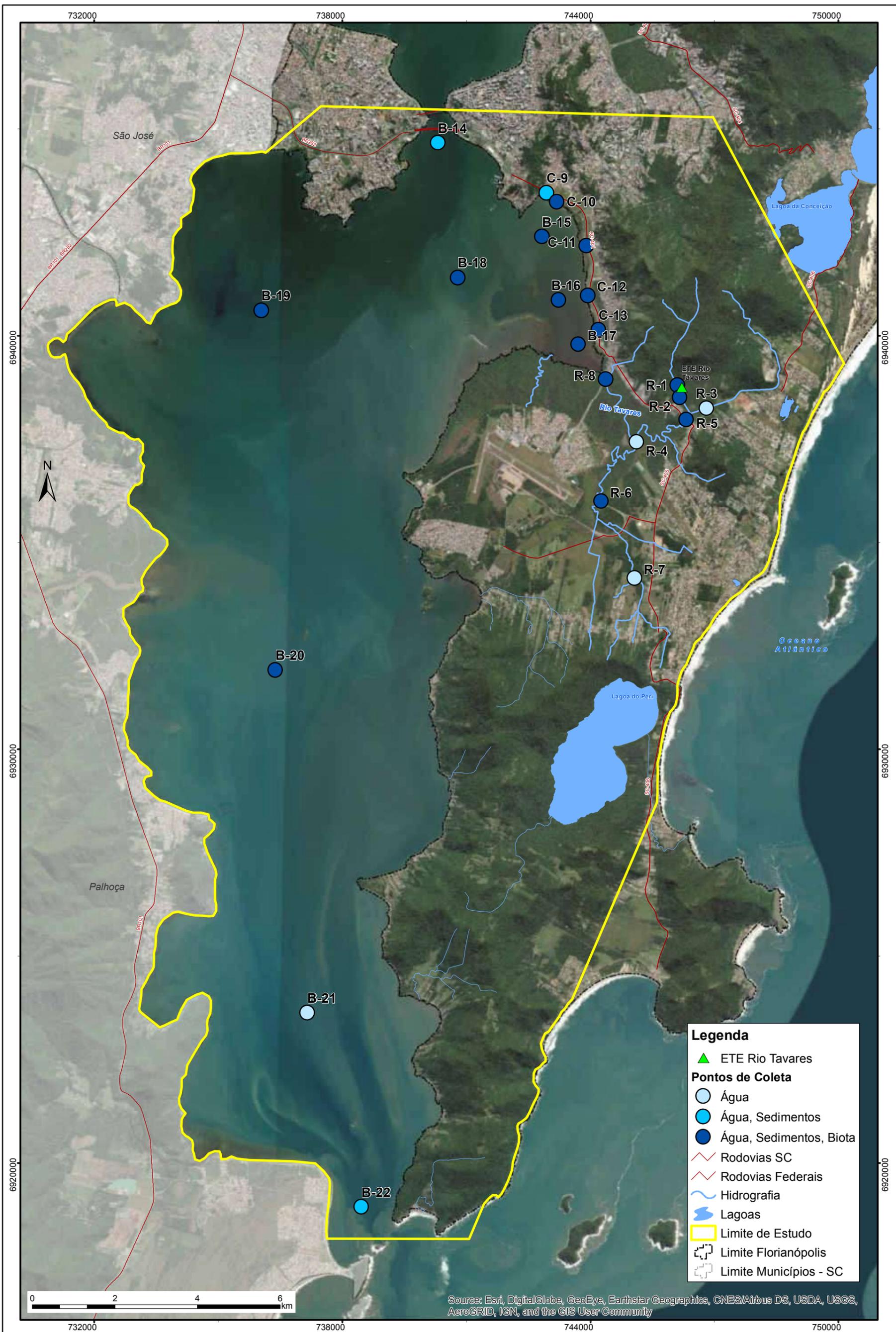
- i) Os pontos de coletas no rio Tavares e afluentes se darão junto as regiões de contorno: nascente, foz, regiões de confluência e a montante e jusante do local previsto para ETE;
- ii) Os principais pontos de coleta nos canais de drenagem serão próximo a SC-401;
- iii) As coletas na Baía Sul serão realizadas em regiões alinhadas a foz do rio Tavares e canais de drenagem, próximo a ponte Hercílio Luz (ligação com a Baía Norte), próximo a desembocadura da Baía Sul para o mar e distribuídos ao longo da Baía;
- iv) Os piezômetros analisados foram instalados junto as áreas indicadas como maior aptidão a infiltração.

Além da coleta e análise das amostras para qualidade da água e sedimentos nos rios, Baía Sul e canais, foram previstas coletas para a análise de **First Flush** no rio Tavares e canais de drenagem, objetivando caracterizar o transporte de carga orgânica e de sólidos durante eventos de chuva intensa.

Para essa avaliação foram coletadas 24 amostras por campanha em 4 pontos diferentes (Figura 3.54), distribuídas no seguinte espaço de tempo:

- 15 minutos após o início da chuva;
- 30 minutos após o início da chuva;
- 45 minutos após o início da chuva;
- 60 minutos após o início da chuva;
- 80 minutos após o início da chuva;
- 100 minutos após o início da chuva.

Ou seja, 6 coletas em cada ponto amostrado para cada uma das 4 campanhas, totalizando 96 amostras. Essas campanhas foram efetuadas em períodos de chuva intensa e no mesmo momento nos diferentes pontos amostrados, garantindo uma amostragem em concomitância entre os pontos. Após a coleta, as amostras serão encaminhadas para laboratório onde serão analisados os seguintes parâmetros: Sólidos Totais, Sólidos Dissolvidos Totais, Sólidos Suspensos Totais, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Total, Fósforo Total e Escherichia Coli.





Quadro 3.57: Coordenadas das Estações Amostrais de Água, Sedimento, First Flush e Biota – SIRGAS 2000

Coleta	Estação amostral	Y	X
Água	R-3	-27,65738 °	-48,49809 °
	R-4	-27,66506 °	-48,51506 °
	R-7	-27,69615 °	-48,51289 °
	B-21	-27,79096 °	-48,59309 °
Água e sedimento	C-9	-27,61107 °	-48,53838 °
	B-14	-27,60068 °	-48,56522 °
	B-22	-27,83306 °	-48,57887 °
Água, sedimento e biota	R-1	-27,65246 °	-48,50534 °
	R-2	-27,65514 °	-48,50472 °
	R-5	-27,65994 °	-48,50301 °
	R-6	-27,67813 °	-48,52350 °
	R-8	-27,65146 °	-48,52301 °
	C-10	-27,61298 °	-48,53579 °
	C-11	-27,62250 °	-48,52840 °
	C-12	-27,63330 °	-48,52773 °
	C-13	-27,64076 °	-48,52496 °
	B-15	-27,62067 °	-48,53930 °
	B-16	-27,63443 °	-48,53489 °
	B-17	-27,64402 °	-48,52983
	B-18	-27,62996 °	-48,55973
	B-19	-27,63795 °	-48,60769
	B-20	-27,63795 °	-48,60769
First Flush	FF-1	-27,65510 °	-48,50471
	FF-2	-27,65113 °	-48,52315
	FF-3	-27,61117 °	-48,53841
	FF-4	-27,63318 °	-48,52661

3.5.1.4 Metodologia de Amostragem e Análise

As coletas no mar (Baía Sul) foram realizadas a bordo da Lancha CBI Brasil I (Figura 3.55) – embarcação de pequeno porte sem cabine, modelo Rhino 6.5, fabricada pela RhinoTech em Florianópolis-SC. Essa embarcação possui espaço adequado a bordo e motorização de 150HP, capaz de desenvolver velocidade de cruzeiro de 25 nós. A embarcação conta ainda com um motor reserva de 8 HP, além de todos os equipamentos de segurança exigidos pela Marinha do Brasil, sendo conduzida o tempo todo por marinheiro com habilitação profissional (MAC).



Figura 3.55: Embarcação CBI Brasil 1

Para determinação de parâmetros de qualidade de água superficial, foram coletadas amostras através de uma garrafa do tipo Niskin (Figura 3.56).



Figura 3.56: Exemplo de Amostrador Garrafa de Niskin

Os pontos amostrais foram detalhados na Cadeia de Custódia que acompanhou as amostras encaminhadas para análise em laboratório. Adicionalmente, foram anotadas informações com detalhes da situação de cada ponto durante a coleta, tais como características climáticas, horário da coleta, características locais do meio ambiente, e informações pertinentes, detalhados em um documento denominado como Protocolo de Avaliação Sensorial Rápida (PASR), anexado ao documento.

A sonda multiparâmetro para análise dos parâmetros em campo foi da marca YSI, modelo Pro DSS (Figura 3.57). O Quadro 3.58 apresenta as especificações do instrumento.



Figura 3.57: Sonda YSI, Modelo Pro DSS, Utilizada no Levantamento dos Parâmetros Físico-Químicos da Água

Quadro 3.58: Especificações da Sonda Multiparâmetros YSI Pro DSS

Parâmetros (Unidades)	Tipo de Sensor	Variação	Acurácia	Resolução	Calibração	Prof. Máx.
Oxigênio Dissolvido (mg/L, ppm)	Luminescência Óptica	0 a 50 mg/L	0 a 20 mg/L	0,1 ou 0,01 mg/L (selecionado pelo usuário)	1 ou 2 pontos (determinado pelo usuário)	100 m
			($\pm 0,1$ mg/L ou 1% de leitura, o que for maior)			
			20 – 50 mg/L ($\pm 8\%$ de leitura)			
Temperatura (°C, °F, K)	Termistor; Sensor combinado com Condutividade	-5 a 70°C (23 a 158°F)	$\pm 0,2^\circ\text{C}$	0,1°C ou 0,1°F (selecionado pelo usuário)	None	100 m
Turbidez (FNU, NTU)	Nefelométrico - Óptico, Dispersão de 90°	0 a 4000 FNU	0 a 999 (0,3 ou $\pm 2\%$ de leitura, o que for maior)	0,1 FNU	1, 2, ou 3 pontos (determinado pelo usuário)	-
			1000 a 4000 ($\pm 5\%$ de leitura)			
Condutividade* (µS, mS)	Quatro células de eletrodo de níquel	0 a 200 mS/cm	0 a 100 mS/cm ($\pm 0,5\%$ de leitura ou 0,001 mS/cm, o que for maior)	0,001, 0,01 ou 0,1 µS/cm (dependente da variação)	1 ponto	100 m
			100 a 200 mS/cm ($\pm 1\%$ de leitura)			
Salinidade (ppt, PSU)	Calculado a partir da Condutividade e Temperatura	0 a 70 ppt	$\pm 1,0\%$ de leitura ou $\pm 0,1$ ppt, o que for maior	0,01 ppt	1 ponto	-
Ph (mV, pH unidades)	Eletrodo de combinação de lâmpada de vidro	0 a 14 unidades	$\pm 0,2$ unidades	0,01 unidades	1, 2, ou 3 pontos (determinado pelo usuário)	100 m

A transparência da água em cada estação amostral foi avaliada com um Disco de Secchi (Figura 3.58), que foi baixado a partir da superfície através de um cabo graduado, permitindo uma avaliação visual da transparência na porção superior da coluna d'água.

As amostras superficiais de sedimento foram coletadas com o apoio de draga tipo Van Veen (Figura 3.59). A área de amostragem da draga no substrato é de aproximadamente (0,20 m²). A partir do material coletado, alíquotas do sedimento foram acondicionadas em frascarias apropriada para as análises granulométricas e químicas. Todas as amostras foram acondicionadas em isopor com gelo e encaminhadas ao laboratório responsável pelas análises ainda no mesmo dia das coletas.

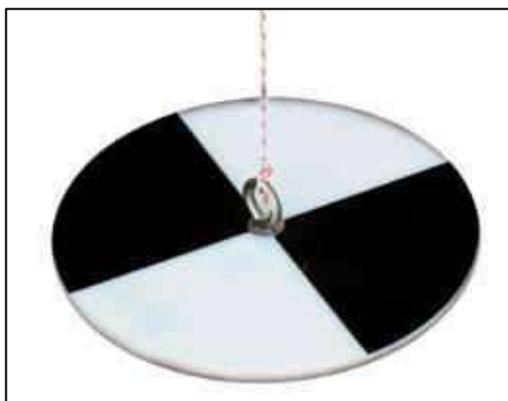


Figura 3.58: Disco de Secchi



Figura 3.59: Exemplo de Amostrador Tipo VanVeen

Após às coletas, todas as amostras de água e sedimento foram acondicionadas em frascos/vidrarias, seguindo as recomendações do laboratório responsável pelas análises dos parâmetros que se deseja determinar. As amostras foram enviadas ao laboratório atendendo as normatizações de armazenamento e refrigeração, conforme exigências e procedimentos operacionais do laboratório.

As análises da água superficial, First Flush e sedimentos dos parâmetros físico-químico, biológicos, bacteriológicos e granulométricos foram realizadas pelo *Laboratório Laboprime Laboratórios Ltda* certificado pela Fundação de Meio Ambiente (FATMA), Certidão Ambiental nº 12664/2017, Acreditação ABNT NBR ISO/IEC CRL 1.171 conforme escopo anexo ao certificado (ANEXO VI).

Em decorrência da dificuldade de encontrar laboratório credenciado/apto para desenvolver a análise de colesterol na água, ressalta-se que a análise foi desenvolvida pelo Laboratório da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sob a responsabilidade do Professor PhD. Carlos Henrique Lemos Soares. O professor/pesquisador atua na área de Bioquímica, com ênfase em Enzimologia e Ecotoxicologia, atuando principalmente nos seguintes temas: ecotoxicologia em ambientes aquáticos e avaliação da toxicidade de efluentes industriais, particularmente papel e celulose.

Outra análise que também foi desenvolvida por Laboratório de Universidade é a de foraminíferos, neste caso as análises foram desenvolvidas pela Professora PhD. Patrícia Pinheiro Beck Eichler no laboratório da Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul). A professora/pesquisadora atua na área de avaliação da qualidade ambiental de ambientes costeiros e marinhos através do uso de bioindicadores bentônicos (foraminíferos).

Todas as análises foram realizadas de acordo com a matriz ambiental vigente: CONAMA 357/2005 para águas superficiais e CONAMA 454/2012 para sedimentos.

3.5.1.5 Análise Integrada dos Pontos de Monitoramentos – Qualidade da Água

Fazendo parte do estudo para avaliação das alternativas de lançamento do efluente da Estação de Tratamento de Esgotos, foram realizadas quatro campanhas de monitoramento de qualidade de água: setembro/2019, dezembro/2019, março/2020 e julho/2020. Em cada campanha, foram coletadas amostras de 22 pontos (Figura 3.53) localizados na bacia do Rio Tavares (identificados como pontos R-1 a R-8), nos canais de drenagem (pontos C-9 a C-13) e na baía sul (B-14 a B-22). Em cada coleta, foram analisados 66 parâmetros relativos à qualidade das águas, relacionados no Quadro 3.55.

Assim, após a avaliação dos resultados por campanha (RT8, RT9, RT10 e RT11), no relatório em questão é apresentada uma análise integrada/comparativa dos pontos de

monitoramento para os parâmetros analisados no conjunto das quatro campanhas realizadas.

Cabe de início destacar as dificuldades em se realizar uma análise integrada dada pelo fatores múltiplos intervenientes e que atuam de forma particular em cada ponto, em especial as condições de vento (intensidade e direção) e maré. As vazões efetivamente disponíveis para o transporte e diluição dos efluentes líquidos e mesmo de elementos naturais, são definidas pelo regime hidrodinâmico de propagação das marés pelas calhas do sistema. Este regime periódico oscilatório é comandado pela interação entre o volume de águas do mar, que aflui e eflui em função da variação de nível das marés, e da morfologia (planimetria e batimetria) das calhas dos rios e dos canais.

Dificuldade especial ocorre na área monitorada em que um mesmo ponto, dependendo das condições anteriormente citadas, apresenta salinidade diferente em cada campanha realizada e, conseqüentemente, diferentes limites entre classes já que a Resolução Conama nº 357/2005 estabelece faixas de concentração diferentes em águas doces, salobras e salinas para um mesmo parâmetro de qualidade.

3.5.1.5.1 Metodologia Adotada para Análise Integrada da Qualidade da Água

Dada a quantidade de pontos e parâmetros que compõem o monitoramento realizado, primeiramente realizou-se uma hierarquização dos parâmetros em relação a sua relevância no conjunto.

Analisando-se o conjunto dos resultados das quatro campanhas de monitoramento (Quadro 3.59), é possível perceber que alguns parâmetros se destacam mais que outros na região analisada. Certos parâmetros, relacionados a seguir, apresentaram concentrações abaixo do Limite de Quantificação (LQ) em todos os pontos, em todas as campanhas. Portanto, a avaliação deste parâmetro não traz maiores informações sobre as características da região e sobre os corpos d'água analisados, além da própria informação, por si só relevante, de que tal parâmetro não representa um alerta, e que as atividades desenvolvidas na região não estão produzindo alterações sobre o referido parâmetro. Dentre os 66 parâmetros analisados, 24 não apresentaram variação entre os pontos e entre as campanhas, mantendo-se abaixo do LQ em todas as coletas. São eles:

- ✓ 2-Metilnaftaleno.
- ✓ Arsênio;
- ✓ Cádmio;
- ✓ Carbono Inorgânico Dissolvido;
- ✓ Carbono inorgânico total;
- ✓ Chumbo;
- ✓ Compostos Organofosforados;
- ✓ Cromo;
- ✓ Níquel;
- ✓ PAH -Acenafteno;
- ✓ PAH -Antraceno;
- ✓ PAH -Benzo(a) antraceno;
- ✓ PAH -Benzo(b)fluoranteno;
- ✓ PAH -Benzo(g,h,i)perileno;
- ✓ PAH -Benzo(k)fluoranteno;
- ✓ PAH -Criseno;
- ✓ PAH -Dibenzo(a,h)antraceno;
- ✓ PAH -Fenantreno;
- ✓ PAH -Fluoranteno;
- ✓ PAH -Fluoreno;
- ✓ PAH -Indeno(1,2,3-cd)pireno;
- ✓ PAH -Naftaleno;
- ✓ PAH -Pireno;

✓ PCBs - Bifenilas Policloradas.

De maneira semelhante, alguns parâmetros apresentam na maior parte das coletas concentrações abaixo do limite de quantificação, com apenas algumas coletas com concentrações acima do deste limite. Nestes casos, contudo, ou é reduzida a quantidade de coletas em que a concentração medida está acima do LQ, frente ao total de 88 coletas, ou, mesmo que elas estejam acima do LQ, não são em grau suficiente para que haja uma variação na qualidade de água. Há ainda certos parâmetros com determinada variabilidade entre as coletas que possuem função semelhante a outro parâmetro analisado, no que diz respeito à qualidade da água, e que apresentou variabilidade maior. Neste caso, optou-se por realizar uma análise aprofundada do último. Nesta categoria de parâmetros que não indicam a necessidade, com base nos resultados do monitoramento realizado, de uma análise mais aprofundada, enquadram-se 15 dos 66 parâmetros analisados:

- ✓ Clorofila-a;
- ✓ Feofitina;
- ✓ Fósforo inorgânico dissolvido;
- ✓ Fósforo inorgânico;
- ✓ Fósforo orgânico;
- ✓ Mercúrio;
- ✓ Nitrogênio inorgânico dissolvido;
- ✓ Nitrogênio inorgânico;
- ✓ Óleos e graxas totais;
- ✓ PAH -Benzo(a)pireno;
- ✓ Prata;
- ✓ Toxicidade aguda em *Daphnia magna*²⁷;
- ✓ Toxicidade aguda em *Vibrio fischeri*²⁸;
- ✓ Transparência;
- ✓ Turbidez;

Dos 66 parâmetros analisados, 27 requerem avaliações mais aprofundadas dos seus resultados, tendo em vista, sobretudo, a variabilidade dos resultados entre as coletas e a pertinência do parâmetro como identificador de qualidade de água, especialmente no que se refere à contaminação por efluentes domésticos. São eles:

- ✓ Carbono Orgânico Total;
- ✓ Cloreto total;
- ✓ Coliformes totais;
- ✓ Condutividade
- ✓ Demanda bioquímica de oxigênio;
- ✓ Demanda química de oxigênio;
- ✓ E. coli
- ✓ Enterococos;
- ✓ Ferro;
- ✓ Fósforo;
- ✓ Nitrato
- ✓ Nitrogênio amoniacal;
- ✓ Nitrogênio total;
- ✓ N-nitrato;
- ✓ Oxigênio dissolvido;
- ✓ PAH -Acenaftileno;

²⁷ Dentre os ensaios de ecotoxicidade em água doce (14 amostras) utilizando o microcrustáceo *Daphnia magna*, não foi observada toxicidade aguda (FT>1) em nenhuma amostra.

²⁸ Em águas salobras e salinas o ensaio de ecotoxicidade foi realizado com a bactéria marinha *Vibrio fischeri*, sendo que nenhuma das 66 amostras de água salobra ou salina apresentou toxicidade (FT>1).

- ✓ pH;
- ✓ Salinidade;
- ✓ Sólidos dissolvidos totais;
- ✓ Sólidos suspensos totais;
- ✓ Sólidos totais;
- ✓ Sulfeto;
- ✓ Surfactantes;
- ✓ Temperatura da amostra;
- ✓ Zinco;
- ✓ Colesterol;
- ✓ Coprostanol.

Os resultados das análises serão sempre comparados com a classificação qualidade de água dada pela legislação e normas vigentes.

- Resolução Conama Nº 357/2005, para águas doces, salobras e salinas;
- Resolução Conama Nº 274/2000, em relação à balneabilidade das águas;
- *Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs*, da FUNASA, em relação à condutividade elétrica de águas doces (Funasa, 2014).

Após a análise mais aprofundada do terceiro grupo de parâmetros relacionados, será desenvolvida e apresentada a relação entre os principais parâmetros analisados, com ênfase nos parâmetros desconformes e que apresentam legislação ou norma de classificação.

3.5.1.5.2 Resultados por Parâmetro Analisado

No Quadro 3.59, estão apresentados os resultados analíticos individuais de cada amostra coletada bem como sua classificação em relação à legislação e às normas vigentes.

No apêndice digital IV podem ser observados os gráficos e mapas gerados com os resultados por parâmetro analisado.

3.5.1.5.3 Resultados por Ponto de Monitoramento

Nos itens em sequência apresenta-se uma avaliação dos pontos considerando-se o conjunto de parâmetros analisados e que apresentam classificação pela Resolução Conama Nº 357/2005.

– Frequência de Classes por Campanha de Monitoramento

A partir da classificação dos parâmetros constantes na Resolução Conama Nº 357/2005 para cada amostra coletada, foi determinada, para cada ponto, a frequência de ocorrência de cada classe em cada campanha realizada, considerando-se o conjunto de parâmetros. Ressalta-se que uma mesma concentração pode resultar em diferentes classes devido à salinidade e que um mesmo ponto pode ter apresentado diferença de salinidade entre uma campanha e outra, como de fato ocorreu.

Os gráficos da Figura 3.60 a Figura 3.62 apresentam a permanência em classes dos parâmetros para cada ponto, divididos, para apresentação e discussão, nos compartimentos rios, canais e baía sul. Os dados em sequência descritos estão também apresentados no Quadro 3.60.

Na **primeira campanha** de monitoramento (primavera), conforme pode ser observado no gráfico da Figura 3.60, tem-se claramente três grupos de qualidade nos pontos em rios: R-1 e R-2 são os pontos com melhor qualidade sendo que nestes, 93% dos parâmetros ficaram em Classe 1; R-7 e R-8 com qualidade boa também, pois 83% e 84% dos parâmetros, respectivamente apresentaram, ficaram em Classe 1; no grupo de pior qualidade, com 68% dos parâmetros em Classe 1 ficaram os pontos R-3 a R-6; nesse último grupo também ocorreram as maiores frequências (21% a 36%) de parâmetros fora da faixa de classificação. Em relação aos pontos em canais, pode-se dividir em dois grupos: os pontos com maior qualidade são B-14, B-16, B-19 e B-21 com 68% (os três primeiros) e 72% (B21) dos parâmetros em Classe 1 e apenas 16% fora da faixa de classificação; além disso, esses pontos apresentam em torno de 16% dos parâmetros distribuídos entre Classe 2 e Classe 3. No compartimento baía sul, os pontos B-15, B-17, B-18, B-20 e B-22 com 74% (B-15, B-17, B-18 e B-20) e 78% (B-22) dos parâmetros em Classe 1, representam o grupo de melhor qualidade relativa; entre 16% e 22% dos parâmetros desses pontos estão fora da faixa de classificação e há alguns parâmetros em Classe 3, mas nenhum em Classe 2.

Na **segunda campanha** (verão), podem ser identificados dois grupos de qualidade em rios: No primeiro grupo, R-1 e R-2 (pontos sem influência de área urbanizada) e R-6 e R-7 (pontos de monitoramento mais a montante, com pouca influência de áreas urbanizadas, com os maiores percentuais de parâmetros em Classe 1, 93% e 83%, respectivamente para cada dupla de pontos citada. Destaca-se também em relação aos pontos R-6 e R-7 os percentuais de parâmetros fora da faixa de classificação, 13% e 10%, respectivamente. Esse percentual de parâmetros fora da faixa de classificação corresponde a OD e Fósforo Total o que pode ser explicado pela ocupação das margens, disposição irregular de efluentes e presença de resíduos em R-7 e presença de resíduos e oleosidade em R-6, como consta no PASR da Campanha II (verão). Em R-1 nenhuma amostra ficou fora da faixa de classificação ou mesmo em Classe 4 e em R-2 em uma amostra o parâmetro Cloreto ficou fora da faixa de classificação, ambos os pontos drenando uma área vegetada e praticamente natural, sem interferência humana. No grupo de menor qualidade relativa, os pontos R-3, R-4, R-5 e R-8 com percentual de parâmetros em Classe 1 de 74%, 63%, 68% e 68%, respectivamente. No entanto, mesmo com predomínio de Classe 1, nesses pontos os percentuais de parâmetros fora da faixa de classificação também são elevados: 21% (R3), 37% (R4), 26% (R5 e R8), em decorrência da concentração de surfactantes aniônicos, COT, Nitrato, Sulfeto, Fósforo e OD. Nesses pontos, de forma geral, no PASR verificou-se presença de resíduos, oleosidade e odor. Entre os pontos em canais, distingue-se dois grupos: C-9, C-10 e C-11 com menor qualidade relativa sendo que o percentual de parâmetros em Classe 1 foi, respectivamente, de 63%, 56% e 63%. Esse grupo de pontos apresentou elevado percentual de parâmetros fora da faixa de classificação, sendo 37% em

C-9 e em C-10 e 32% em C-11. O grupo de melhor qualidade relativa entre os pontos em canais é composto por C-12 e C-13 em que 68% dos parâmetros ficaram em Classe 1. No entanto, da mesma forma que o grupo anterior, o percentual de parâmetros fora da faixa de classificação, 32%, é relevante. Em ambos os grupos os parâmetros que ficaram fora da faixa de classificação nesses pontos foram surfactantes, COT, Nitrato, Fósforo e OD, além de sulfeto no segundo grupo (C-12 e C-13) provavelmente decorrentes da drenagem das áreas urbanas que contribuem para o canal, corroborado pela presença de resíduos, conforme o PASR da segunda campanha. Os pontos na baía sul apresentam menor variação de classe entre eles, sendo que a frequência de parâmetros em Classe 1 ficou em 68% (B-14 e B-15), 79% (B-17, B-20 e B-21), 72% (B-18) e 74% (B-16, B-19 e B-22). No entanto, a frequência de concentrações fora da faixa de classificação também se mostrou relevante (entre 21% e 32%), sendo os parâmetros surfactantes, COT, Nitrato, Fósforo e Sulfetos os que mais comprometeram a qualidade da água na segunda campanha dos pontos na baía sul.

Na **terceira campanha** de monitoramento (outono), novamente identificam-se três grupos de pontos no compartimento rios: R-1 e R-2 com a melhor qualidade relativa dada por 93% dos parâmetros em Classe 1. Em ambos os pontos, o fósforo total ficou fora da faixa de classificação além o parâmetro DBO em R-2. No segundo grupo, R-3, R-4 e R-5 com 74% dos parâmetros em Classe 1, com a pior qualidade relativa decorrente, dos parâmetros OD, surfactantes aniônicos e COT o que vai ao encontro do que foi verificado no PASR, em especial para R-3 e R-5: margens desprotegidas de vegetação e com ocupação, presença de resíduos e disposição irregular de efluentes. Os pontos R-6 e R-7, ainda com boa qualidade, tiveram 83% e 87%, respectivamente, dos parâmetros em Classe 1 na Campanha III; nestes pontos, de forma geral, DBO, fósforo, OD, SDT e surfactantes apresentaram-se fora da faixa de classificação. Em ambos os pontos (R-6 e R-7), o PASR registra oleosidade e para o ponto R-7 também a presença de resíduos, margens ocupadas e lançamento de irregular de efluentes. Em relação aos pontos em canais, os pontos C-10 e C-11 com 63% e 74%, respectivamente de parâmetros em Classe 1, apresentaram a pior qualidade relativa entre os pontos em canais; nesses dois pontos, os 26% de parâmetros que ficaram fora da faixa de classificação foram fósforo, nitrato, OD e surfactantes sendo que para ambos os pontos o PASR registra presença de resíduos e disposição irregular de efluentes embora o canal apresente, nas proximidades dos pontos, margens protegidas por vegetação e sem ocupação. Os pontos C-9, C-12 e C-13, com 86%, 84% e 83%, respectivamente, de parâmetros em Classe 1, apresentam a melhor qualidade relativa entre os pontos em canais; os 5% a 11% de parâmetros fora da faixa de classificação são COT, DBO, fósforo, nitrato, OD e surfactantes, variando entre os pontos. Conforme o PASR, nesses pontos dos canais, as margens são protegidas por vegetação, mas verifica-se a disposição irregular de efluentes e além de presença de óleo no pontos C-9. Entre os pontos da baía sul, o ponto de melhor qualidade relativa foi o B-18, com 94% dos parâmetros em Classe 1 e ausência de parâmetros fora da faixa de classificação; o COT foi o que representou os 6% de parâmetros em Classe 3 nesse ponto. Os pontos B-15, B-16, B-20 B-21 apresentaram qualidade relativa intermediária, embora ainda boa, entre os pontos na baía sul. Esses pontos tiveram de 83% a 84% dos parâmetros em Classe na campanha de outono, sendo que apenas 11% dos parâmetros ficaram fora da faixa de classificação, sendo representados por nitrato, surfactantes e COT embora no PASR não tenha sido verificado oleosidade ou resíduos, apenas presença de fauna. Com a pior qualidade relativa, os pontos B-14, B-17, B-19 e B-22 apresentaram entre 78% e 79% de parâmetros em Classe 1, no entanto os percentuais de parâmetros fora da faixa de classificação também foram representativos (16% a 21%) e decorrentes de fósforo, nitrato e surfactante, além do COT em B-17.

Na **quarta campanha** de monitoramento (inverno), dentre os pontos em rios, o ponto R-1 apresentou a melhor qualidade, com 100% dos parâmetros em Classe 1. Com qualidade relativa intermediária, mas ainda boa, os pontos R-4, R-6, R-7 e R-8 apresentaram 83% a 89% dos parâmetros em Classe 1. Nestes pontos, as concentrações dos parâmetros COT,

Nitrito, fósforo e OD (variando entre os pontos) ficaram fora da faixa de classificação, resultando em percentuais de 6% a 16% nessa categoria. No PASR destacam-se, principalmente os pontos R-7 e R-8 em que as margens são ocupadas e verificou-se a presença irregular de efluentes. Os pontos R-2, R-3 e R-5, com qualidade relativa intermediária apresentaram de 83% a 89% dos parâmetros em Classe 1. O ponto R-2 não apresentou nenhum parâmetro fora da faixa de classificação, havendo parâmetros em Classe II e III; já os pontos R-3 e R-5 apresentaram 16% e 26%, respectivamente, de parâmetros fora da faixa de classificação (COT, nitrito, nitrato, OD e zinco – variando entre pontos). Pelo PASR, em R-5 verificou-se ocupação das margens e disposição irregular de efluentes. Nos canais, a pior qualidade relativa foi verificada no ponto C-9 com 72% dos parâmetros em Classe 1 e 6% ficando fora da faixa de classificação. Os parâmetros que ficaram fora da faixa de classificação foram COT e nitrato sendo que no PASR foram relatados ocupação das margens, presença de resíduos e de lançamento irregular de efluentes além de oleosidade e odor. Os pontos C-10, C-11, C-12 e C-13 apresentaram de 83% a 89% de parâmetros em Classe 1 na campanha IV (inverno) e apenas 6% dos parâmetros, correspondente ao nitrato, ficaram fora da faixa de classificação. No PASR, está relatada a presença de resíduos e o lançamento irregular de efluentes. Os pontos da baía sul de melhor qualidade relativa na campanha de inverno B-15, B-17 e B-19, todos com 78% dos parâmetros em Classe 1. Nesses pontos, 6% dos parâmetros ficaram fora da faixa de classificação em B-17 e 11% em B-15 e B-19, sendo os parâmetros fora da faixa de classificação o nitrato e os surfactantes. Com 83% dos parâmetros em Classe 1, os pontos B-14, B-16 e B-18 apresentaram qualidade relativa interintermediária entre os pontos na baía sul. Nesses pontos, os 6% dos parâmetros que ficaram fora da faixa de classificação corresponde ao nitrato. Os pontos B-20, B-21 e B-22 apresentaram a melhor qualidade relativa, com 89% dos parâmetros em Classe 1. Nos pontos B-20, B-21, os 6% que ficaram fora da faixa de classificação correspondem ao nitrato e os 11% em B-22 ao nitrato e ao COT.

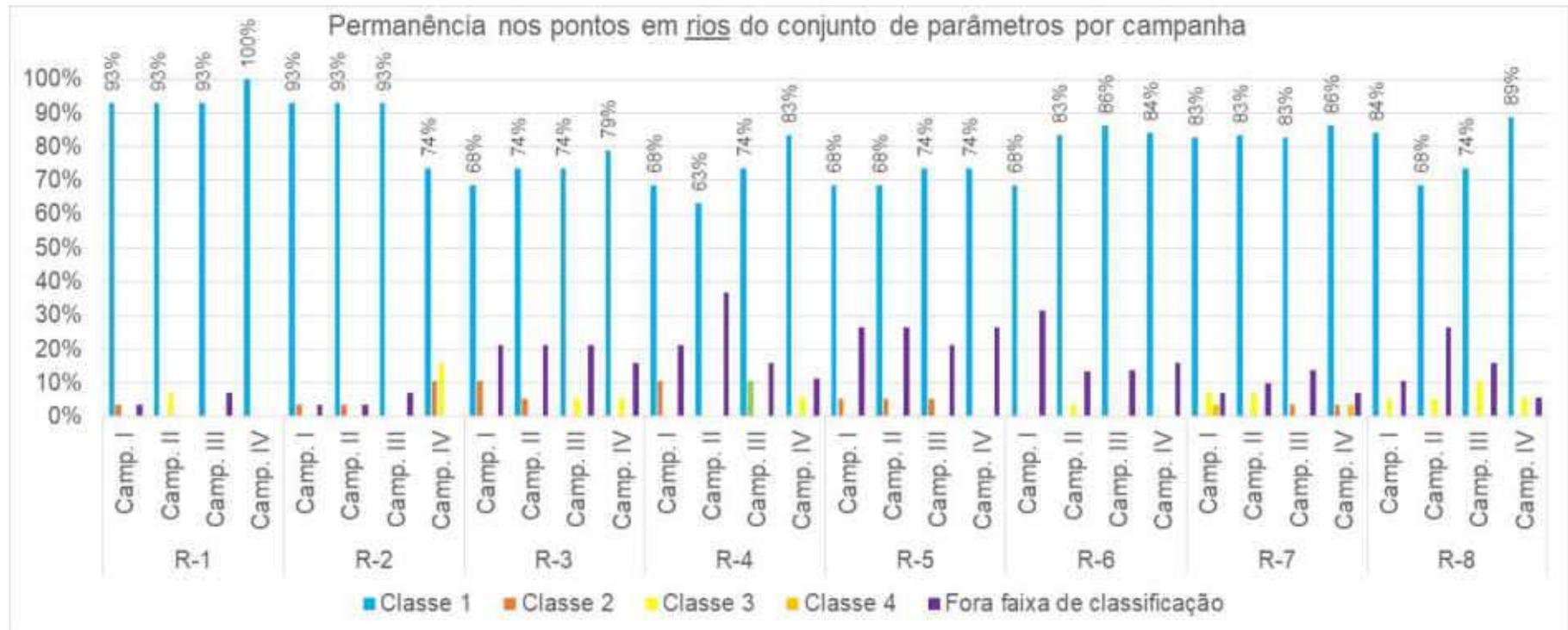


Figura 3.60: Gráfico de Permanência nos Pontos do Conjunto de Parâmetros em Classe de Qualidade – Rios

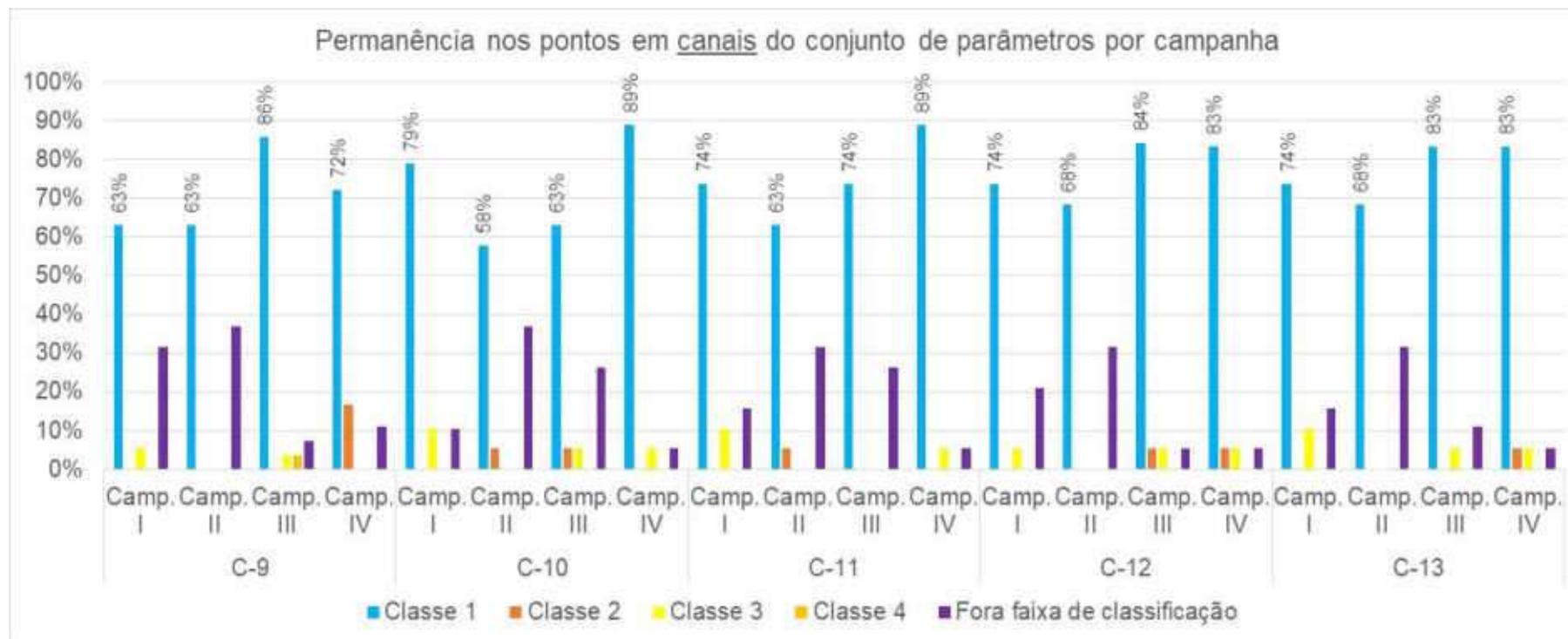


Figura 3.61: Gráfico de Permanência nos Pontos do Conjunto de Parâmetros em Classe de Qualidade - Canais

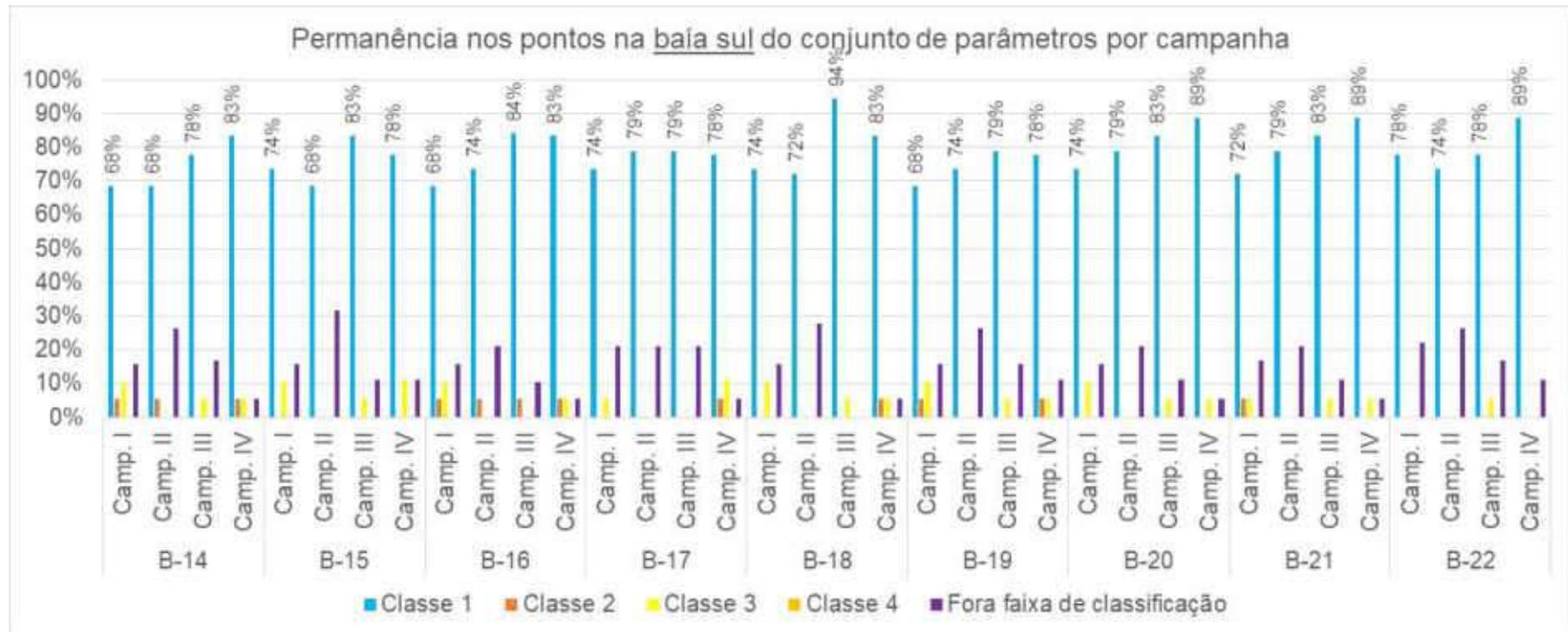


Figura 3.62: Gráfico de Permanência nos Pontos do Conjunto de Parâmetros em Classe de Qualidade - Baía Sul

Quadro 3.60: Permanência nas Classes da Resolução Conama Nº 357/2005, por Campanha de Monitoramento, para o Conjunto de Parâmetros

Campanha	Ponto	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Fora faixa de classificação
Campanha I	R-1	93%	3%	0%	0%	3%
	R-2	93%	3%	0%	0%	3%
	R-3	68%	11%	0%	0%	21%
	R-4	68%	11%	0%	0%	21%
	R-5	68%	5%	0%	0%	26%
	R-6	68%	0%	0%	0%	32%
	R-7	83%	0%	7%	3%	7%
	R-8	84%	0%	5%	0%	11%
	C-9	63%	0%	5%	0%	32%
	C-10	79%	0%	11%	0%	11%
	C-11	74%	0%	11%	0%	16%
	C-12	74%	0%	5%	0%	21%
	C-13	74%	0%	11%	0%	16%
	C-14	68%	5%	11%	0%	16%
	B-15	74%	0%	11%	0%	16%
	B-16	68%	5%	11%	0%	16%
	B-17	74%	0%	5%	0%	21%
	B-18	74%	0%	11%	0%	16%
	B-19	68%	5%	11%	0%	16%
	B-20	74%	0%	11%	0%	16%
	B-21	72%	6%	6%	0%	17%
	B-22	78%	0%	0%	0%	22%
Campanha II	R-1	93%	0%	7%	0%	0%
	R-2	93%	3%	0%	0%	3%
	R-3	74%	5%	0%	0%	21%
	R-4	63%	0%	0%	0%	37%
	R-5	68%	5%	0%	0%	26%
	R-6	83%	0%	3%	0%	13%
	R-7	83%	0%	7%	0%	10%
	R-8	68%	0%	5%	0%	26%
	C-9	63%	0%	0%	0%	37%
	C-10	58%	5%	0%	0%	37%
	C-11	63%	5%	0%	0%	32%
	C-12	68%	0%	0%	0%	32%
	C-13	68%	0%	0%	0%	32%
	C-14	68%	5%	0%	0%	26%
	B-15	68%	0%	0%	0%	32%
	B-16	74%	5%	0%	0%	21%
	B-17	79%	0%	0%	0%	21%
	B-18	72%	0%	0%	0%	28%
	B-19	74%	0%	0%	0%	26%
	B-20	79%	0%	0%	0%	21%
	B-21	79%	0%	0%	0%	21%
	B-22	74%	0%	0%	0%	26%

Campanha	Ponto	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Fora faixa de classificação
Campanha III	R-1	93%	0%	0%	0%	7%
	R-2	93%	0%	0%	0%	7%
	R-3	74%	0%	5%	0%	21%
	R-4	74%	11%	0%	0%	16%
	R-5	74%	5%	0%	0%	21%
	R-6	86%	0%	0%	0%	14%
	R-7	83%	3%	0%	0%	14%
	R-8	74%	0%	11%	0%	16%
	C-9	86%	0%	4%	4%	7%
	C-10	63%	5%	5%	0%	26%
	C-11	74%	0%	0%	0%	26%
	C-12	84%	5%	5%	0%	5%
	C-13	83%	0%	6%	0%	11%
	C-14	78%	0%	6%	0%	17%
	B-15	83%	0%	6%	0%	11%
	B-16	84%	5%	0%	0%	11%
	B-17	79%	0%	0%	0%	21%
	B-18	94%	0%	6%	0%	0%
	B-19	79%	0%	5%	0%	16%
	B-20	83%	0%	6%	0%	11%
	B-21	83%	0%	6%	0%	11%
	B-22	78%	0%	6%	0%	17%
Campanha IV	R-1	100%	0%	0%	0%	0%
	R-2	74%	11%	16%	0%	0%
	R-3	79%	0%	5%	0%	16%
	R-4	83%	0%	6%	0%	11%
	R-5	74%	0%	0%	0%	26%
	R-6	84%	0%	0%	0%	16%
	R-7	86%	3%	0%	3%	7%
	R-8	89%	0%	6%	0%	6%
	C-9	72%	17%	0%	0%	11%
	C-10	89%	0%	6%	0%	6%
	C-11	89%	0%	6%	0%	6%
	C-12	83%	6%	6%	0%	6%
	C-13	83%	6%	6%	0%	6%
	C-14	83%	6%	6%	0%	6%
	B-15	78%	0%	11%	0%	11%
	B-16	83%	6%	6%	0%	6%
	B-17	78%	6%	11%	0%	6%
	B-18	83%	6%	6%	0%	6%
	B-19	78%	6%	6%	0%	11%
	B-20	89%	0%	6%	0%	6%
	B-21	89%	0%	6%	0%	6%
	B-22	89%	0%	0%	0%	11%

Na Figura 3.63 está representada a classificação do conjunto de parâmetros, por campanha, por ponto monitorado.

Considerando-se a frequência média de classe de permanência por compartimento (Quadro 3.61) percebe-se que, para os compartimentos rios e baía sul, embora não haja grande variação entre campanhas, houve uma melhora progressiva da primeira campanha (primavera) para a última (inverno), considerando-se o número de parâmetros em Classe 1. Para o compartimento canais, a variação (de permanência em Classe 1) foi maior entre as campanhas, tendo sido a Campanha II (verão) a com pior qualidade e a Campanha IV (inverno) a de melhor qualidade.

De forma geral, nos três compartimentos analisados (rios, canais e baía sul) a melhor qualidade, verificada pelo maior percentual dos parâmetros em Classe 1, ocorreu na Campanha IV, realizada no inverno.

Quadro 3.61: Permanência média por Classe de Qualidade por Compartimento e Conjunto de Parâmetros

Compartimento	Campanha	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Fora faixa de classificação
Rios	Camp. I	80%	4%	2%	1%	14%
	Camp. II	80%	2%	3%	0%	15%
	Camp. III	83%	2%	2%	0%	14%
	Camp. IV	85%	2%	4%	1%	9%
Canais	Camp. I	73%	0%	8%	0%	19%
	Camp. II	64%	2%	0%	0%	34%
	Camp. III	79%	2%	4%	1%	15%
	Camp. IV	83%	6%	4%	0%	7%
Baía Sul	Camp. I	72%	2%	8%	0%	17%
	Camp. II	74%	1%	0%	0%	25%
	Camp. III	82%	1%	4%	0%	13%
	Camp. IV	83%	3%	6%	0%	7%

– Frequência de Classes pelo Conjunto de Parâmetros Analisados

A partir da classificação dos parâmetros constantes na Resolução Conama Nº 357/2005 para cada amostra coletada, foi determinada, para cada ponto, a frequência de ocorrência de cada classe, considerando-se o conjunto de parâmetros, sem separação por campanha.

Como pode ser observado Quadro 3.62 que apresentados os percentuais de permanência em cada classe de qualidade do conjunto de parâmetros por ponto, em todos os pontos monitorados, a maior frequência em todos os pontos é em Classe 1.

Quadro 3.62: Permanência nas Classes da Resolução Conama Nº 357/2005 do Conjunto de Parâmetros

Ponto	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Fora da faixa de classificação
R-1	95%	1%	2%	0%	3%
R-2	90%	4%	3%	0%	4%
R-3	74%	4%	3%	0%	20%
R-4	72%	5%	1%	0%	21%
R-5	71%	4%	0%	0%	25%
R-6	81%	0%	1%	0%	18%
R-7	84%	2%	3%	2%	9%
R-8	79%	0%	7%	0%	15%
C-9	73%	4%	2%	1%	20%
C-10	72%	3%	5%	0%	20%
C-11	75%	1%	4%	0%	20%
C-12	77%	3%	4%	0%	16%
C-13	77%	1%	5%	0%	16%
B-14	74%	4%	5%	0%	16%
B-15	76%	0%	7%	0%	18%
B-16	77%	5%	4%	0%	13%
B-17	77%	1%	4%	0%	17%
B-18	81%	1%	5%	0%	12%
B-19	75%	3%	5%	0%	17%
B-20	81%	0%	5%	0%	14%
B-21	81%	1%	4%	0%	14%
B-22	79%	0%	1%	0%	19%

Os pontos com melhor qualidade dada por permanência em Classe 1 acima de 80% são R-1, R-2, R-6, R-7, R-8, B-18 e B-20.

Os gráficos da Figura 3.64 e Figura 3.66 apresentam a permanência em classes de qualidade do conjunto de parâmetros, por compartimento (rios, canais e baía sul).

A classificação do conjunto de parâmetros por ponto está representada na Figura 3.67.

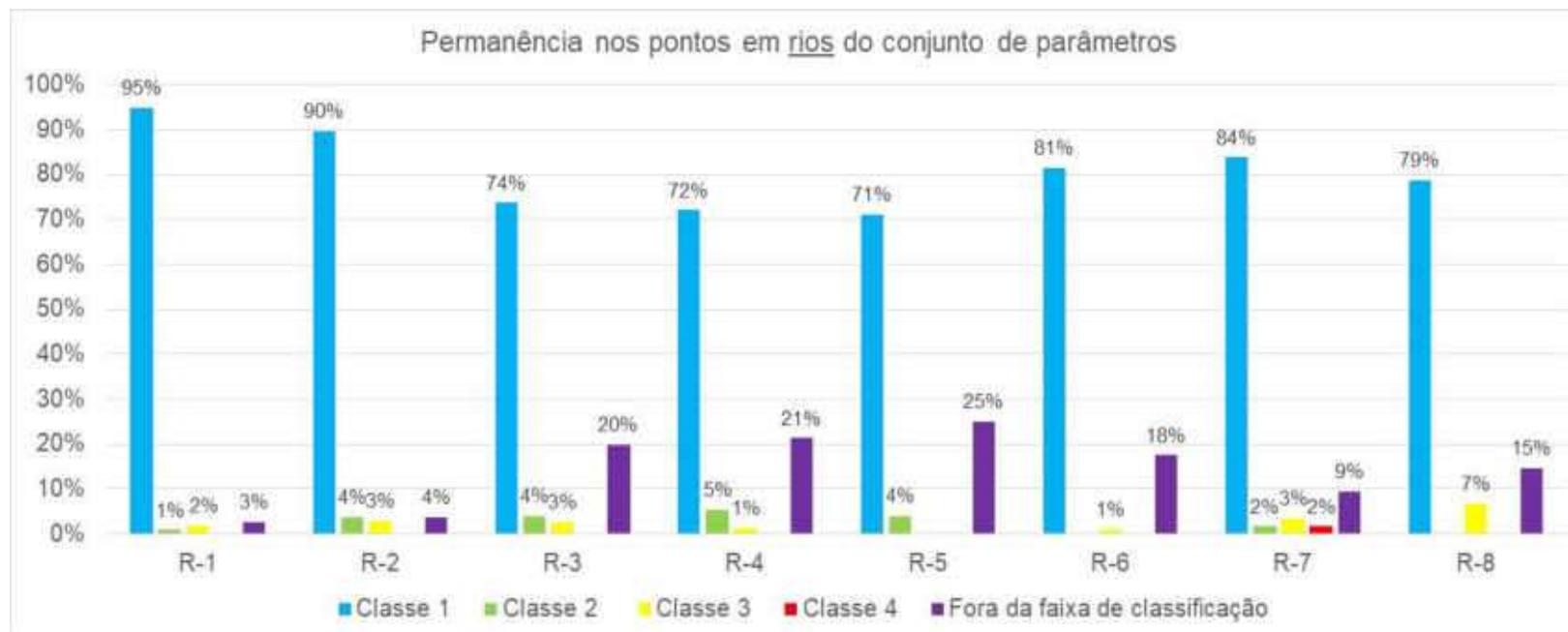


Figura 3.64: Permanência em Classe de Qualidade do Conjunto de Parâmetros por Ponto - Rios

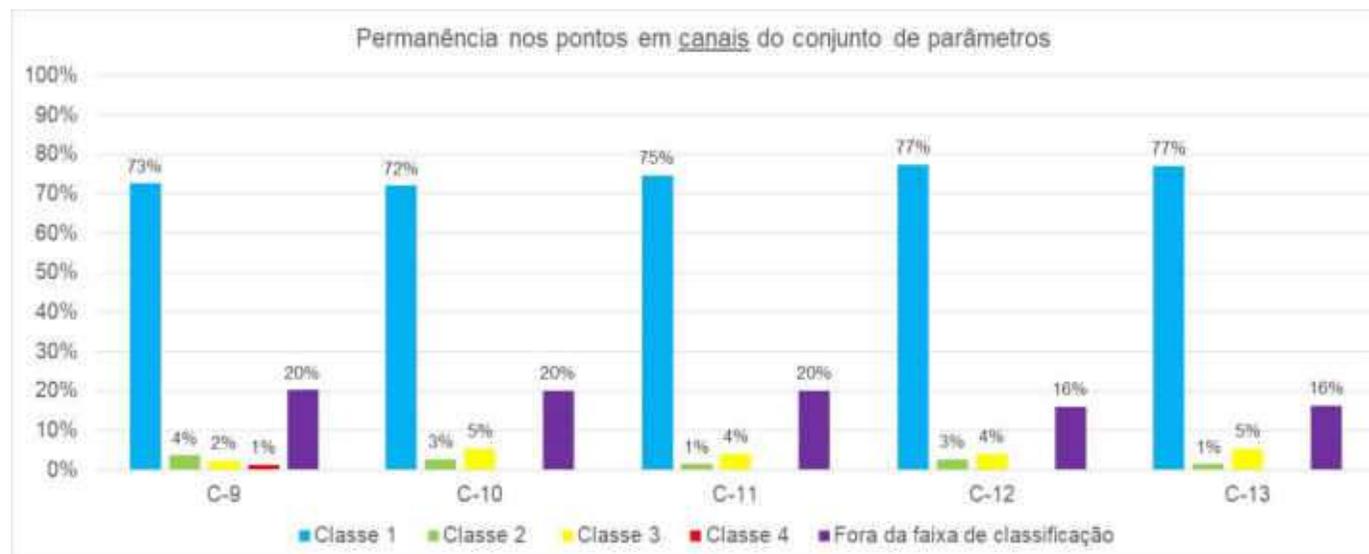


Figura 3.65: Permanência em Classe de Qualidade do Conjunto de Parâmetros por Ponto – Canais

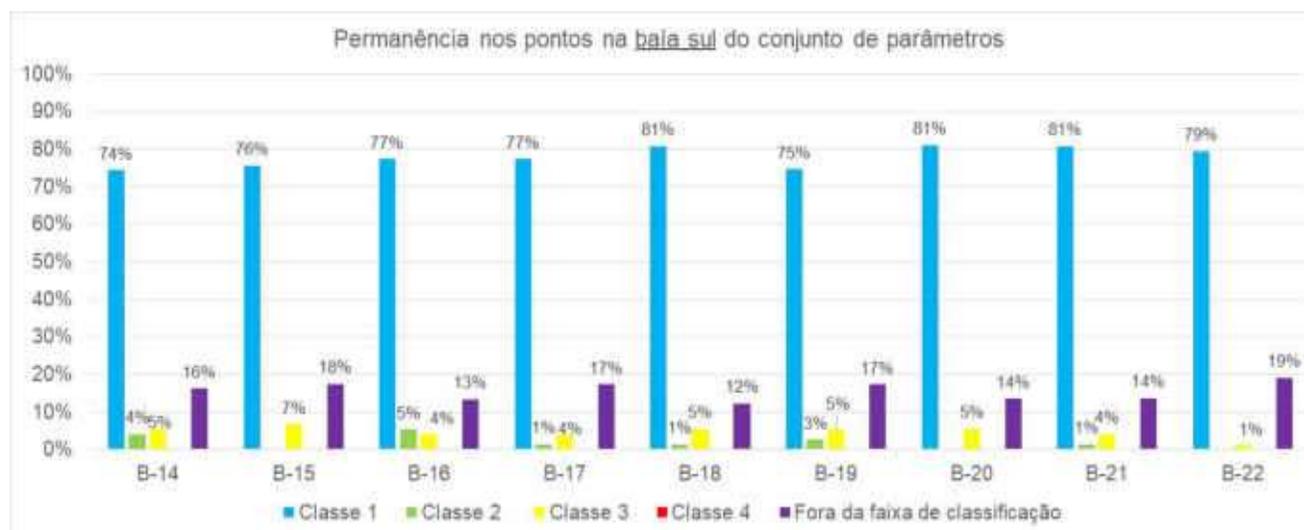
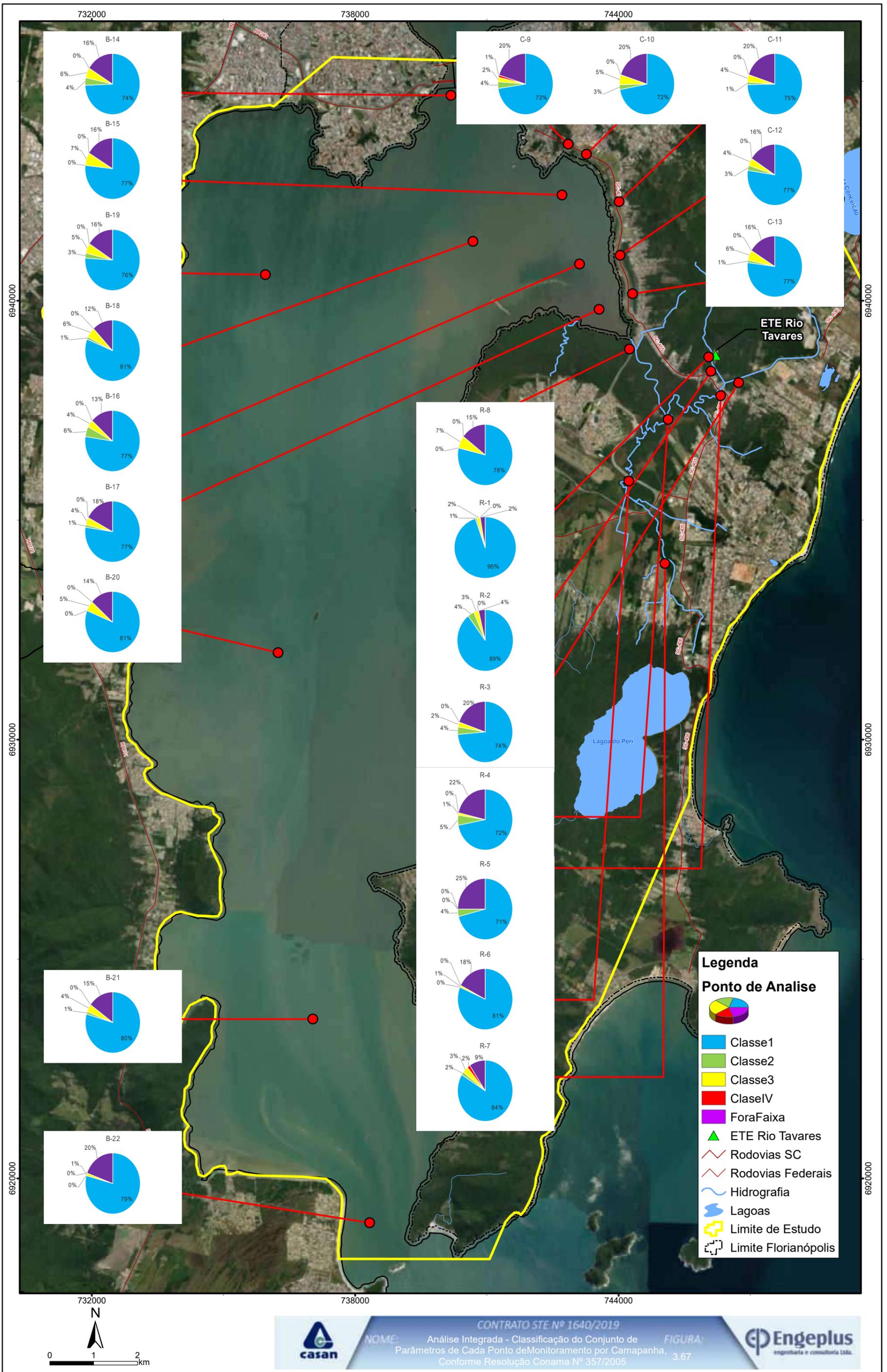


Figura 3.66: Permanência em Classe de Qualidade do Conjunto de Parâmetros por Ponto - Baía Sul



3.5.1.5.4 Relação entre Parâmetros Analisados

Nesse item, é desenvolvida a relação entre os diversos parâmetros analisados, prioritariamente aqueles contemplados pela Resolução Conama N° 357/2005, Resolução Conama N° 274/2000 e no *Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs*, da FUNASA.

– Metais

Os principais metais foram analisados nas quatro campanhas de qualidade da água, sendo eles: Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cromo, Ferro, Mercúrio, Níquel, Prata e Zinco. Dentre esses metais analisados, apenas o Zinco foi detectado em 12 amostras, das quais cinco em concentrações fora da faixa de classificação da Resolução Conama N° 357/2005. O Zinco foi detectado acima dos limites de classificação tanto nos rios (R-4 e R-5) como nos canais (C-9 e C-10) e na baía (B-15).

O descarte de resíduos industriais é a principal fonte de contaminação dos cursos d'água com metais, além da atividade de incineração irregular de lixo urbano que também produz fumaças ricas em metais. A área de estudo não apresenta grande atividade industrial ou de incineração de lixo urbano, o que pode explicar o fato de não ser encontrado nas análises índices de metais. Por outro lado, os valores observados para o parâmetro zinco podem estar relacionados às embarcações existentes/utilizadas nas proximidades dos pontos analisados ou, até mesmo, vinculada ao uso de protetores solares, desodorantes, etc. Segundo Cetesb, 2011²⁹, o zinco e seus compostos são muito usados na fabricação de ligas e latão, galvanização do aço, na borracha como pigmento branco, suplementos vitamínicos, protetores solares, desodorantes, xampus etc. A presença de zinco é comum nas águas superficiais naturais, em concentrações geralmente abaixo de 10 µg/L. O zinco é um elemento essencial ao corpo humano em pequenas quantidades, a atividade da insulina e diversos compostos enzimáticos dependem da sua presença. O zinco só se torna prejudicial à saúde quando ingerido em concentrações muito elevadas, o que é extremamente raro, e, neste caso, pode acumular-se em outros tecidos do organismo humano.

– DBO e Surfactantes Aniônicos

A depuração de matéria orgânica em corpo hídrico por meio da oxidação química e, principalmente, bioquímica, envolve o consumo de oxigênio pelos microorganismos envolvidos no processo de estabilização da matéria orgânica. Assim, uma das formas de avaliar a poluição orgânica de um curso d'água é através da observação do decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido e/ou pela concentração de matéria orgânica em termos de concentração de oxigênio necessário para oxidá-la (DBO). Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

A Resolução do Conama n° 357/2005 apresenta a classificação de DBO apenas para águas doces, por isso, por isso as amostras de água salobra e salina não foram classificadas. Nas quatro campanhas, foram 14 amostras de água doce. O maior comprometimento da qualidade da água devido à elevada DBO (fora da faixa de classificação) foi verificado na campanha de outono (Campanha III) nos pontos R-2, R-6 e C-9. Nessas amostras o teor de fósforo total também ficou fora da faixa de classificação além da água ter sido considerada imprópria para banho de acordo com a Resolução Conama N° 274/2000 pela presença

²⁹ Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>. Acesso em janeiro de 2021.

elevada de coliformes totais. Conforme o PASR, desses três pontos, apenas C-9 apresentava ocupação das margens, presença de resíduos, lançamento irregular de efluentes e odor, corroborando com os resultados das análises no sentido de tratar-se de contaminação por esgoto doméstico.

Quando os resultados para DBO são confrontados com o parâmetro OD nos três pontos com DBO fora da faixa de classificação, verifica-se que em R-6 (Campanha III) a concentração de OD está fora da faixa de classificação, ou seja, muito baixa, o que, associado, à elevada DBO condiz com uma situação em que o corpo hídrico não está conseguindo absorver e depurar de forma aeróbia a carga orgânica recebida. O mesmo ocorre no ponto C-9 (Campanha III) no qual OD ficou em Classe 4. No ponto R-2 (Campanha III), apesar da elevada DBO a concentração de OD permanece em Classe 1 o que pode estar relacionado à fotossíntese de algas, uma vez que este fenômeno ocorre em maior extensão em águas poluídas ou, mais propriamente, em águas eutrofizadas, ou seja, aquelas em que a decomposição dos compostos orgânicos lançados levou à liberação de sais minerais no meio, especialmente os de nitrogênio e fósforo que são utilizados como nutrientes pelas algas. Nessa amostra R2 (Campanha III) o fósforo total também ficou fora da faixa de classificação, embora o mesmo não acontecesse com nenhuma forma de nitrogênio. Este efeito (DBO e OD elevada) pode “mascarar” a avaliação do grau de poluição de uma água, quando se toma por base apenas a concentração de oxigênio dissolvido. Sob este aspecto, águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da concentração de saturação. No entanto, uma água eutrofizada pode apresentar concentrações de oxigênio bem superiores a 10 mg/L, mesmo em temperaturas superiores a 20°C, caracterizando uma situação de supersaturação. Isto ocorre principalmente em lagos/rios de baixa velocidade, onde chegam a se formar crostas verdes de algas à superfície³⁰. No caso em questão, o PASR reporta a presença de macrófitas no ponto R-2, embora sem sinais de eutrofização aparente.

Os Surfactantes Aniônicos (Substâncias que Reagem ao Azul de Metileno) são abordados pela Resolução do Conama nº 357/2005 para os três tipos de água – doce, salobra e salina. Das 88 amostras, 49 apresentaram concentrações elevadas de surfactantes, fora da faixa de classificação da referida resolução. Os surfactante aniônicos são os principais constituintes dos detergentes sintéticos, que são amplamente utilizados pelas indústrias e atividades domésticas. Por esse fato, diariamente são liberadas no ambiente consideráveis quantidades de surfactantes, causando sérios problemas de poluição. São eles que causam espumas nos rios, afetam as propriedades físico-químicas e biológicas dos solos, e podem permanecer no ambiente por longos períodos³¹. Nos pontos que apresentaram valores alterados pela classificação, é possível que haja despejo de efluentes sanitários sem tratamento, o que altera a qualidade da água quando observado o parâmetro em questão. Em consequência disto pode ocorrer formação de espuma, diminuição da absorção do oxigênio da atmosfera pelos meios aquosos e biota, além de sua dissolução e aumento do conteúdo em fosfatos no meio aquático³². Observa-se que nas amostras que apresentaram elevada concentração de surfactantes, o parâmetro fósforo também apresentou-se fora da faixa de classificação devido aos elevados valores. Os detergentes em pó empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte de fósforo assim como águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais. Assim, associando-se os elevados valores tanto de fósforo como de surfactantes, ambos presentes em sabões e detergentes, pode-se inferir sobre a

³⁰ Disponível em: http://www.leb.esalq.usp.br/leb/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%2010%20-%20Oxigenio%20Dissolvido%20e%20Materia_Organica.pdf Acesso em: jan/2021

³¹ Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/41940/Resumo_666.pdf?sequence=1. Acesso em: jan/2021

³² Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5515/1/arquivo6163_1.pdf Acesso em: jan/2021

contaminação das águas nesses pontos elevados teores de fósforo e de surfactantes à presença de efluentes domésticos não tratados.

– **Coliformes totais, Escherichia Coli e Colesterol**

Os coliformes fecais são definidos como microrganismos do grupo coliforme capazes de fermentar a lactose a 44-45°C, sendo representados principalmente pela *Escherichia coli* e, também por algumas bactérias dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Dentre esses microrganismos, somente a *E. coli* é de origem exclusivamente fecal, estando sempre presente, em densidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal. Os demais podem ocorrer em águas com altos teores de matéria orgânica, como por exemplo, efluentes industriais, ou em material vegetal e solo em processo de decomposição. Podem ser encontrados igualmente em águas de regiões tropicais ou sub-tropicais, sem qualquer poluição evidente por material de origem fecal. Entretanto, sua presença em águas de regiões de clima quente não pode ser ignorada, já que não se exclui, nesse caso, a possibilidade da presença de microrganismos patogênicos.

A Resolução Conama nº 357/2005 preconiza que o parâmetro *Escherichia coli* seja utilizado para a classificação de balneabilidade (Conama nº 274/2000). Segundo a classificação, todos os pontos em rios e canais, excetuando-se R-4 e C-13, apresentaram em no mínimo uma campanha valores elevados de *E. coli*, sendo as águas classificadas como impróprias para banho. As campanhas III e IV foram realizadas, respectivamente, no outono e no inverno, podendo representar os efeitos do verão, principalmente do aumento da população (veraneio), sobre a qualidade das águas. Na baía sul, nenhum ponto foi classificado como impróprio para banho em relação à presença de *Escherichia coli*, provavelmente pelo efeito de diluição, pela adversidade representada pela maior salinidade e pelo próprio decaimento natural da concentração dos microrganismos.

O parâmetro Colesterol na água foi avaliado como biomarcador. Biomarcadores são substâncias específicas cuja presença em sedimentos ou amostras de água pode ser correlacionada com o processo de contaminação, no caso do colesterol, lançamentos de efluentes domésticos. Ainda que a quantificação de marcadores químicos, biomarcadores, seja mais trabalhosa e onerosa, esses compostos químicos possuem alta especificidade quanto à fonte de contaminação e persistem no ambiente por mais tempo, quando comparados a bactérias, por exemplo, termotolerantes. Quando a matéria fecal é introduzida em ambientes aquáticos, compostos lipofílicos, como esteroides, interagem fortemente com a matéria particulada, limitando significativamente a degradação destes compostos. No contexto de biomarcadores de contaminação fecal, podemos citar colesterol e coprostanol como eficientes e bastante utilizados. Embora a legislação brasileira para qualidade de águas não contemple essas substâncias, em trabalhos técnicos de consultoria e acadêmicos mais especializados e elaborados, esses têm sido bastante utilizados. Alguns autores apontam limitações ao uso do coprostanol e colesterol como biomarcadores, devido à falta de um critério quantitativo que associe determinado nível de coprostanol/colesterol à presença de contaminação fecal, incluindo a falta de definição na legislação. Tem sido proposto o uso de alguns índices derivados da relação entre concentração de coprostanol e de outros compostos esteroidais. Assim, no trabalho de avaliação, as concentrações de colesterol encontradas foram avaliadas no contexto de outros dados do mesmo local e dados observados em locais próximos do local em avaliação. Colesterol é tipicamente um produto de origem animal, é um álcool policíclico derivado de esteróide e excretado pelo fígado na bile e reabsorvido nos intestinos. Parte deste colesterol é excretado junto com as fezes, podendo assim ser encontrado em esgotos domésticos. Possui baixa solubilidade em água (0, 095 mg/L). O colesterol é um esteroide de ampla ocorrência em nossos ecossistemas. Sua presença no solo e corpos d'água pode ser decorrente de fontes naturais e antropogênicas. E como se encontra presente nas fezes de diversos animais em diferentes concentrações, também se emprega este como um possível biomarcador de contaminação fecal associado a outros esteroides, como, por exemplo, a razão

coprostanol/colesterol, reportada por vários autores na literatura científica. Em ambientes não cronicamente poluídos por esgoto doméstico, as concentrações encontradas em outros trabalhos, incluindo os do Laboratório de Avaliação Ecotoxicológica, normalmente estão na faixa de nanograma (ng/L), ou menor. Neste caso, a produção de colesterol não é antropogênica, podendo estar associado a fitoplânctons e zooplânctons, que podem ser organismos responsáveis pela introdução natural de esteróis no ambiente. No caso, algumas concentrações detectadas estão no limite de micrograma (μg) para nanograma (ng). Portanto, os valores indicam que não se tratam de ambientes isentos de contaminação, com exceção daqueles para os quais o valor indicado é ND.

Analisando os resultados observa-se das 88 amostras coletadas, em 78 não foi detectada a presença de colesterol (indicação de ND), pelo menos levando-se em consideração o limite de detecção do método ($1 \mu\text{g/L}$), ou seja, os valores de colesterol nesses pontos podem estar na faixa de nanogramas ou menores, indicando que esses ambientes não estão cronicamente poluídos por esgoto doméstico. Nesse grupo, estão todas as amostras coletadas na baía sul e nos canais (exceto em C-9 na Campanha I). Para os pontos em rios e para dois pontos em canais (C-9 e C-11), as concentrações detectadas estão no limite de micrograma (μg) para nanograma (ng), indicando que não se tratam de ambientes isentos de contaminação. Comparando-se as amostras em que foi detectado colesterol com as de concentrações de Coliformes Totais e E. coli, de forma geral se verifica que as amostras em que foi detectado colesterol apresentam uma elevada concentração de E. coli e/ou Coliformes Totais, corroborando com a possibilidade de contaminação fecal. Porém, nem todas as amostras com elevada concentração de Coliformes Totais e/ou E. coli, apresentaram colesterol, ou seja, possivelmente, nesses pontos, a contaminação por efluentes domésticos não é crônica, podendo inclusive ser de outra fonte de origem animal. Nesse mesmo sentido, cabe destacar que em nenhum ponto o colesterol se fez presente nas quatro campanhas, de modo que não se pode afirmar que a contaminação crônica ocorre de fato em algum ponto e sim que há evidências de contaminação por efluentes domésticos.

– **Nitrogênio Amoniacal, Nitrito, Nitrato, Fósforo, Carbono Orgânico Total (COT) e Cloreto**

A Resolução do Conama nº 357/2005 estabelece valores de referência para os três tipos de água – doce, salobra e salina - para os parâmetros Nitrato, Nitrito e Nitrogênio Amoniacal.

A Cetesb faz uma boa descrição acerca das fontes de nitrogênio, ressalta que as fontes de nitrogênio nas águas naturais são diversas e que os esgotos sanitários constituem, em geral, a principal fonte de lançamento nas águas de nitrogênio orgânico (devido à presença de proteínas) e amoniacal (pela hidrólise da uréia na água). Ressalta ainda que a atmosfera é outra fonte importante devido a diversos mecanismos como a biofixação desempenhada por bactérias e algas presentes nos corpos hídricos, que incorporam o nitrogênio atmosférico em seus tecidos, contribuindo para a presença de nitrogênio orgânico nas águas; a fixação química, reação que depende da presença de luz, também acarreta a presença de amônia e nitratos nas águas, pois a chuva transporta tais substâncias, bem como as partículas contendo nitrogênio orgânico para os corpos hídricos. Nas áreas agrícolas, o escoamento das águas pluviais pelos solos fertilizados também contribui para a presença de diversas formas de nitrogênio. Também nas áreas urbanas, a drenagem das águas pluviais, associada às deficiências do sistema de limpeza pública, constitui fonte difusa de difícil caracterização.

É importante destacar que o nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de: nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras são formas reduzidas e as duas últimas, oxidadas. Pode-se associar as etapas de degradação da poluição orgânica por meio da relação entre as formas de nitrogênio. Nas zonas de autodepuração natural em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas

limpas. Ou seja, se for coletada uma amostra de água de um rio poluído e as análises demonstrarem predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo; se prevalecerem o nitrito e o nitrato, denota que as descargas de esgotos se encontram distantes.

A amônia é um tóxico bastante restritivo à vida dos peixes, sendo que muitas espécies não suportam concentrações acima de 5 mg/L. Além disso, a amônia provoca consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidada biologicamente, a chamada DBO de segundo estágio. Por estes motivos, a concentração de nitrogênio amoniacal é importante parâmetro de classificação das águas naturais e normalmente utilizado na constituição de índices de qualidade das águas³³.

Nas análises laboratoriais realizadas, o nitrogênio amoniacal apresentou valores elevados, fora da faixa de classificação, em pelo menos uma das campanhas de monitoramento, em todos os pontos, excetuando-se R-2 e R-7. Excetuando-se na Campanha I no ponto R-3, nas demais amostras em que o nitrogênio amoniacal ficou elevado, a concentração de OD foi baixa, fora da faixa de classificação da Resolução Conama nº 357/2005. Em R-2 e R-7, localizados em áreas com pouca ou nenhuma ocupação humana, apresentaram todas as formas de nitrogênio (amoniacal, nitrito e nitrato) em Classe 1 da Resolução Conama nº 357/2005; no entanto, nesses mesmos pontos foram detectados outros parâmetros que podem ter origem antrópica em concentrações acima da faixa de classificação: Coliformes Totais, E. coli, fósforo, sulfeto, colesterol, coprostanol.

Em relação ao nitrito, uma forma de nitrogênio mais oxidada do que o nitrogênio amoniacal, apenas em duas amostras a concentração ficou fora da faixa de classificação: em R-3 e em R-5, na Campanha IV. Nessas amostras (Campanha IV em R-3 e R-5), o nitrato também apresentou valores elevados (fora a faixa de classificação; já o nitrogênio amoniacal apresentou-se com valores muito baixos, característicos de Classe 1. O predomínio de nitrato sobre as formas de nitrogênio amoniacal e nitrito, mostram um contaminante mais estabilizado, mais depurado.

O nitrato, forma mais estável do nitrogênio na água, foi encontrado em concentrações elevadas, fora da faixa de classificação em todos os pontos de monitoramento, exceto em R-1 e R-7, em uma ou mais campanhas.

Os compostos de nitrogênio quando descarregados nas águas naturais conjuntamente com o fósforo e outros nutrientes presentes nos despejos, provocam o enriquecimento do meio tornando-o mais fértil e possibilitam o crescimento em maior extensão dos seres vivos que os utilizam, especialmente as algas, o que é chamado de eutrofização. Quando as descargas de nutrientes são muito fortes, dá-se o florescimento muito intenso de gêneros que predominam em cada situação em particular. Estas grandes concentrações de algas podem trazer prejuízos aos usos que se possam fazer dessas águas, prejudicando seriamente o abastecimento público ou causando poluição por morte e decomposição. O controle da eutrofização, através da redução do aporte de nitrogênio é comprometida pela multiplicidade de fontes, algumas muito difíceis de serem controladas como a fixação do nitrogênio atmosférico, por parte de alguns gêneros de algas. Por isso, deve-se investir preferencialmente no controle das fontes de fósforo.

Dentre os parâmetros analisados, o que se apresentou em maior desconformidade com a legislação e normas vigentes foi o fósforo total. Das 88 amostras coletadas, em 51 as concentrações desse parâmetro ficaram fora da faixa de classificação da Resolução Conama nº 357/2005 devido aos elevados valores. Em todos os pontos, pelo menos em pelo menos uma das campanhas o fósforo se mostrou desconforme, com valores elevados. Na baía sul, nenhum dos pontos com fósforo elevado apresentou problemas em relação ao OD, sendo todas as amostras desse compartimento (baía) apresentando concentrações de

³³ Disponível em: <http://pha.poli.usp.br/> Acesso em jan/2021

OD compatíveis com a Classe I. Nos demais pontos a relação entre OD e fósforo varia: em alguns casos tanto o fósforo como o OD estão fora da faixa de classificação e, em outros, mesmo com o fósforo fora da faixa de classificação, a concentração de OD é elevada (Classe 1).

O fósforo aparece em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos, à matéria orgânica fecal e os detergentes em pó empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais.

Outro parâmetro analisado foi o Carbono Orgânico Total (COT), que só apresenta limites estabelecidos em norma para águas salobras e salinas. O carbono orgânico em água doce origina-se da matéria viva e também como componente de vários efluentes e resíduos. Sua importância ambiental deve-se ao fato de servir como fonte de energia para bactérias e algas, além de complexar metais. A parcela formada pelos excretos de algas cianofíceas pode, em concentrações elevadas, tornar-se tóxica, além de causar problemas estéticos em pessoas. O carbono orgânico total na água também é um indicador útil do grau de poluição do corpo hídrico³⁴. A oxidação do COT consome o oxigênio dissolvido na água, por esse fato sua quantificação é um bom indicador da qualidade da água e está intimamente relacionado com a matéria orgânica existente nos meios hídricos. O ciclo biogeoquímico do carbono é um dos mais complexos e abrangentes, englobando todos os aspectos da limnologia, desde a produção primária, passando por cadeias alimentares até fenômenos de sucessão biológica³⁵. A bibliografia relacionada a elevados valores de COT na água para ambientes marinhos é bastante escassa, muito do material disponível faz referência a análise de COT para sedimentos. Todavia, devido a ampla presença de diferentes organismos aquáticos que absorvem carbono em ambiente marinho, pode ocorrer o aumento significativo dos valores para COT.

Dentre as 74 amostras (águas salobras e salinas) em que foi analisado o COT, 41 apresentaram esse parâmetro fora da faixa de classificação. Em todas as amostras da baía sul em que o COT ficou fora da faixa de classificação, o OD ficou em Classe 1, parecendo ter pouca relação entre os parâmetros. Da mesma forma, para os demais pontos há casos de amostras em que o COT é elevado e o OD baixo (fora da faixa de classificação) e casos em que o COT é elevado (fora da faixa de classificação) e a concentração de OD é elevada (Classe 1).

O parâmetro Cloreto é abordado pela Resolução do Conama nº 357/2005 somente para águas doces, neste caso, observou-se que das 14 amostras de água doce, três apresentaram concentrações de cloreto fora da faixa de classificação da referida resolução: R-1 (Campanha III), R-2 e R-6 (Campanha II). No entanto, apenas em R-2, na Campanha II, a condutividade elétrica teve concentração compatível com “águas poluídas por esgoto” do *Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs*, da FUNASA.

Os níveis elevados de Cloreto podem estar relacionados à descarga de esgoto sanitário, já que cada pessoa expele através da urina cerca 4 g de cloreto por dia, que representam cerca de 90 a 95% dos excretos humanos, o restante é expelido pelas fezes e pelo suor (WHO, 2014³⁶). Tais quantias fazem com que os esgotos apresentem concentrações de cloreto que ultrapassam 15 mg/L. Nas regiões costeiras, através da chamada intrusão da cunha salina, são encontradas águas com níveis altos de cloreto. Esses dois fatores não parecem ser a causa dos elevados dos valores de Cloreto observado nas análises das três

³⁴ Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wpcontent/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>. Acesso em: janeiro/2021

³⁵ Disponível em: https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/76/6/Unidade_3.pdf Acesso em: janeiro de 2021

³⁶ Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/boron.pdf. Acesso em: janeiro/2021

amostras (R-1, R-2 e R-6), já que ambos não estão localizados próximo a ambientes onde naturalmente as águas apresentam valores mais elevados de Cloreto (baía).

– **Salinidade, Sólidos Dissolvidos Totais, Condutividade, Turbidez, OD e pH**

A salinidade da água é o parâmetro utilizado pela Resolução Conama nº 357/2005 para classificar as águas em doces, salobras ou salinas.

A salinidade pode influenciar na capacidade da água em dissolver oxigênio pois o aumento da salinidade diminui a solubilidade do O₂ na água. Assim, a quantidade de minerais ou a presença de elevadas concentrações de sais dissolvidos na água em decorrência de atividades potencialmente poluidoras podem, mesmo que em pequena intensidade, influenciar o teor de OD na água. Desta forma, a salinidade é a principal causa do menor valor de OD nas águas salgadas, em relação ao mesmo valor em águas doces em condições idênticas de temperatura e pressão atmosférica³⁷.

No entanto, no estudo em questão, os maiores valores de OD foram verificados nos pontos na baía sul em que as águas são salobras e salinas. Possivelmente os menores valores desse parâmetro nos canais e rios estão relacionados ao consumo de OD para depuração de cargas orgânicas, predominantemente de origem doméstica. Ou seja, os valores encontrados de OD nas águas doces são significativamente menores do que nas áreas salobras e salinas, possivelmente por conta dos índices elevados de cargas orgânicas e nutrientes encontrados na água.

No estudo em questão, a salinidade tornou-se um fator dificultante na análise integrada da qualidade da água nos pontos, pois em um mesmo ponto a salinidade variou de campanha para campanha. Os únicos pontos que mantiveram a classificação de salinidade constante nas quatro campanhas foram R-1 e R-7 (doce) e R-3 e R-5 (salobra). Destacam-se também os pontos na baía apresentaram aumento da salinidade na última campanha em relação às anteriores. A causa dessa variação de salinidade é o ambiente que é influenciado pelas múltiplas combinações entre fatores como chuva, maré, vento, correntes marinhas, entre outros.

A concentração de oxigênio dissolvido (OD) em um corpo d'água qualquer é controlada por vários fatores, sendo um deles a solubilidade do oxigênio em água. A solubilidade do OD na água é bastante influenciada pela temperatura, sendo que com a elevação da temperatura a solubilidade diminui. Deste modo, águas de rios ou lagos aquecidos artificialmente como resultado de poluição térmica contêm menos OD³⁸.

Os resultados encontrados para a temperatura da água nos pontos amostrais não apresentaram grande variação além daquela decorrente da estação do ano. Entende-se que os valores baixos (fora da faixa de classificação) de OD presentes em 21 das 88 amostras podem estar relacionados à presença de matéria orgânica e nutrientes provenientes de poluição antrópica. O aumento da matéria orgânica resulta na maior taxa de respiração de microorganismos, dando origem à elevação das quantidades de CO₂ e metano (o último produzido apenas por degradação anaeróbica) e, principalmente, em uma demanda de oxigênio, cuja disponibilidade é pequena devido à sua solubilidade bastante limitada na água³⁹. Destaca-se que todas as amostras coletadas na baía sul apresentaram concentrações de OD características de Classe 1, independentemente de a amostra ser de água salobra ou salina.

Em alguns casos, mesmo com a presença significativa de matéria orgânica e nutrientes, os valores de OD se mantiveram elevados (Classes 1, 2 e 3), esse fato pode ser explicado por alguns fatores como: processo de aeração natural presente nos rios, saturação do oxigênio, presença de algas, etc. Essas questões podem fazer com que os índices de OD apresentem

³⁷ Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a02.pdf>. Acesso em: janeiro de 2021.

³⁸ Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a02.pdf>. Acesso em: janeiro de 2021.

³⁹ Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a02.pdf>. Acesso em: janeiro de 2021.

valores adequados mesmo com a presença de fontes de contaminação, mascarando a qualidade das águas quando analisado somente o parâmetro OD.

Outro parâmetro físico importante de ser abordado são os Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), que são constituídos por partículas de diâmetro inferior a 10^{-3} μm e que permanecem em solução mesmo após a filtração. A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgotos). Nas águas naturais os sólidos dissolvidos estão constituídos principalmente por carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, fosfatos, nitratos de cálcio, magnésio e potássio (GASPAROTTO, 2011)⁴⁰.

A Resolução do Conama nº 357/2005 apresenta classificação do parâmetro SDT apenas para águas doces. Das 14 amostras de água doce coletadas nas quatro campanhas realizadas, 13 apresentaram teor de SDT característicos de Classe 1 e uma amostra (R-6, Campanha III) apresentou elevada concentração do parâmetro, fora da faixa de classificação. Analisando demais parâmetros para essa amostra (R-6, Campanha III), verifica-se elevada DBO e baixa concentração de OD, ambos os parâmetros fora da faixa de classificação; além desses parâmetros, verifica-se a presença de E. Coli em número que torna a água imprópria para banho de acordo com a Resolução Conama nº 274/2000 e a condutividade indica águas poluídas por esgoto, de acordo com a Funasa. O PASR, no entanto, não reporta no entorno do ponto resíduos ou lançamento irregular de efluentes. Os pontos na baía sul apresentaram as maiores concentrações de SDT, em torno de 35.000 mg/L, e sem grandes variações entre campanhas, sendo que, como esperado devido a relação direta entre SDT e condutividade, nesses pontos a condutividade elétrica é elevada por tratar-se de águas salobras e salinas.

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (esta redução dá-se por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos, tais como algas e bactérias, plâncton em geral etc. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas, que é intensificada pelo mau uso do solo, é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas. Os esgotos domésticos e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas⁴¹. A Resolução do Conama nº 357/2005 apresenta classificação do parâmetro turbidez apenas para águas doces. Todas as 14 amostras de água doce coletadas nas quatro campanhas realizadas apresentaram turbidez característica de Classe 1.

A condutividade elétrica da água, segundo a FUNASA, “indica a sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions. Quanto maior a concentração iônica da solução, maior é a oportunidade para ação eletrolítica e, portanto, maior a capacidade em conduzir corrente elétrica”, ou seja, é um bom indicador de excesso de substâncias dissolvidas pelo fato da água ter sofrido uma perturbação originada de ações antrópicas. Para a referida fonte, águas doces com condutividade acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ apresentam poluição por esgoto. Dentre as 14 amostras de água doce, apenas as quatro do ponto R-1 foram classificadas como “águas naturais” os demais 10 pontos foram classificados como “águas poluídas por esgoto”.

⁴⁰ GASPAROTTO, F. A. Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP. Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 90. 2011.

⁴¹ Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>. Acesso em janeiro de 2021.