

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA AMBIENTAL**

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM SISTEMA DE  
ESGOTAMENTO SANITÁRIO COM DISPOSIÇÃO OCEÂNICA-  
ESTUDO DE CASO: EMISSÁRIO DO CAMPECHE**

**Carla de Almeida Moura**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto**

**Florianópolis, 2011**

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM SISTEMA DE  
ESGOTAMENTO SANITÁRIO COM DISPOSIÇÃO OCEÂNICA -  
ESTUDO DE CASO: EMISSÁRIO DO CAMPECHE**

**Carla de Almeida Moura**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

**Orientadora**  
**Prof<sup>a</sup>. Dra. Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto**

**FLORIANÓPOLIS, 2011**

## FICHA CATALOGRÁFICA

MOURA, Carla de Almeida

Avaliação de impactos ambientais em sistema de esgotamento sanitário com disposição oceânica – Estudo de caso: Emissário do Campeche . x p.

Campeche, Emissário Submarino, Impacto Ambiental, Matriz Leopold.

Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – Florianópolis – SC – Fevereiro, 2011.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MOURA, Carla de A. Avaliação de impactos ambientais em sistema de esgotamento sanitário com disposição oceânica. 2011. X p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO  
COM DISPOSIÇÃO OCEÂNICA - ESTUDO DE CASO: EMISSÁRIO DO CAMPECHE**

*CARLA DE ALMEIDA MOURA*

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de

**MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

Aprovado por:

---

**Profª. Dra. Cátia Regina S. C. Pinto**  
(Orientadora)

---

**Profº. Davide Franco, Dr.**  
(Membro da banca)

---

**Profº. Ramon Lucas Dalsasso, Dr.**  
(Membro da banca)

---

**Rodrigo do Carmo Barletta, Dr.**  
(Membro da banca)

**FLORIANÓPOLIS, 2011**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pela oportunidade de estar aqui e pela minha saúde e determinação.

À Professora Cátia R. S. de Carvalho Pinto pela sua orientação, paciência, apoio, confiança e incentivo constante em todo esse processo.

A toda equipe do Laboratório de Toxicologia Ambiental da UFSC – LABTOX, que no início desse trabalho foram muito importantes.

À minha família, em especial minha mãe e minha irmã, que mesmo distantes, sempre estiveram presentes com seu amor, atenção e constante incentivo, além de seus próprios exemplos de vida, que por si só já me encham de orgulho e força.

A todos da família Machado (Wanderlei, Valda, Jociéli, Giselle e Jawilson) pela seu amor, atenção e apoio desde sempre.

Ao Paulo Bertoldi, pela sua amizade e apoio incondicional para o início e de certa forma para a finalização deste trabalho.

A Heloíza, que sem a sua amizade e apoio, não teríamos ingressado nesse programa e principalmente pela cumplicidade na realização das disciplinas.

A uma pessoa que foi muito importante no ingresso e na realização de grande parte deste trabalho com seu amor e apoio, mas que apesar de não fazer mais parte do meu convívio, não posso deixar de agradecer.

A Camila pela sua amizade inestimável, cumplicidade e apoio sempre, os quais foram fundamentais para a finalização deste trabalho.

A Jamilla, pela sua amizade e apoio, em especial nos desenhos.

A todos os meus amigos do meu trabalho, como Maycon, Soraia, Macedo, Alisson, Fernando, Aurélio, Hélia, Fabiana, que sempre me deram apoio e suporte para a realização deste trabalho.

A todos os meus amigos, pelo apoio e pela compreensão nos momentos de ausência.

Aos membros da banca pela atenção e pelas contribuições para a melhoria deste trabalho.

À todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram no decorrer deste trabalho.

## RESUMO

Menos da metade da população de Florianópolis, bem como a grande maioria das cidades brasileiras, está coberta pelos serviços de coleta e tratamento de esgoto sanitário. Sendo, desta forma, imprescindível a implementação desses serviços, cujos os quais não devem visar somente a preservação e conservação do meio ambiente, através do tratamento e a disposição final adequada, mas também considerar seus impactos ambientais. Com o objetivo de levantar os principais impactos ambientais de um Sistema de Esgotamento Sanitário com Disposição Oceânica do efluente tratado, o presente trabalho apresenta dois métodos que podem ser utilizados, para a construção do trecho submarino, evidenciando os pontos positivos e negativos de cada uma das metodologias. Este estudo de caso foi elaborado a partir do Projeto Básico do Emissário do Campeche, no qual foi proposto a utilização do método não destrutivo de implantação para o trecho submarino, tendo seus impactos ambientais gerados pela implantação do canteiro de obras, a mobilização de equipamentos e materiais e pela implantação dos emissários terrestre e submarino, levantados e avaliados no decorrer deste trabalho, através da elaboração de uma matriz de interação baseada na Matriz de Leopold.

**Palavras chave:** Campeche, emissário submarino, impacto ambiental, matriz Leopold.

## ABSTRACT

The construction of a public sanitary sewage treatment system in the city of Florianópolis has proven itself as a necessity for its citizens. Like in most Brazilian's cities, less than half of Florianópolis's population has access to a proper sewage treatment system. The necessity of such implementation in the present situation should not only seek environmental preservation and conservation through the treatment and proper disposition of the wastewater but, also take into consideration the environmental impact of the construction site. Aiming at acknowledge the environmental effects of a Ocean Disposal Systems for Sewage and treated effluent, this research presents two methods for the construction of an underwater pipeline, showing the pros and cons of both methods. This case study is based on *Projeto Básico do Emissário do Campeche* (Campeche's Sewage Emissary Basic Project), in which based on the Leopold matrix, researched data indicates the effects of non destructive methods for the implementation of underwater pipelines. Such methods have their environmental effects generated by the implementation of the construction site, the transportation of equipment and supply for the building of land and underwater sewage emissaries.

Keywords: Campeche, underwater emissary, environmental impact, Leopold matrix.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA – Avaliação de Impacto Ambiental  
CASAN - Companhia de Água e Saneamento  
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente  
EAS – Estudo Ambiental Simplificado  
EIA – Estudo de Impacto Ambiental  
ES – Emissário Submarino  
ET – Emissário terrestre  
ETE – Estação de Tratamento de Esgotos  
ENS - Engenharia Sanitária e Ambiental  
FOFO – Ferro Fundido  
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
MND – Método Não Destrutivo  
PEAD – Polietileno de Alta Densidade  
PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente  
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental  
SEMA – Secretaria Especial de Meio Ambiente  
SES – Sistema de Esgotamento Sanitário  
SC – Santa Catarina  
SDO – Sistema de Disposição Oceânica  
SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza  
SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente  
TD – Tubulação Difusora  
Ucs – Unidades de Conservação  
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina  
ZEE – Zoneamento Ecológico Econômico



## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Consolidamento do Papel da AIA.....	3-31
Figura 3.2-Configurações adotadas para a Disposição Oceânica de Esgotos Sanitários.....	3-41
Figura 3.3 - Sonar de varredura lateral utilizado no imageamento do fundo no alinhamento do futuro emissário submarino na Praia do Campeche.....	3-43
Figura 3.4 - Sistema de perfilagem sub-superficial do fundo Chirp Edgetech 3100-P, utilizado no levantamento geofísico no encaminhamento do futuro emissário submarino na Praia do Campeche (a direita observa-se o fish, e a esquerda se observa o mesmo em funcionamento, towfish, rebocado pela embarcação).....	3-44
Figura 3.5 - STAND PIPE – Beira mar, Florianópolis/SC.....	3-46
Figura 3.6 - Aspecto do jato efluente.....	3-48
Figura 3.7 - Vista em perspectiva da superfície do fundo levantada durante a campanha de mapeamento do fundo, realizado ao longo da rota do futuro emissário submarino, na Praia do Campeche.....	3-51
Figura 3.8 - Distribuição espacial das profundidades ao longo do eixo do futuro emissário submarino, situado ao norte da Ilha do Campeche. Os valores estão referenciados ao nível de referência da Diretoria de Hidrografia e Navegação (NR-DHN).....	3-52
Figura 3.9 - Localização dos alvos reconhecidos através dos dados coletados pelo sonar de varredura lateral (sidescan), para os quais se sugere a verificação in situ através de mergulho autônomo. ....	3-54
Figura 3.10-Exemplo do registro sísmico com o refletor associado à provável presença de um paleo-canal (linha verde). Fonte: CPE (2009).....	3-55
Figura 3.11-Exemplo do registro sísmico com um refletor inconsolidado desconhecido (linha laranja).....	3-56
Figura 3.12 - Localização dos furos de sondagens (jetprobe e/ou vibracore) propostos para a validação das interpretações realizadas no levantamento de sísmica rasa de alta resolução da Praia do Campeche.....	3-57
Figura 3.13 - Desenho esquemático do SDO - Campeche.....	3-59
Figura 3.14 - Emissários submarinos na Europa.....	3-60
Figura 3.15: - Exemplo de Ponte Metálica Provisória em Construção (Interdição de faixa da praia e mar) – Praia Grande/SP.....	3-63
Figura 3.16: Equipamento – Shield.....	3-66
Figura 3.17: Equipamento – Shield.....	3-66
Figura 3.18: Tubo de Cravação (concreto).....	3-67
Figura 3.19 - Shield sendo introduzido no furo de saída da Câmara Compensadora de Pressão....	3-68
Figura 3.20: Emboque do Shield.....	3-69
Figura 3.21: Perfil da Tubulação.....	3-69
Figura 3.22: Tubo PEAD.....	3-72
Figura 4.1-Localização da área de estudo. A região onde será instalado o emissário submarino é indicada pelo retângulo vermelho na figura detalhe.....	4-78
Figura 4.2: Vista do Traçado Terrestre/Submarino .....	4-79
Figura 4.3: Vista em 3D do Traçado Terrestre/Submarino .....	4-80
Figura 4.4 - Mapa da Área do projeto do SDO.....	4-82
Figura 4.5: Diagrama da ETE - Rio Tavares.....	4-83
Figura 4.6: Tubos de PEAD.....	4-85
Figura 4.7: Tubos em Ferro Fundido Fonte: Empresa Ductil Pipe. ....	4-85
Figura 5.1: Totalização dos Impactos.....	5-114

Figura 5.2: Comparação de Caráter por Magnitude.....	5-114
Figura 5.3: Comparação de Caráter por Importância.....	5-115
Figura 5.4: Comparação de Caráter por Duração.....	5-115
Figura 5.5: Comparação de Caráter por Reversibilidade.....	5-116
Figura 5.6: Comparação de Caráter por Ordem.....	5-116
Figura 5.7: Comparação de Caráter por Temporalidade.....	5-117
Figura 5.8: Comparação de Caráter por Escala.....	5-117

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 - Leis e Decretos Federais.....	3-27
Quadro 3.2 - Resoluções conama.....	3-28
Quadro 3.3 - Legislação Estadual.....	3-29
Quadro 3.4 - Competências do Licenciamento.....	3-32
Quadro 3.5 - Etapas do Licenciamento Ambiental.....	3-34
Quadro 3.6 - Exemplos de emissários submarinos no exterior.....	3-61
Quadro 3.7 - Exemplos de emissários submarinos no Brasil.....	3-62
Quadro 5.1 - Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais – Canteiro de obras - Fase de implantação.....	5-105
Quadro 5.2 - Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais – Mobilização de Equipamentos e Materiais - Fase de implantação.....	5-106
Quadro 5.3 - Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais – Emissário Terrestre- Fase de implantação.....	5-107
Quadro 5.4 - Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais – Emissário Submarino - Fase de implantação.....	5-108
Quadro 5.5 - Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais – Fase de Operação.....	5-109
Quadro 5.6 - TOTALIZAÇÃO DOS IMPACTOS DO EMPREENDIMENTO - FASE DE IMPLANTAÇÃO.....	5-112
Quadro 5.7 - TOTALIZAÇÃO DOS IMPACTOS DO EMPREENDIMENTO - FASE DE OPERAÇÃO .....	5-113
Quadro 5.8 - Medidas Mitigadoras.....	5-122

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1-Coordenadas UTM dos alvos identificados nos registros do sonar de varredura lateral (sidescan).....	3-53
Tabela 3.2-Locais propostos para a coleta de testemunhos na Praia do Campeche.....	3-56
Tabela 3.3 - Comparativo entre Tubulação de PEAD e Aço.....	3-73
Tabela 4.1 - síntese dos valores da vazão e de carga orgânica .....	4-84
Tabela 5.1: Níveis de Tratamento de Esgotos.....	5-87
Tabela 5.2 - Adoção de Diâmetros em função da Velocidade.....	5-92

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1 - 16</b>
<b>1.1 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>1 - 18</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>2 - 20</b>
<b>2.1 OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>2 - 20</b>
<b>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>2 - 20</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3 - 21</b>
<b>3.1 AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>3 - 22</b>
3.1.1 ASPECTOS LEGAIS.....	3 - 23
<b>3.2 Licenciamento Ambiental no Brasil.....</b>	<b>3 - 29</b>
3.2.1 MÉTODOS E TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	3 - 36
<b>3.3 CONCEITUAÇÃO DE SISTEMA DE DISPOSIÇÃO OCEÂNICA DE ESGOTOS SANITÁRIOS - SDO.....</b>	<b>3 - 40</b>
3.3.1 CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS RECEPTORAS DO ESTUDO DE CASO – PRAIA DO CAMPECHE.....	3 - 50
3.3.2 ESTUDO DE METODOLOGIAS.....	3 - 62
3.3.3 TIPOS DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO DO EMISSÁRIO SUBMARINO DO SDO : VANTAGENS E DESVANTAGENS.....	3 - 70
3.3.4 CRITÉRIOS AMBIENTAIS E LOCACIONAIS PARA A IMPLANTAÇÃO DO SDO.....	3 - 74
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>4 - 77</b>
<b>4.1 LOCAL DE ESTUDO.....</b>	<b>4 - 77</b>
<b>4.2 DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO – ETE....</b>	<b>4 - 81</b>
4.2.1 DEFINIÇÃO DO HORIZONTE DO PROJETO E DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO.....	4 - 81

<b>4.3 ESCOLHA DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>4 - 84</b>
<b>4.4 MATERIAIS UTILIZADOS NOS EMISSÁRIOS TERRESTRE E SUBMARINO</b>	<b>4 - 85</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>5 - 86</b>
<b>5.1 VERIFICAÇÃO DA ESCOLHA DO NÍVEL DE TRATAMENTO NA ETE RELACIONADO AOS MATERIAIS UTILIZADOS E AO MÉTODO DE IMPLANTAÇÃO DO SDO.</b>	<b>5 - 86</b>
5.1.1 LIMITES PARA O DIÂMETRO A EMPREGAR EM EMISSÁRIO TERRESTRE/ SUBMARINO	5 - 90
<b>5.2 IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO COM SDO</b>	<b>5 - 93</b>
5.2.1 IDENTIFICAÇÃO/DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	5 - 93
5.2.1.1 Fase de Implantação	5 - 93
5.2.1.2 Operação / Manutenção	5 - 100
5.2.2 MATRIZ DE INTERAÇÃO	5 - 102
<b>5.3 PROGRAMAS DE MINIMIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NO SDO</b>	<b>5 - 118</b>
5.3.1 MEDIDAS MITIGADORAS	5 - 119
5.3.2 MEDIDAS POTENCIALIZADORAS	5 - 122
5.3.3 PROGRAMAS DE MONITORAMENTO E CONTROLE AMBIENTAL	5 - 123
<b>6 CONCLUSÕES</b>	<b>6 - 125</b>
<b>7 REFERÊNCIAS</b>	<b>7 - 127</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O lançamento de esgotos sanitários é um dos tipos mais comuns de poluição dos oceanos, seja por meio de poluição difusa, que de acordo com Lima (2001) pode ser definida como aquela que é difícil de controlar a origem, estando relacionada com as alterações que o homem provoca no meio ambiente e o fenômeno das primeiras chuvas nos cursos d'água, seja por meio de emissários submarinos lançando efluentes não tratados, que se constituem em fontes pontuais desse tipo de poluição.

Os possíveis impactos ambientais gerados por esses lançamentos são, por exemplo, a presença de metais pesados, organoclorados, além da contaminação microbiológica, o acréscimo de matéria orgânica no meio marinho, o aumento da turbidez e o enriquecimento por nutrientes podendo levar à eutrofização.

As preocupações e incertezas com relação ao futuro da quantidade e qualidade da água é um assunto cada vez mais discutido e destacado nos vários setores da sociedade, seja em escala mundial, federal, ou mesmo regional. Em consequência disso, houve necessidade de se estabelecer e, colocar em prática, leis e normas que regulamentassem a utilização e a disposição da água dentro de bases racionais.

Os diversos tipos de poluição são os principais causadores da redução da pronta disponibilidade de água quando se refere aos aspectos qualitativos. Onde quer que exista, a poluição sempre será um grave problema para o homem e para o meio ambiente.

O surgimento da poluição dos corpos de água se deu em tempos remotos, pois, desde os primórdios da humanidade, a solução para o problema dos resíduos era o lançamento direto nos corpos de água e/ou nos solos. Porém, com o aumento da urbanização e o crescimento populacional, essas práticas se mostraram problemáticas, em função dos altos custos ambientais e econômicos dados pela



incidência de doenças de veiculação hídrica e pela limitação dos usos dos recursos hídricos.

Diante dessa problemática, muitos estudos foram e estão sendo realizados nessa área, com o objetivo de desenvolver tecnologias para o tratamento e reutilização das águas residuárias oriundas de atividades domésticas ou de processos industriais, levando sempre em consideração a viabilidade econômica e operacional dos sistemas desenvolvidos.

As soluções para o problema de poluição das águas que mais estão sendo estudadas referem-se ao tratamento dos esgotos domésticos e sua disposição final adequada, à educação da população para a redução dos desperdícios e à definição de regras que melhorem as formas de uso e ocupação dos solos.

O município de Florianópolis, como a grande maioria das cidades brasileiras, possui um pouco mais da metade da população coberta pelos serviços de coleta e tratamento de esgoto sanitário, tendo 52% (Casan, 2008) da população atendida por estes serviços, tornando dessa forma imprescindível à implementação de unidades de recuperação ambiental, como Estações de Tratamento de Esgoto – ETE, não só para tratamento do esgoto com disposição final adequada, mas visando também a preservação e conservação do meio ambiente.

Uma das soluções propostas para os esgotos gerados na região costeira é a disposição oceânica do efluente tratado.

Depois do tratamento, em estações de tratamento de esgotos – ETEs, o efluente tratado tem sua disposição final no mar por meio de emissários submarinos, que se constituem de uma longa tubulação, assentada no fundo marinho, onde ocorre o lançamento do efluente por meio de vários orifícios (difusores) devendo permitir, assim, uma diluição eficaz do mesmo.

Esta solução, embora possa trazer benefícios para a qualidade das praias na medida em que afasta o esgoto das mesmas, pode também trazer prejuízos ambientais se estes sistemas não forem corretamente dimensionados e operados.

Para que a disposição oceânica do efluente tratado tenha seus impactos ambientais minimizados, tanto na implantação do trecho terrestre quanto do

submarino é necessário a realização de modelagens da pluma de esgoto; a elaboração de Estudo de Impacto Ambiental para posterior licenciamento ambiental e o monitoramento da área sob influência do lançamento dos efluentes tratados.

Os estudos de modelagem da pluma dos emissários, e o grau de tratamento dos esgotos domésticos na ETE são ferramentas importantes para a verificação dos impactos na área de influência e suas características, além de auxiliar na determinação da extensão do emissário submarino e para o gerenciamento ambiental desses empreendimentos, mas apresentam desafios relacionados à complexidade das variáveis intervenientes no meio marinho.

A manutenção da qualidade das águas costeiras é muito importante para garantir os diversos usos do oceano, desde as atividades turísticas como a recreação, bem como a pesca de subsistência ou a maricultura. A ilha de Santa Catarina possui 44 praias com uma população de cerca de 400 mil habitantes que pode dobrar durante o verão (Guarda, 2004). Esse aumento sazonal aliado à insuficiência dos sistemas de saneamento geram a poluição por esgotos domésticos nos rios e por consequência no oceano.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo principal analisar o projeto de disposição oceânica dos efluentes tratados do Campeche (estudo de caso), principalmente em relação ao levantamento dos impactos ambientais durante a implantação tanto da parte terrestre quanto da submarina do Sistema de Esgotamento Sanitário - SES com disposição oceânica para os efluentes tratados, mediante o levantamento das técnicas utilizadas para disposição segura, assim como o levantamento dos impactos que correspondem tanto aos aspectos positivos quanto aos negativos causados pela implantação deste tipo de disposição final.

## **1.1 JUSTIFICATIVA**

O direito ao meio ambiente está garantido na constituição de acordo com o caput do artigo 225 da Constituição Federal 1988: “Todos têm direito ao meio

ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” E, as políticas ambientais vêm se instrumentalizando no sentido de fortalecer esse direito para as gerações atuais e futuras.

O Primeiro Fórum de Balneabilidade do Litoral Catarinense, realizado em Florianópolis, em 2003, caracterizou a situação ambiental indesejável das praias catarinenses, em termos de balneabilidade, ou seja, de apresentar condições seguras, segundo as Resoluções CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente, para que suas águas permitam atividades de banho, *surf*, mergulho, natação e quaisquer outras denominadas como de contato primário.

O documento final deste fórum esclarece quanto aos fatores que influenciam as condições de balneabilidade das praias, afirmando que diversos são, esses fatores e citando dentre eles, como mais relevantes, a inexistência de sistema adequado de coleta, tratamento e disposição de águas servidas geradas em grande parte das áreas urbanas. Estes fatos induzem como consequência o lançamento direto ou indireto de esgotos sanitários nos cursos d'água, que afluem às praias litorâneas mais próximas. Com o aumento da população residente e da população flutuante durante os períodos de férias e feriados prolongados; com a ocorrência de chuvas e em acordo com o estado da maré, os sistemas de coleta de esgotos, porventura existentes, não são suficientes em afastar os despejos, que terminam por serem lançados em galerias de águas pluviais, córregos e praias, o que vem a prejudicar, seriamente, as condições de balneabilidade dessas praias.

Desta forma, o estudo de caso do projeto ora proposto tem como objetivo e justificativa lançar uma proposta de disposição final para os efluentes tratados, para reverter este estado de condições ambientais, resultando na garantia da preservação ambiental de cidades litorâneas, como é o caso da Ilha de Florianópolis, como um patrimônio turístico do Estado de Santa Catarina e do Brasil.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Este trabalho tem como objetivo principal levantar os principais impactos ambientais decorrentes da implantação do Sistema de Esgotamento Sanitário - SES com disposição oceânica do efluente tratado – Estudo de caso da praia do Campeche/Florianópolis/SC.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para tanto, estipulou-se os seguintes objetivos específicos:

- Verificar a escolha do nível de tratamento na ETE relacionado aos materiais utilizados e ao método de implantação do SDO;
- Analisar os impactos ambientais através do método de avaliação de matriz de Impacto, considerando as diferentes fases do empreendimento: Estudo de Caso do emissário terrestre/submarino para disposição final dos esgotos sanitários na praia do Campeche;
- Propôr programa de minimização (medidas mitigadoras preventivas e corretivas) de impactos da disposição oceânica, elaborados a partir do levantamento de todos os impactos negativos previstos na Matriz de Impactos.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em áreas urbanas litorâneas, os volumes de esgotos sanitários gerados, escoam sempre, de alguma forma, em direção ao mar, muitas das vezes na forma de esgotos sanitários brutos, seja por valões, córregos, rios, lençóis freáticos ou através de redes coletoras que lançam diretamente no mar.

Os sistemas de esgotamento sanitário compõem-se, basicamente, de tubulações de pequenos diâmetros, estendendo-se ao longo das ruas, recolhem dos prédios os esgotos sanitários, encaminhando-os por gravidade, até os chamados coletores troncos, que recebem as contribuições de diversos coletores de ruas.

Os coletores troncos funcionam, também, por gravidade, verificando-se apenas a necessidade de instalação de elevatórias quando, em terrenos planos, torna-se preciso elevar-se o coletor, por razões hidráulicas. Assim os coletores troncos tendem a tomar a direção dos corpos d'água, em cidades litorâneas os rios de baixada ou o próprio oceano. Desta forma, se não forem implantadas, ao longo das margens dos rios e da linha oceânica, tubulações interceptoras, ocorrerá o lançamento de esgotos "in natura" em diversos pontos dos cursos d'água ou do oceano, o que certamente não constitui prática sanitária e ambientalmente aceitável.

Verifica-se, então, que em cidades litorâneas, os esgotos sanitários coletados tendem a concentrar-se em pontos ao longo da linha de costa, onde o oceano apresenta-se como o recipiente apropriado para que essas águas servidas retornem à natureza.

Dados os problemas acima citados e a evolução destes, relacionados ao crescimento econômico desvinculado do meio ambiente, têm-se a necessidade de criar instrumentos capazes de complementar e aprimorar as ferramentas utilizadas para aprovação de novas atividades e empreendimentos através de avaliações de impactos ambientais, para transformá-los assim em instrumentos do processo de licenciamento ambiental.

Dessa forma, dentre as características básicas da avaliação de impacto ambiental podemos citar:

- Descrever a ação proposta e as alternativas;
- Prever a natureza e a magnitude dos efeitos ambientais;
- Identificar as preocupações humanas relevantes;
- Listar os indicadores de impacto a serem utilizados e definir a sua magnitude;
- Quantificar a intensidade do impacto por meio dos indicadores definidos.

Diante do exposto, e para melhor entendimento deste estudo de caso sobre a implantação de SES com disposição oceânica, esta revisão bibliográfica será realizada em 3 (três) etapas, quais sejam: a primeira sobre a Avaliação de Impacto Ambiental, a segunda sobre o Licenciamento Ambiental e a terceira sobre as premissas para elaboração do projeto de disposição oceânica.

### **3.1 AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL**

As avaliações de impactos ambientais (AIA) são, segundo Bolea (1984): “(...) estudos constituídos de um conjunto de atividades técnicas e científicas que incluem o diagnóstico ambiental com a característica de identificar, prever e interpretar, assim como prevenir, as consequências ou efeitos ambientais que determinadas ações, planos, programas ou projetos podem causar à saúde, ao bem estar humano e ao meio ambiente. Estes estudos incluem alternativas à ação ou projeto e pressupõem a participação do público, representando não um instrumento de decisão em si, mas um instrumento de conhecimento a serviço da decisão”. Esta definição, embora seja apenas uma entre as muitas existentes, traduz algumas tendências recentemente incorporadas à avaliação.

Para Avelar e Silva (2008), a AIA aparece na literatura como um instrumento do planejamento ambiental, revelando-se importante na gestão ambiental, pois, o

que se define a partir dela produz efeitos diretos sobre o meio ambiente. Contudo, mostra-se em nível pontual e é nesse nível que os estudos de impacto ambiental têm sido empregados. Segundo Cendrero (1982), essa avaliação funciona como sistema de monitoramento e de controle, além de permitir análise continuada de parâmetros fundamentais que possam servir de indicadores de impacto e que facilitem o controle e a gestão das atividades.

Pimentel (1992), ressalta que a AIA é um instrumento de auxílio ao processo de tomada de decisão. Seu propósito é de obter informações através do exame sistemático das atividades do projeto. Isto permite que se possam maximizar os benefícios, considerando os fatores saúde, bem-estar humano e meio ambiente como elementos dinâmicos no estudo para avaliação. E é instituída a partir dos Estudos de Impacto Ambiental - EIA (COSTA et al, 2005).

A AIA é, assim, um componente integrado no desenvolvimento de projeto e parte do processo de decisão (Verdum, 1992). Logo, os problemas, conflitos e agressões ao meio ambiente devem ser vistos sob os seguintes pontos: danos à população, a empreendimentos vizinhos e ao meio físico e biológico, de tal forma que se garanta o tratamento dos efluentes em seu estágio preliminar de planejamento do projeto (BARBIERI, 2004), isso no caso de AIA de efluentes.

### *3.1.1 ASPECTOS LEGAIS*

O país não contava com instrumento jurídico - legais que regulamentassem o processo de avaliação de impacto ambiental - AIA até o início da década de 80. A criação da SEMA - Secretaria Especial de Meio Ambiente, em 1973, foi considerada o ponto que desencadeou o avanço da regulamentação e passou a atuar como órgão centralizador das ações governamentais ligadas à temática ambiental e teve como atribuições gerais a preservação do patrimônio biológico e sua fiscalização, elaboração de critérios e normas de controle, atuação na formação e capacitação

tecnológica e nas correções do ambiente degradado por atividade econômica (BORILLE; DUTKA, 2007).

Os mesmos autores comentam que foi no ano de 1980, que a AIA foi introduzida formalmente com base jurídica, pela Lei Federal no 6803/1980. Foi através desta mesma lei que a AIA passou a ser obrigatória para o licenciamento e zoneamento de áreas estritamente industriais. A mesma dispunha sobre a criação de zoneamento industrial em zonas de poluição crítica, abordava a delimitação e autorização para implantação de zonas de uso estritamente industrial. E para sua adoção, necessitava de estudos específicos, dentre os quais a avaliação de impactos ambientais.

O Art. 10, Parágrafo 3º, desta Lei comenta: “Além dos estudos normalmente exigíveis para o estabelecimento do zoneamento urbano, a aprovação das zonas a que se refere o parágrafo anterior (isto é, zonas de uso estritamente industrial) será precedida de estudos especiais de alternativas e de avaliações de impactos, que permitam estabelecer a confiabilidade da solução a ser adotada”.

Essa legislação permitiu um progresso ao incluir a obrigatoriedade da avaliação de impacto para fins industriais, mesmo não contemplando outras modalidades de ações potencialmente impactadoras. No entanto, em 1981 essa totalidade foi alcançada com a criação da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, que instituiu o Sistema Nacional de Meio Ambiente, o SISNAMA. Melhorando a coordenação do processo, judicialmente e incluindo outras atividades não industriais ou projetos que causassem danos ao meio ambiente (ABSY et al., 2001).

O Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA foi criado em 1981 pela Lei no 6.938, objetivando assessorar e propor diretrizes relacionadas ao meio ambiente, com capacidade para o estabelecimento de normas e critérios para o licenciamento ambiental, bem como padrões de uso e controle ambiental, como padrões de qualidade ambiental, o zoneamento ambiental, a avaliação de impactos ambientais, o licenciamento e revisão de atividades potencialmente poluidoras e a criação de penalidades disciplinares e compensatórias relativas a degradação ambiental.



E regulamentação desta lei foi dada em 1983 através do Decreto Federal nº 88.351, que tratava da execução da Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA, a estrutura e a atuação do SISNAMA e o licenciamento de atividades potencialmente degradadoras do meio ambiente.

Através desta regulamentação foi que o CONAMA passou a atuar como norteador das opiniões sobre a Política Ambiental do Brasil. Adquiriu vantagens de órgão consultivo e deliberativo dessa Política Ambiental, com a missão de definir os critérios básicos para a implantação da avaliação de impactos ambientais (ABSY et al., 2001).

Em 1986 o CONAMA emitiu a Resolução 001/86, a qual regulamentou e instituiu a obrigatoriedade da AIA no sistema de licenciamento de atividades que modificam o meio ambiente. E com isso, os órgãos estaduais de meio ambiente puderam passar a exercer o processo de licenciamento de atividades com maior firmeza, conhecimento técnico e respaldo legal (BORILLE; DUTKA, 2007). Esta Resolução estabeleceu também as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para o uso e implementação da AIA e Relatório de Impacto Ambiental.

Ficou definido pela Resolução 01/86 do CONAMA que as atividades com potencial de modificação do meio ambiente deverão elaborar Estudo de Impacto Ambiental – EIA, entre as quais podemos citar emissários de esgotos sanitários. E, em acordo com o Art. 5º da referida Resolução o EIA, além de atender à legislação, em especial os princípios e objetivos expressos na Lei de Política Nacional do meio Ambiente, obedecerá às seguintes diretrizes gerais:

- Contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização do projeto, confrontando-os com a hipótese de não execução do projeto;
- identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade;
- Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto,

considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza;

- Considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto e sua compatibilidade.

Ainda, em acordo com o art. 6º da Resolução 01/86 do CONAMA, o EIA desenvolverá, no mínimo, as seguintes atividades técnicas:

I- Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:

- a) o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;
- b) o meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;
- c) o meio sócio - econômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a sócio - economia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.

II - Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazo, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.

III - Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas.

IV - Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento (os impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados).

Com a finalidade de oferecer suporte a Avaliação de Impactos Ambientais - AIA, foi realizado um levantamento das principais leis ambientais aplicáveis ao empreendimento de interesse, abordando as esferas: Federal e Estadual.

a) Leis e Decretos Federais

QUADRO 3.1 - LEIS E DECRETOS FEDERAIS

LEI	DATA	ASSUNTO	FONTE
Decreto Federal nº 24.643	10/07/34	Decreta o Código das Águas.	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643.htm</a>
Lei Federal nº 4.771	15/09/65	Institui o novo Código Floresta.l	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm</a>
Lei Federal nº 5.318	26/09/67	Institui a Política Nacional de Saneamento e cria o Conselho Nacional de Saneamento.	<a href="http://afitema.vilabol.uol.com.br/5318-67.htm">http://afitema.vilabol.uol.com.br/5318-67.htm</a>
Lei Federal 6.513	20/12/77	Dispõe sobre a criação de Áreas Especiais e de Locais de Interesse Turístico; sobre o Inventário com finalidades turísticas dos bens de valor cultural e natural; acrescenta inciso ao art. 2º da Lei nº 4.132, de 10 de setembro de 1962; altera a redação e acrescenta dispositivo à Lei nº 4.717, de 29 de junho de 1965; e dá outras providências.	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6513.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6513.htm</a>
Lei Federal nº 6.803	02/07/80	Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial.	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6803.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6803.htm</a>
Lei Federal 6.938	31/08/81	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm</a>
Decreto Federal nº	01/06/83	Regulamenta a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981,	<a href="http://ibama2.ibama.gov.br/cnia2/renima/cnia/le">http://ibama2.ibama.gov.br/cnia2/renima/cnia/le</a>

LEI	DATA	ASSUNTO	FONTE
88.351		que dispõem, respectivamente, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental, e dá outras providências.	<a href="http://ma/lema_texto/HTM-ANTIGOS/88351-83.HTM">ma/lema_texto/HTM-ANTIGOS/88351-83.HTM</a>
Constituição da República Federativa do Brasil	05/10/88	Lei fundamental e suprema do Brasil, servindo de parâmetro de validade a todas as demais espécies normativas, situando-se no topo do ordenamento jurídico.	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm</a>
Lei Federal nº 9.433	08/01/97	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal, e altera o artigo 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm</a>
Lei Federal nº 9.605	12/02/98	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm</a>
Lei Federal nº 9.985	18/07/00	Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e dá outras providências.	<a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm</a>

b) Resoluções CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente.

QUADRO 3.2 - RESOLUÇÕES CONAMA

RESOLUÇÃO Nº	DATA	ASSUNTO	FONTE
001	23/01/86	Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA	<a href="http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23">http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23</a>
009	03/12/87	Dispõe sobre a audiência pública para os casos de licenciamento submetido ao EIA/RIMA	<a href="http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res87/res0987.html">http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res87/res0987.html</a>
011	18/03/86	Dispõe sobre alterações na Resolução nº 1/86	<a href="http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=34">http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=34</a>
020	18/06/86	Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional	<a href="http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=43">http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=43</a>
237	22/12/97	Regulamenta os aspectos de licenciamento	<a href="http://www.mma.gov.br/">http://www.mma.gov.br/</a>

RESOLUÇÃO Nº	DATA	ASSUNTO	FONTE
		ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente	port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237
303	20/03/02	Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente	<a href="http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299">http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299</a>
357	17/03/05	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.	<a href="http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459">http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459</a>
378	19/10/06	Define os empreendimentos potencialmente causadores de impacto ambiental nacional ou regional para fins do disposto no inciso III, § 1o, art. 19 da Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e dá outras providências.	<a href="http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=510">http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=510</a>
396	03/04/08	Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências	<a href="http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562">http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562</a>

### c) Lei Estadual

QUADRO 3.3 - LEGISLAÇÃO ESTADUAL

LEI	DATA	ASSUNTO	FONTE
Lei nº 14.675	13/04/09	Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências.	<a href="http://www.sc.gov.br/downloads/Lei_14675.pdf">http://www.sc.gov.br/downloads/Lei_14675.pdf</a>

## 3.2 Licenciamento Ambiental no Brasil

A legislação brasileira para AIA tem sua base na legislação dos Estados Unidos da América, que foi o primeiro país a exigir uma AIA para projetos, programas e atividades do governo, isto já no final dos anos 60, como instrumento de planejamento para prevenir impactos ao meio ambiente. A aplicação prática da legislação da AIA no Brasil encontra-se voltada para o licenciamento de projetos, da mesma forma que a abordagem francesa, a qual surgiu nos meados da década de 70 (ABSY et al., 2001).

Segundo Verdum (1992), a AIA surgiu no Brasil por exigência de órgãos financiadores internacionais, sendo posteriormente incorporada como instrumento da política nacional do meio ambiente no início da década de 80, utilizando-se de metodologias de identificação e avaliação de impactos como instrumento para comunicação entre os agentes poluidores e as agências de controle ambiental, seja em nível de fiscalização, licenciamento ou de aprovação de projetos.

O licenciamento ambiental está previsto na Constituição Federal e na Lei 6.938/81. Teve sua regulamentação revista e seu escopo ampliado por meio da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente — CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, no Art. 1º, I, o qual conceitua Licenciamento Ambiental como “o procedimento administrativo pelo qual o órgão competente licencia a localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras, ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso”.

Para melhor visualização, o diagrama na Figura 3.1 exemplifica a forma como se consolidou o papel da AIA no ordenamento jurídico brasileiro.

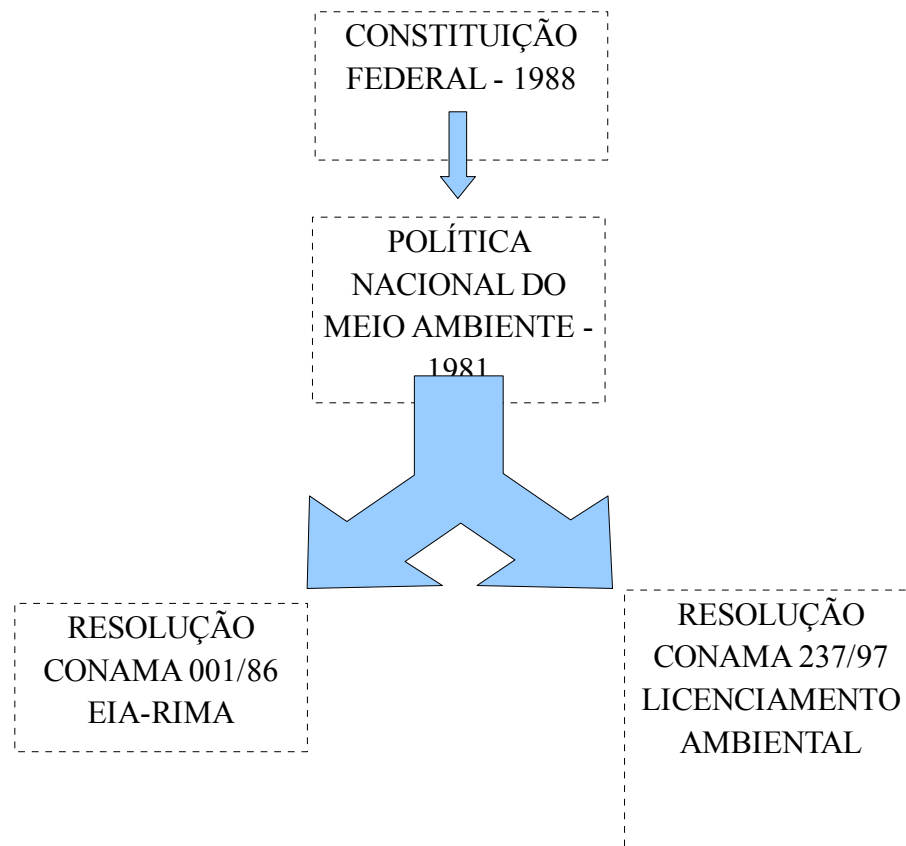


Figura 3.1 - Consolidamento do Papel da AIA

O licenciamento ambiental é uma das mais importantes possibilidades de prevenção em defesa do meio ambiente. Para que uma atividade potencial ou efetivamente degradadora do meio ambiente possa se estabelecer, é necessário que órgãos do poder público, concedam ao empreendedor licença para implantação de sua atividade. Normalmente, os expedidores das licenças são os órgãos de controle ambiental dos estados (COSTA et al, 2005).

O licenciamento ambiental, é o procedimento no qual o poder público, representado por órgãos ambientais, autoriza e acompanha a implantação e a operação de atividades, que utilizam recursos naturais ou que sejam consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras CARVALHO PINTO - SILVA (2008) Este instrumento busca garantir que as medidas preventivas e de controle adotadas nos empreendimentos sejam compatíveis com o desenvolvimento sustentável.

A Resolução CONAMA nº 237/97 regulamenta os aspectos de Licenciamento Ambiental disposto na Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA e define competências, estabelece procedimentos e critérios para o licenciamento ambiental.

Sendo assim, os principais instrumentos legais de licenciamento, além dos evidenciados na Figura 3.1, podemos inserir a Resolução CONAMA nº 009/87 que trata das audiências públicas.

No processo de Licenciamento ambiental faz-se necessário a determinação de quem é a competência de emitir tal licença. Para tal, a Resolução CONAMA nº 237/97 relaciona duas condições de forma aditiva:

- Dominialidade do bem;
- Abrangência do impacto.

Desta forma, a competência do licenciamento, através da legislação brasileira (Lei 9.938/81 e Resolução CONAMA 237/97), estabelece três níveis de competência, conforme o Quadro 3.4.

QUADRO 3.4 - COMPETÊNCIAS DO LICENCIAMENTO

ESFERA	ÓRGÃO
FEDERAL	<b>IBAMA</b> – Instituto brasileiro do meio ambiente e dos recursos renováveis.
ESTADUAL/SC	<b>FATMA</b> – Fundação do Meio Ambiente.
MUNICIPAL/FLORIANÓPOLIS	<b>FLORAM</b> - Fundação Municipal de Meio Ambiente de Florianópolis.

Para o licenciamento federal, em acordo com a Resolução CONAMA 237/97, o impacto regional, é aquele que afeta diretamente, no todo ou em parte, o território de 2 (dois) ou mais estados. E, a dominialidade do bem, no caso domínio da União, abranja:

- Empreendimentos em locais limítrofes a outro país;
- Empreendimentos que abrangem dois ou mais estados;
- Mar territorial;



- Zona Econômica Exclusiva;
- Terras indígenas;
- UCs - Unidades de Conservação Federal;
- Bases militares.

O IBAMA poderá delegar aos estados, ressalvada sua competência supletiva, o licenciamento de atividades de significativo impacto regional, uniformizando, quando possível, as exigências, de acordo com o Parágrafo 2º do Art. 4º da Resolução CONAMA 237/97.

Para o licenciamento estadual, em acordo com Art. 5º da Resolução CONAMA 237/97, é necessário:

I - Localizados ou desenvolvidos em mais de um Município ou em unidades de conservação de domínio estadual ou do Distrito Federal;

II - Localizados ou desenvolvidos nas florestas e, demais formas de vegetação natural de preservação permanente relacionadas no artigo 2º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e em todas as assim forem consideradas por normas federais, estaduais ou municipais;




III - Cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais Municípios;

IV – Delegados pela União aos Estados ou ao Distrito Federal, por instrumento legal ou convênio.

Para o licenciamento municipal, em acordo com o Art. 6º da Resolução CONAMA 237/97, é necessário:

- Impacto ambiental local;
- Delegado pelo Estado por instrumento legal ou convênio.

De forma resumida, podemos dizer que as etapas do licenciamento ambiental, dá-se em acordo com o Quadro 3.5.

LICENCIAMENTO AMBIENTAL		PROCEDIMENTO ADMINISTRATIVO (Cadeia de ações, sucessão encadeada e organizada de atos e formalidades, diferentes entre si mas relacionados, tendentes à obtenção de um resultado, concretizada numa decisão final).
LICENÇA AMBIENTAL		ATO ADMINISTRATIVO (é o ato jurídico que concretiza o exercício da função administrativa do Estado).
ESTUDOS AMBIENTAIS		SUBSÍDIO À ANÁLISE AMBIENTAL

QUADRO 3.5 - ETAPAS DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Portanto, a legislação brasileira atrela a utilização da AIA aos sistemas de licenciamento de órgãos ambientais de controle ambiental para atividades poluidoras ou mitigadoras do meio ambiente, em 3 (três) versões a serem requeridas pelos responsáveis dos empreendimentos, em acordo com o Art. 8º da Resolução CONAMA 237/97:

- **LICENÇA PRÉVIA (LP)** - Concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

- **LICENÇA DE INSTALAÇÃO (LI)** – Autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e, demais condicionantes da qual constituem motivo determinante;

- **LICENÇA DE OPERAÇÃO (LO)** - Autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta nas licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinadas para a operação.

Com relação aos prazos de validade das licenças ambientais, o Art. 18º da Resolução CONAMA 237/97, estabelece que o órgão ambiental competente estabelecerá os prazos de validade de cada tipo de licença, especificando-os no respectivo documento, levando em consideração os seguintes aspectos:

I - O prazo de validade da Licença Prévia (LP) deverá ser, no mínimo, o estabelecido pelo cronograma de elaboração dos planos, programas e projetos relativos ao empreendimento ou atividade, não podendo ser superior a 5 (cinco) anos.

II - O prazo de validade da Licença de Instalação (LI) deverá ser, no mínimo, o estabelecido pelo cronograma de instalação do empreendimento ou atividade, não podendo ser superior a 6 (seis) anos.

III - O prazo de validade da Licença de Operação (LO) deverá considerar os planos de controle ambiental e será de, no mínimo, 4 (quatro) anos e, no máximo, 10 (dez) anos.

A licença Ambiental opera ao seu possuidor direito temporal à atividade, nada eterno, nesta podendo operar fatores novos que podem resultar desde a modificação, até a anulação.

O Art. 19º da Resolução CONAMA 237/97, trata da possibilidade de modificação, suspensão e cancelamento da licença, onde modificar significa dar nova configuração ao estado anterior; suspender significa sobrestar, sutar até adequação aos requerimentos ambientais necessários; e cancelar, simplesmente, desfazer, anular, tornar o ato ineficaz por algum motivo.

Assim, o Art. 19º da Resolução 237/97 “ O órgão ambiental competente, mediante decisão motivada, poderá modificar as condicionantes e as medidas de controle e adequação, suspender ou cancelar uma licença expedida, quando ocorrer:

I - Violação ou inadequação de quaisquer condicionantes ou normas legais.

II - Omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição da licença.

III - Superveniência de graves riscos ambientais e de saúde.”

### *3.2.1 MÉTODOS E TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL.*

Após a publicação do NEPA (National Environmental Policy Act of 1969), foi instituído formalmente, nos Estados Unidos da América, o processo de Avaliação de Impacto Ambiental. Começaram a se desenvolver métodos com o objetivo de sistematizar as análises realizadas, utilizando-se de técnicas correntes de outras áreas de conhecimento.

As linhas metodológicas de avaliação são mecanismos estruturados para comparar, organizar e analisar informações sobre impactos ambientais de uma proposta ou projeto, incluindo os meios de apresentação escrita e visual dessas informações (COSTA et al, 2005).

Devido à diversidade de métodos de AIA existentes, faz-se necessário que sejam selecionados sob às próprias condições, muitas vezes até adaptando-os através de modificações e/ ou revisões, para que sejam realmente úteis na tomada de decisão de um projeto. Fica, então, a critério de cada equipe técnica usuária, a seleção daquele método mais apropriado ou parte dele, de acordo com as atividades propostas.

Dessa maneira, a definição da metodologia de avaliação de impactos ambientais consiste em definir os procedimentos lógicos, técnicos e operacionais capazes de permitir que o processo, antes referido, seja completado (COSTA et al, 2005).

A avaliação de impactos ambientais tem sido operada normalmente em três fases: identificação dos impactos, predição e avaliação.

A identificação dos impactos ambientais exige ampla análise de toda uma possível gama de interações. Contudo, um problema observado está relacionado à natureza diferenciada destes efeitos, que dificulta o estabelecimento de um padrão de mensuração comum. Já a fase de predição dos impactos ambientais também envolve limitações instrumentais relativas à previsão do comportamento dos ecossistemas complexos.

A atribuição de parâmetros de importância ou significância aos impactos, que envolvem uma valoração subjetiva ou normativa, tornam a fase da avaliação propriamente dita a mais crítica do processo (BOLEA, 1984).

Técnicas ou métodos de avaliação de impactos ambientais são instrumentos que visam identificar, avaliar e sintetizar os impactos de um determinado projeto ou programa (ABSY, 2001).

Existem, basicamente, linhas metodológicas bem distintas desenvolvidas para a avaliação de impactos ambientais.

Uma primeira classificação diz respeito à divisão em dois grandes grupos: de um lado, os métodos tradicionais de avaliação de projetos, como a análise custo-benefício; e, de outro, os métodos calcados na utilização de pesos escalonados. O primeiro busca uma mensuração dos aspectos em termos monetários e o segundo procura aplicar escalas valorativas aos diferentes impactos medidos originalmente em suas respectivas unidades físicas, tais métodos são denominados de quantitativos (Serôa da Motta, 1990). Os métodos quantitativos são classificados em duas categorias: a primeira, centrada preponderantemente na identificação e sintetização dos impactos, e a segunda, que incorpora de forma mais efetiva o conceito de avaliação, podendo explicitar as bases de cálculo ou a ótica de diferentes grupos sociais.

Na primeira categoria encontram-se os métodos tipo Listagem de Controle (*Check - Lists*), as Matrizes de Interação, os Diagramas de Sistemas, os Métodos Cartográficos, as Redes de Interação e o Método Ad Hoc; e na segunda, métodos como o de Battelle e Análise Multi critério, que explicitam as bases de cálculo, e a Folha de Balanço e a Matriz de Realização de Objetivos, que desagregam a avaliação segundo a ótica de diferentes grupos (Magrini, 1990).

Assim, os métodos de AIA estão dispostos em dois grandes grupos, como segue abaixo:

a) Métodos para a fase de identificação e sumarização:

- Método *Ad-Hoc* - Utilizado para projetos específicos, os impactos são identificados normalmente através de longa reflexão, caracterizando-os e sintetizando-os com auxílio de tabelas e/ou matrizes;

- Metodologia de Listagem ou Método *check - lists* - Utiliza listas padronizadas sob forma de questionário para direcionar a avaliação dos fatores ambientais associados ao projeto, identificando e enumerando os prováveis impactos, a partir da diagnose ambiental realizada por especialistas do meio físico, biótico e sócio - econômico; constituem uma variação do método *ad hoc*, mas que garantem que uma lista de parâmetros predefinidos seja examinada durante a avaliação;

Conforme Rovere (1992), os métodos *check - lists* - São relações padronizadas de fatores ambientais a partir das quais identificam-se os impactos provocados por um projeto específico. Existem hoje diversas listas padronizadas por tipo de projetos (projetos hídricos, auto - estradas, emissão de poluentes etc);

- Matrizes ou Matrizes de Interações - Relacionam as diversas ações do projeto aos fatores ambientais pela interseção de linhas e colunas, pois são quadros bidimensionais que facilitam a determinação dos impactos decorrentes da interação entre as atividades do projeto e os elementos específicos do meio ambiente; embora possam incorporar parâmetros de avaliação, são métodos basicamente de identificação.

A Matriz de Leopold é um exemplo clássico, foi colocada em prática em 1971 pelo *Us Geological Survey* , representando uma abordagem pioneira nas avaliações de impactos positivos e negativos. Ela apresenta cem atividades num dos eixos da matriz e 88 características e condições do meio biofísico e socioeconômico. Permite integrar dados qualitativos e quantitativos. Para cada interseção marcada, estabelece-se uma estimativa da magnitude do impacto, numa escala de 0 a 10.

O método permite uma fácil compreensão dos resultados; aborda fatores biofísicos e sociais; acomoda dados qualitativos e quantitativos, além de fornecer boa orientação para o prosseguimento dos estudos e introduzir multidisciplinaridade.

- Redes de Interação – Estabelecem as relações do tipo causa – condições - efeito, probabilidade; podendo ser associados parâmetros de valor em magnitude, importância e probabilidade; são ampliações das matrizes que permitem indicar impactos diretos (de primeira ordem) e indiretos (decorrentes daqueles de primeira ordem). A complexidade dos efeitos é mais bem percebida visualmente;

- Diagrama de Sistemas - É uma rede de integração que mostra os efeitos das ações externas aos fluxos de energia de um sistema ambiental;

- Mapas de Superposição ou Superposição de Cartas - Úteis para estudos que envolvam alternativas de localização e questões de dimensão espacial; constitui na elaboração de diferentes cartas temáticas sobre os fatores ambientais e sobre os diferentes impactos ambientais para depois sobrepô-las, obtendo uma caracterização composta e complexa do ambiente regional.

- Modelo de Simulação - São relacionados à inteligência artificial ou modelos matemáticos, destinados a representar tanto quanto possível o comportamento de parâmetros ambientais ou as relações e interações entre as causas e os efeitos de determinadas ações. São bastante úteis em projetos de usos múltiplos e podem ser utilizados mesmo após o início de operação de um projeto (COSTA et al, 2005).

#### b) Métodos para Fase de Avaliação:

- Método ou Sistema Battelle – (KLING, 2005): Este sistema foi desenvolvido no Laboratório Battelle - Columbus nos EUA, para a avaliação de impactos relacionados a projetos de recursos hídricos, inicialmente, usados de forma direta ou modificados em vários projetos de recursos hídricos. É uma metodologia quantitativa que faz a comparação dos índices do projeto aos índices do ambiente sem o projeto, medindo os impactos ambientais de ações em 78 fatores ambientais; é uma lista de controle sofisticada com quatro categorias ou quesitos: ecologia da paisagem, físico-químico do solo, água e ar, estética, interesse humano e social. Cada categoria é subdividida em vários elementos ambientais com um índice de qualidade que varia de 0 a 10; a contabilização final é realizada através do cálculo de um índice global de impacto, dado pela diferença entre a unidade de

impacto ambiental total com a realização do projeto e a unidade de impacto ambiental sem a realização do projeto.

Weitzenfeld (1996) ressalta ainda que, qualquer que seja a metodologia adotada, a identificação dos impactos deve ser feita para todos os fatores ou componentes do meio ambiente, que incluem os recursos naturais, estéticos, históricos, culturais, econômicos, sociais e de saúde pública.

### **3.3 CONCEITUAÇÃO DE SISTEMA DE DISPOSIÇÃO OCEÂNICA DE ESGOTOS SANITÁRIOS - SDO**

Entende-se por sistema de disposição oceânica - SDO de esgotos sanitários aquele destinado a promover o tratamento desses efluentes utilizando a capacidade potencial de autodepuração das águas marinhas para promoção da redução das concentrações poluentes em níveis admissíveis, antes que o campo de mistura esgoto tratado/água marinha possa, nas condições mais adversas de deslocamento, atingir áreas de usos benéficos, especialmente aquelas relacionadas ao banho e esportes aquáticos ou às atividades de aquicultura (Gonçalves, 1997).

Num sistema de disposição oceânica de esgotos sanitários, pode-se reconhecer no mínimo, três principais subsistemas: as instalações de condicionamento prévio, que são uma forma de estação de tratamento de esgotos - ETE; as instalações de transporte dos efluentes pré-condicionados (tratados) Emissário Terrestre - ET e Emissário Submarino - ES; e as instalações de lançamento submarino Tubulação Difusora (TD).

O emissário submarino consiste de uma longa tubulação que é assentada no fundo do mar e efetua o lançamento dos efluentes através de difusores (orifícios na tubulação) à distância desejada da praia (Costa, 2009).

A Figura 3.2 mostra a configuração que pode ser adotada para a disposição oceânica de esgotos sanitários, através de sistemas que são denominados como sistemas de tratamento de esgotos sanitários com emprego de disposição oceânica



ou, mais simplesmente como sistemas de disposição oceânica de esgotos sanitários.

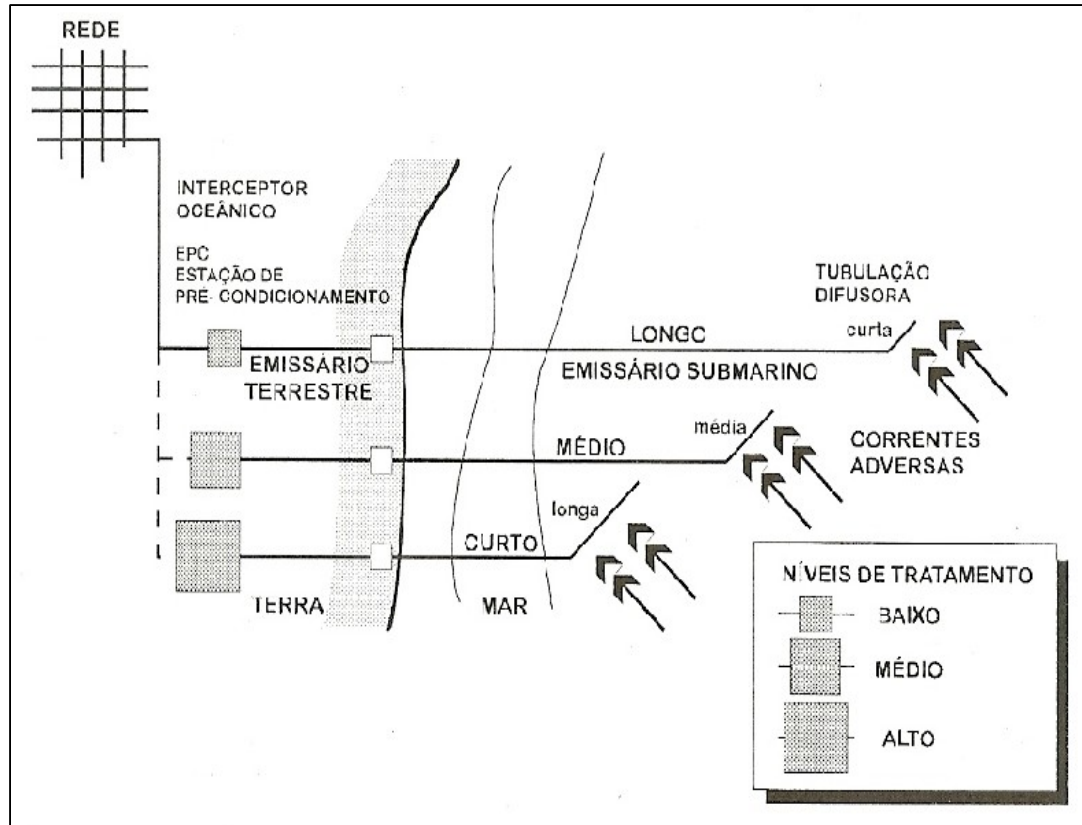


Figura 3.2-Configurações adotadas para a Disposição Oceânica de Esgotos Sanitários

Fonte: Gonçalves, 1997.

Pode-se verificar que a conjugação do grau de condicionamento (tratamento) prévio a ser adotado na ETE, a extensão do conjunto ET/ES e a extensão da TD, dependerão das características oceanográficas das águas receptoras. Isto porque, a capacidade de diluição/dispersão e de abatimento das cargas poluentes, que as águas oceânicas apresentam, em um determinado local, atuando sobre o campo de mistura esgotos/águas receptoras que se formará no oceano, dependerá da profundidade de lançamento, da estratificação das águas e dos movimentos das águas marinhas.

Para realizar tal análise, faz-se necessária a verificação do levantamento de três características, que são:

- (i) Levantamento batimétrico;

No projeto básico do emissário do Campeche, para realizar a batimetria foi utilizado um ecobatímetro de dupla frequência *ECHOTRAC MKIII* de 200 KHz – 24 KHz do fabricante ODOM (*Hydrographic Systems Inc*). O equipamento foi 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™ MAX (\*.raw), através das mensagens EC1 (NMEA), além dos registros em ecograma.

(ii) Levantamento do Imageamento de Fundo:

No projeto básico do emissário do Campeche, o imageamento do fundo foi realizado com um sonar de varredura lateral marca *Edgetech 4200-MP with HSM (High Speed Mode) Series Towfish* acoplado através de um cabo de comunicação a um processador digital 4200 (Figura 3.3). O equipamento possui um formato hidrodinâmico estável, com transdutores que emitem e recebem os sinais sonoros. Esse sistema é adequado para operação em águas rasas costeiras, como a Praia do Campeche.

O sistema de sonar de varredura lateral se baseia na transmissão de um sinal acústico por um transdutor e sua reflexão pelo fundo marinho, retornando ao transdutor, onde é transformado em pulso elétrico e registrado eletronicamente. Essa reflexão, se dá em função da textura e morfologia do fundo, da granulometria e grau de compactação dos sedimentos.



(iii) Levantamento da Sísmica de Alta Resolução.

Para o projeto básico do emissário do campeche, para a sísmica rasa de alta resolução foi utilizado um *chirp* marca *Edgetech 3100-P Portable Sub-Bottom Profiling System* com sensor SB216s (Figura 3.4), o qual é um sistema sísmico de alta resolução que transmite pulsos FM e que são linearmente distribuídos pelo espectro de frequência do instrumento (2-16 kHz). O sinal acústico de retorno é processado pelos hidrofones e repassado através de um processamento por filtros para geração de imagens de estratigrafia de sub-superfície com alta resolução, ideais para caracterização de áreas de dragagem ou identificação de detritos e estruturas consolidadas em sub-superfície.



Figura 3.4 - Sistema de perfilagem sub-superficial do fundo Chirp Edgetech 3100-P, utilizado no levantamento geofísico no encaminhamento do futuro emissário submarino na Praia do Campeche (a direita observa-se o fish, e a esquerda se observa o mesmo em funcionamento, towfish, rebocado pela embarcação).

Fonte: CPE (2009)

As instalações de condicionamento prévio – ETE, destinam-se a reduzir as concentrações dos poluentes e contaminantes presentes nos esgotos brutos a serem dispostos, até os níveis de emissão permitidos pela legislação ambiental e/ou até os níveis para os quais o corpo receptor se mostre capaz de reduzir as concentrações lançadas, observando os padrões de qualidade de água estabelecidos pela legislação ambiental, a serem mantidos para cada zona de utilização do corpo receptor, a saber: zona de lançamento, zona de transição e zona de utilização. Torna-se importante observar que as águas oceânicas costeiras são classificadas pela legislação ambiental de acordo com seus usos preponderantes, tendo sido estabelecidos padrões de qualidade de água para cada classe (Resolução CONAMA nº 20/86).

Assim, as estações de condicionamento prévio podem ser implantadas em nível de tratamento preliminar, primário, secundário ou mesmo reduzir-se a apenas um condicionamento hidráulico (estação elevatória), dependendo de uma análise técnico – econômica - ambiental, que leve em consideração as concentrações dos poluentes e contaminantes a serem lançados; os padrões de qualidade da água do

corpo receptor a serem obedecidos; as características oceanográficas do corpo receptor; e a distância e a profundidade de lançamento.

As instalações de transporte de efluentes tratados: ET e ES, são destinados a conduzir os efluentes de forma hidráulicamente adequada, até às instalações de lançamento submarino, tubulações difusoras, mantendo as condições de não deposição de sólidos nas tubulações e velocidades de jatos ideais nos orifícios dos difusores, condições estas a serem regidas pela instalação de condicionamento hidráulico (estação elevatória).

Algumas vezes, para se evitar a instalação de muitas estações de recalque, que necessitam de mais operação, manutenção e demandam um maior dispêndio financeiro com o consumo de energia elétrica, vale implantar *stand pipes* (ou *chaminé de equilíbrio*) Figura 3.5 que são dispositivos que encaminham os esgotos por gravidade.

Uma chaminé de equilíbrio, em princípio, é uma coluna vertical ligada “hidraulicamente” ao conduto forçado de uma usina ou a sistemas hidráulicos de pressão (MIRANDA, 2000).

Muitos autores definiram a função da chaminé de equilíbrio de diferentes formas mas, fundamentalmente, a utilização desta está ligada ao problema do amortecimento do golpe de aríete e reserva de água, com pouca inércia, para acelerar o escoamento para o arranque das turbinas no momento da retomada de carga (ANDRZEJEWSKI, 2009).

Segundo o American Society of Civil Engineers (1989), a função hidráulica essencial da chaminé de equilíbrio é diminuir o comprimento contínuo do conduto sob-pressão. Ela interrompe as ondas de pressão (golpe de aríete) que partem da turbina ou de outras estruturas de controle. A chaminé promove em seu interior a regularização e permite variações de carga.

Assim, as chaminés de equilíbrio reduzem as amplitudes das oscilações de pressão no conduto forçado por meio de reflexões de ondas de massa no seu interior pela entrada e saída do efluente tratado.



Figura 3.5 - STAND PIPE – Beira mar, Florianópolis/SC

As instalações de lançamento submarino, são destinadas a promover a adequada entrada dos efluentes, a serem lançados no meio oceânico e à formação de um campo de mistura inicial (diluição). De modo a aproveitar ao máximo a capacidade potencial que o corpo receptor apresenta, para promover a difusão, diluição e posterior dispersão e decaimento bacteriano das cargas poluentes, de maneira a conservar os padrões de qualidade da água estabelecidos para as diversas zonas do corpo receptor.

O sistema utilizado para o projeto básico do emissário do Campeche, para determinação do campo próximo da pluma de esgoto foi o SisBaHiA – Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental, o qual é um sistema profissional de modelos computacionais registrado pela Fundação Coppetec, órgão gestor de convênios e contratos de pesquisa do COPPE/UFRJ - Instituto Aberto Luiz Coimbra de Pós

Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

O Modelo de Campo Próximo para Emissários e Fontes Pontuais, está inserido no bloco de Modelo de Transporte Lagrangeano e funciona dinamicamente acoplado a um modelo hidrodinâmico. O modelo considera as características geométricas de linhas difusoras, perfis verticais variáveis de densidade no meio receptor, turbidez variável da água para computo da incidência de radiação solar. A radiação solar é computada em função da latitude e longitude da localidade, variando a partir da data e hora de início da simulação, com variação e cobertura de nuvem etc. No caso de análises de balneabilidade, aceita diferentes tipos de bactéria, tais como coliformes termo tolerantes, *escherichia coli* e *enterococcus*, além de curvas de decaimento prescritas pelo usuário.

A Figura 3.2, procura mostrar graficamente, a conjunção dessas variáveis intervenientes na busca da viabilidade técnica, econômica e ambiental de um sistema de tratamento de esgotos sanitários, com emprego de disposição oceânica.

Na porção final do emissário submarino são dispostos vários bocais ou orifícios que constituem a chamada tubulação difusora, através da qual, o efluente é lançado nas águas marinhas (Figura 3.2). Cada orifício difusor forma um jato efluente (Figura 3.6) com quantidade de movimento muito maior, e densidade significativamente menor, que a corrente marinha circunvizinha.

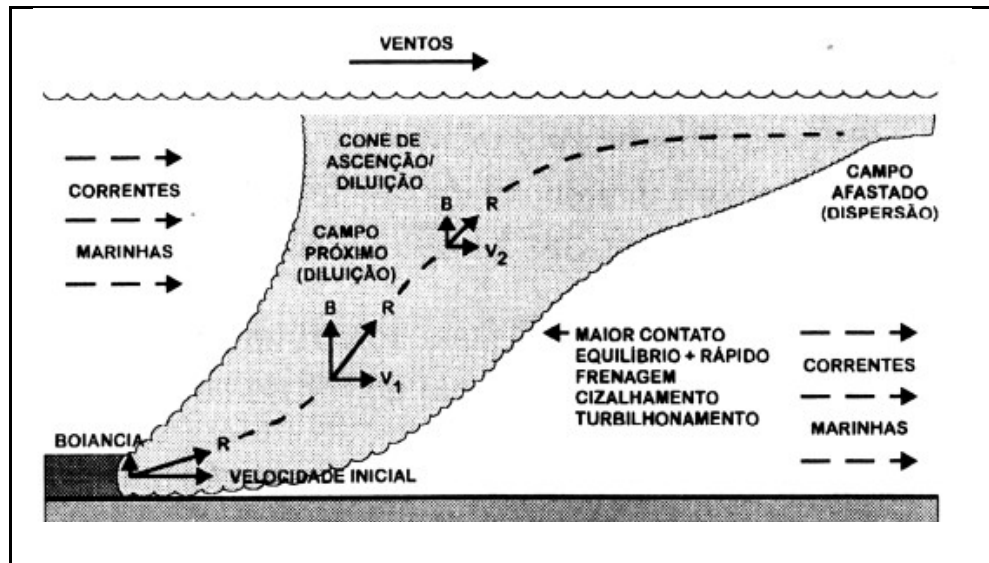


Figura 3.6 - Aspecto do jato efluente

Fonte: Gonçalves,1997.

O lançamento do efluente tratado ocorre através de difusores, que contém portas ou orifícios múltiplos ou individuais.

O processo dispersivo do efluente lançado ao mar através de emissário submarino possui três fases distintas, a saber:

- Fase 1 - De diluição inicial, onde as forças de empuxo, quantidade de movimento do efluente e os efeitos dinâmicos das correntes locais, que resultam em uma rápida mistura e diluição do efluente no corpo d'água receptor;
- Fase 2 - Representada pelo espalhamento dinâmico horizontal e o colapso vertical da pluma após alcançar sua altura terminal;
- Fase 3 - Que consiste na difusão turbulenta passiva e na advecção produzidas pelas correntes oceânicas na região de estudo.

Sobre a zona de mistura, região onde se encontram os difusores, têm-se a dispersão da pluma que se dá em duas regiões com características de escalas temporal e espacial marcadamente distintas:

- Campo próximo - dominado pela turbulência gerada pelos jatos efluentes da tubulação difusora, forças de empuxo, escoamento ambiente e perfis de densidade (Fases 1 e 2);



- Campo afastado - onde predominam a turbulência gerada pela hidrodinâmica local (Fase 3).

E, a zona de mistura também pode ser conceituada para ocorrer em 3 (três) regiões hidrodinâmicas:

- Campo próximo - Dominado por uma fonte de mistura turbulenta induzida em forma de jatos efluentes.
- Campo intermediário - Caracterizado por baixa mistura, mas forte espalhamento devido à interação das bordas e os processos de espalhamento flutuante.
- Campo afastado - Dominada pelo fluxo do ambiente, onde a advecção induz o campo de esgoto ser transportado e a difusão ambiente promove o espalhamento do campo de esgoto.

A posição na qual o efluente se estabiliza ao longo da coluna de água não varia significativamente do campo próximo para o campo afastado. Na modelagem é importante levar em consideração as variações que ocorrem na espessura da pluma na transição do campo próximo para o campo afastado. Para esta zona de transição entre o campo próximo e o campo afastado, chamado de campo intermediário Baptistelli (2008).

Para Baptistelli (2009) emissário submarino é, uma eficiente alternativa para a disposição final de efluentes sanitário, em virtude da elevada capacidade de dispersão e depuração da matéria orgânica no ambiente marinho. Esta capacidade reside na:

- Intensa energia disponível no ambiente marinho em função da ação das correntes na dispersão do efluente;
- Disponibilidade de oxigênio dissolvido;
- Apresentação de ambiente hostil à sobrevivência de microrganismos patogênicos.

A instalação de um emissário submarino deve ser feita em duas etapas que demandam a aplicação de metodologias executivas distintas: o trecho da zona de arrebenção, e o segmento em mar aberto.

Dessas, a mais complexa é a instalação do emissário na zona de arrebentação, pois, exige tarefas e operações de grande porte e complexidade, que envolvem impactos e riscos aos banhistas e ao meio ambiente Macedo (2009).

### 3.3.1 CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS RECEPTORAS DO ESTUDO DE CASO – PRAIA DO CAMPECHE

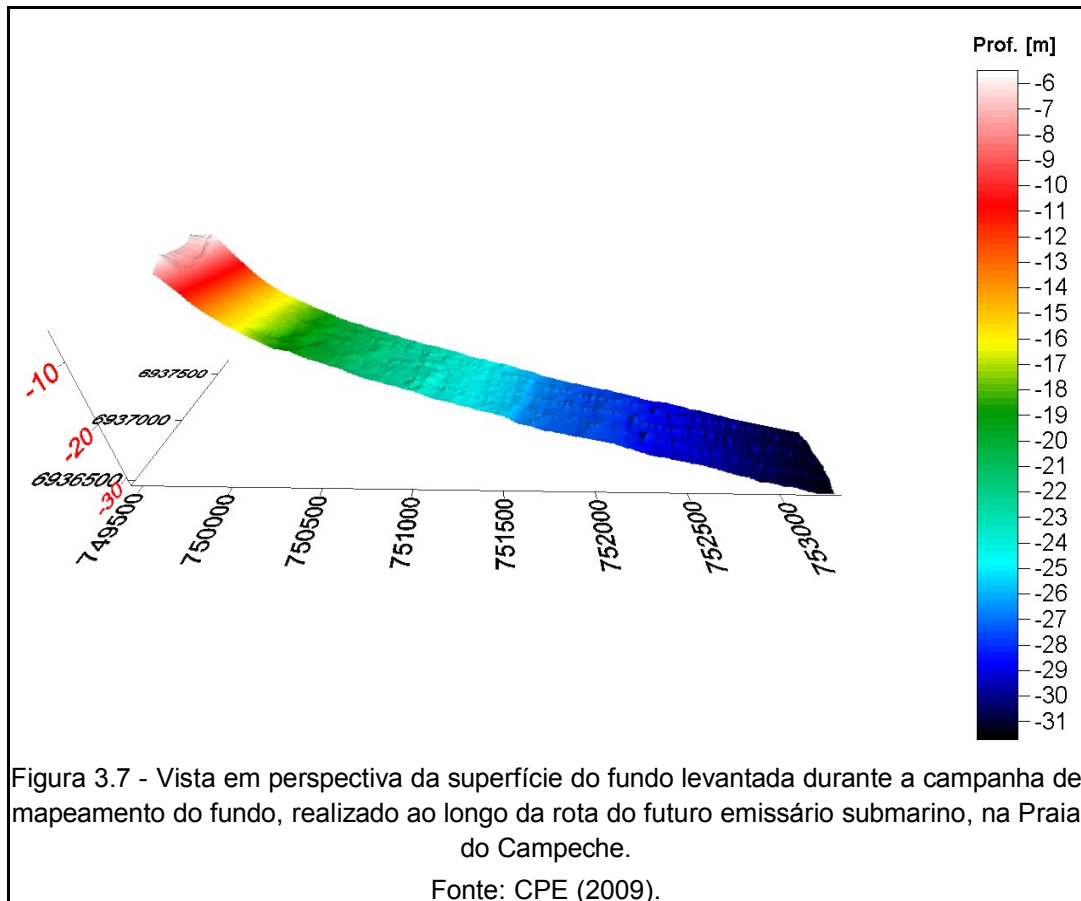
#### a) Levantamento batimétrico

Ao longo da área do levantamento batimétrico as profundidades medidas se apresentam com uma variação uniforme em direção Leste (perpendicular à costa), variando desde 5,6 m a 32 m. O gradiente de profundidade é maior junto à costa, apresentando-se intenso até, aproximadamente, os 16 m de profundidade, onde diminui consideravelmente até a profundidade máxima do levantamento, 32 m, a 4 km da costa (Figura 3.8).

Na Figura 3.8 é apresentada a distribuição espacial das profundidades ao longo do eixo do futuro emissário submarino. Os valores estão referenciados ao nível de referência da Diretoria de Hidrografia e Navegação (NR-DHN).

O presente levantamento batimétrico atende aos requerimentos técnicos que regem os levantamentos hidrográficos classificados como Categoria “B” pelo Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil.

Os levantamentos realizados na região mostram que a batimetria obedece a um padrão reto e paralelo, sem feições que justifiquem qualquer reorientação do emissário submarino a ser implantado. Não existe, portanto, dentro da área levantada, uma rota preferencial do duto.



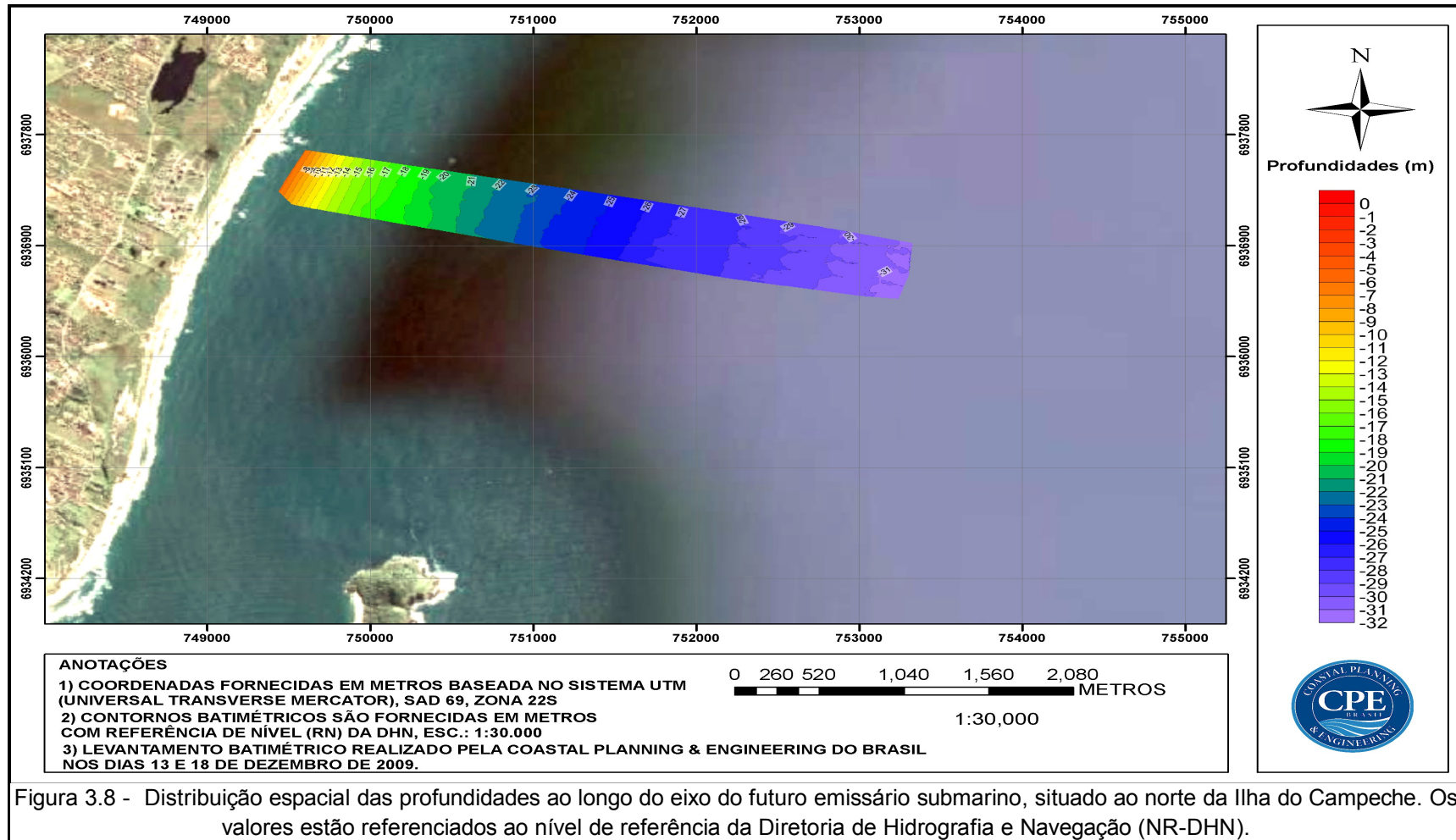


Figura 3.8 - Distribuição espacial das profundidades ao longo do eixo do futuro emissário submarino, situado ao norte da Ilha do Campeche. Os valores estão referenciados ao nível de referência da Diretoria de Hidrografia e Navegação (NR-DHN).

b) Imageamento de Fundo

Nove alvos potenciais foram identificados nos registros do sonar de varredura lateral (*sidescan*), sendo todos classificados como feições secundárias de natureza desconhecida, o que significa que foram observados em uma única passada pelo *sidescan* sonar.

Nenhum dos nove alvos foi identificado como cabo, o que se esperava encontrar na área estudada. Os resultados sugerem a necessidade de verificação e identificação *in situ* desses alvos encontrados, através de mergulhos autônomos, com o objetivo de determinar se algum deles se caracteriza como de interesse arqueológico e cultural e/ou perigo às operações de dragagem assentamento do emissário submarino.

Ainda que tais localizações representem uma pequena porção de toda a área ocupada pelo futuro emissário submarino, a verificação pendente através de mergulho pode eliminar qualquer dúvida sobre a segurança na operação de dragagem e assentamento do emissário. Na Figura 3.9 é apresentada a localização dos nove alvos identificados e na Tabela 3.1 são apresentadas suas respectivas dimensões e coordenadas UTM.

TABELA 3.1-COORDENADAS UTM DOS ALVOS IDENTIFICADOS NOS REGISTROS DO SONAR DE VARREDURA LATERAL (SIDESCAN).

Alvo nº	Coordenadas UTM Proj: SAD69 / UTM zone 22S		Comprimento e Largura (m)	
	X	Y	Comp.	Larg.
1	750,440.00	6,937,477.48	7.07	2.03
2	750,368.73	6,937,475.78	7.19	1.55
3	749,777.92	6,937,528.98	5.18	2.64
4	750,247.41	6,937,425.54	2.89	2.38
5	750,260.81	6,937,230.59	2.00	1.50
6	751,012.13	6,937,052.61	7.57	2.46
7	753,102.31	6,936,970.76	3.81	1.69
8	751,953.02	6,937,231.60	7.23	2.24
9	752,768.22	6,936,884.71	5.96	3.40

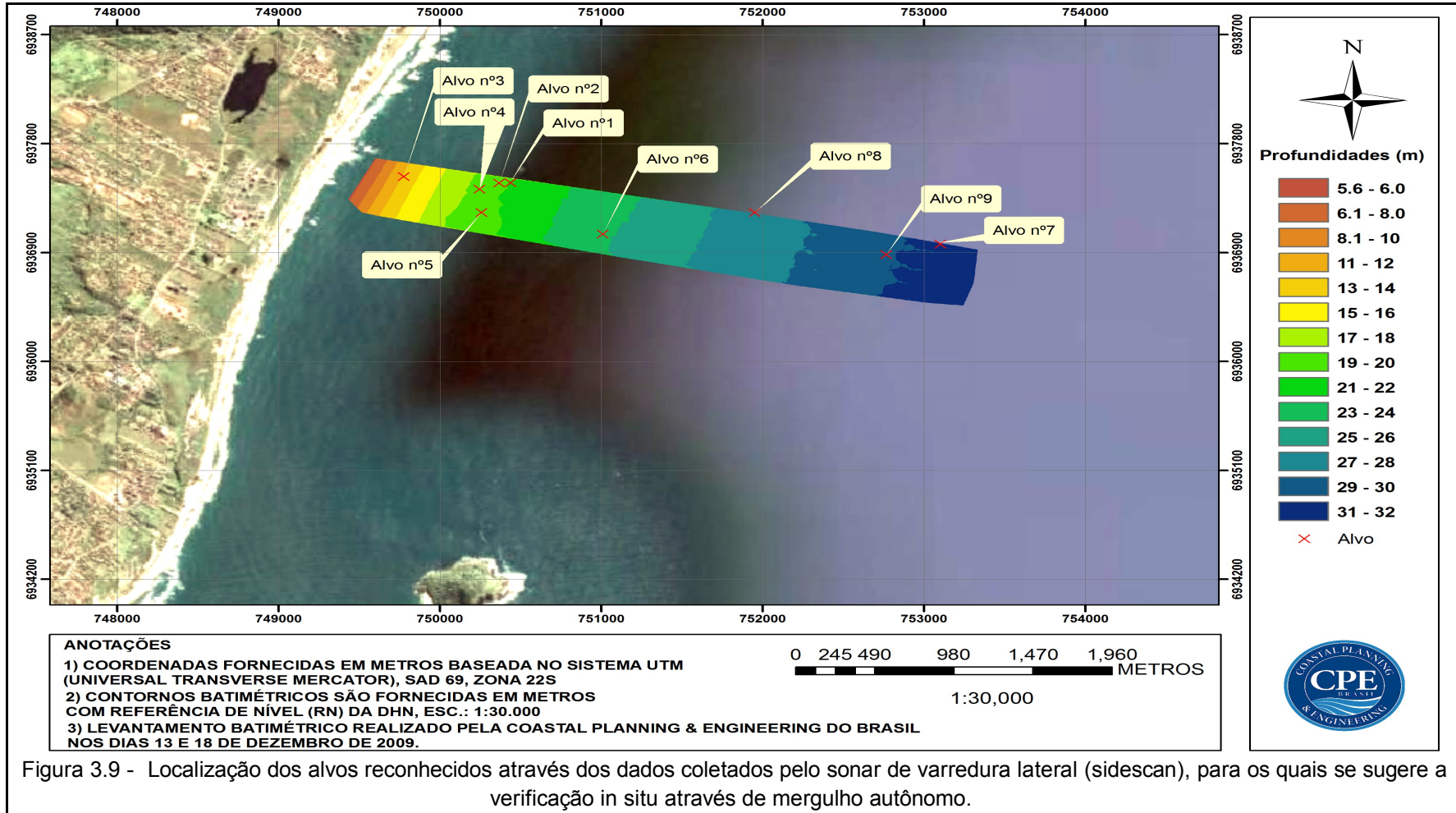


Figura 3.9 - Localização dos alvos reconhecidos através dos dados coletados pelo sonar de varredura lateral (sidescan), para os quais se sugere a verificação in situ através de mergulho autônomo.

### c) Sísmica de Alta Resolução

De acordo com os resultados obtidos, três (3) tipos de refletores foram identificados na análise dos registros sísmicos, sendo eles indicativos de: Superfície do Fundo, Provável Paleo-Canal e Refletor Desconhecido. Abaixo são descritos cada um dos refletores identificados.

- **Superfície do Fundo Provável**

A superfície do fundo é marcada nos registros digitais por uma linha vermelho escura, esta foi suavizada para remover eventuais perturbações causadas por movimentos do *towfish*.

- **Provável Paleo-canal**

As camadas marcadas por uma linha verde nos registros representam unidades estratigráficas relacionadas com canais ou depósitos fluviais (Figura 3.10). Existem poucas linhas com essa interpretação, mas na maioria dos casos em que ocorrem, aparentemente correspondem a depósitos de preenchimento de canais, o que é indicativo de paleo-canais. Baseando-se apenas nos dados geofísicos coletados neste estudo, é possível concluir que esses depósitos de paleo-canais não geram riscos às atividades de assentamento do emissário. Contudo, a realização de testemunhos com *vibracores* e/ou *jet probes* é recomendada para verificar essa interpretação.

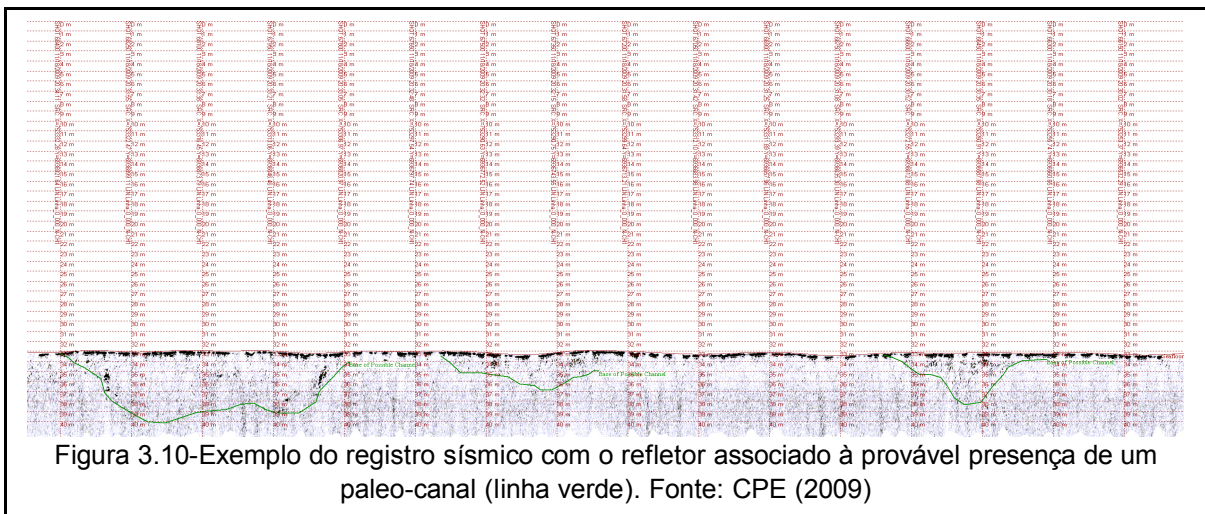
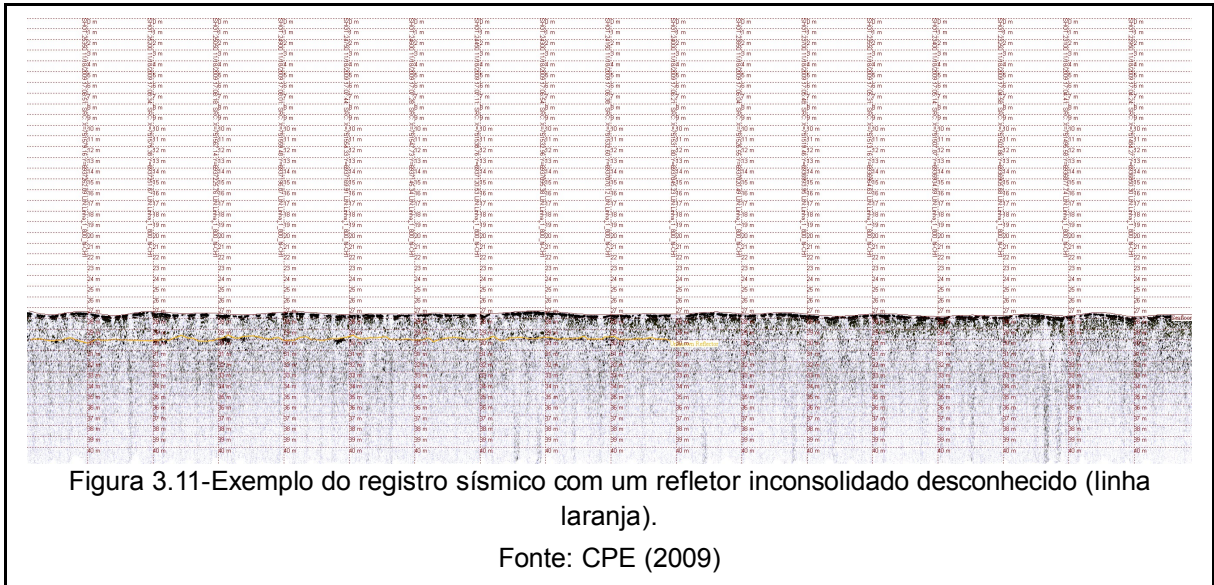


Figura 3.10-Exemplo do registro sísmico com o refletor associado à provável presença de um paleo-canal (linha verde). Fonte: CPE (2009)

- **Refletor Inconsolidado Desconhecido**

Essa camada é indicada nos registros por uma linha laranja e representa camadas de substrato inconsolidado de origem desconhecida (Figura 3.11). Baseando-se apenas nos dados geofísicos coletados neste estudo, este refletor corresponde a uma unidade estratigráfica não consolidada, a qual provavelmente não gere riscos às operações de dragagem.

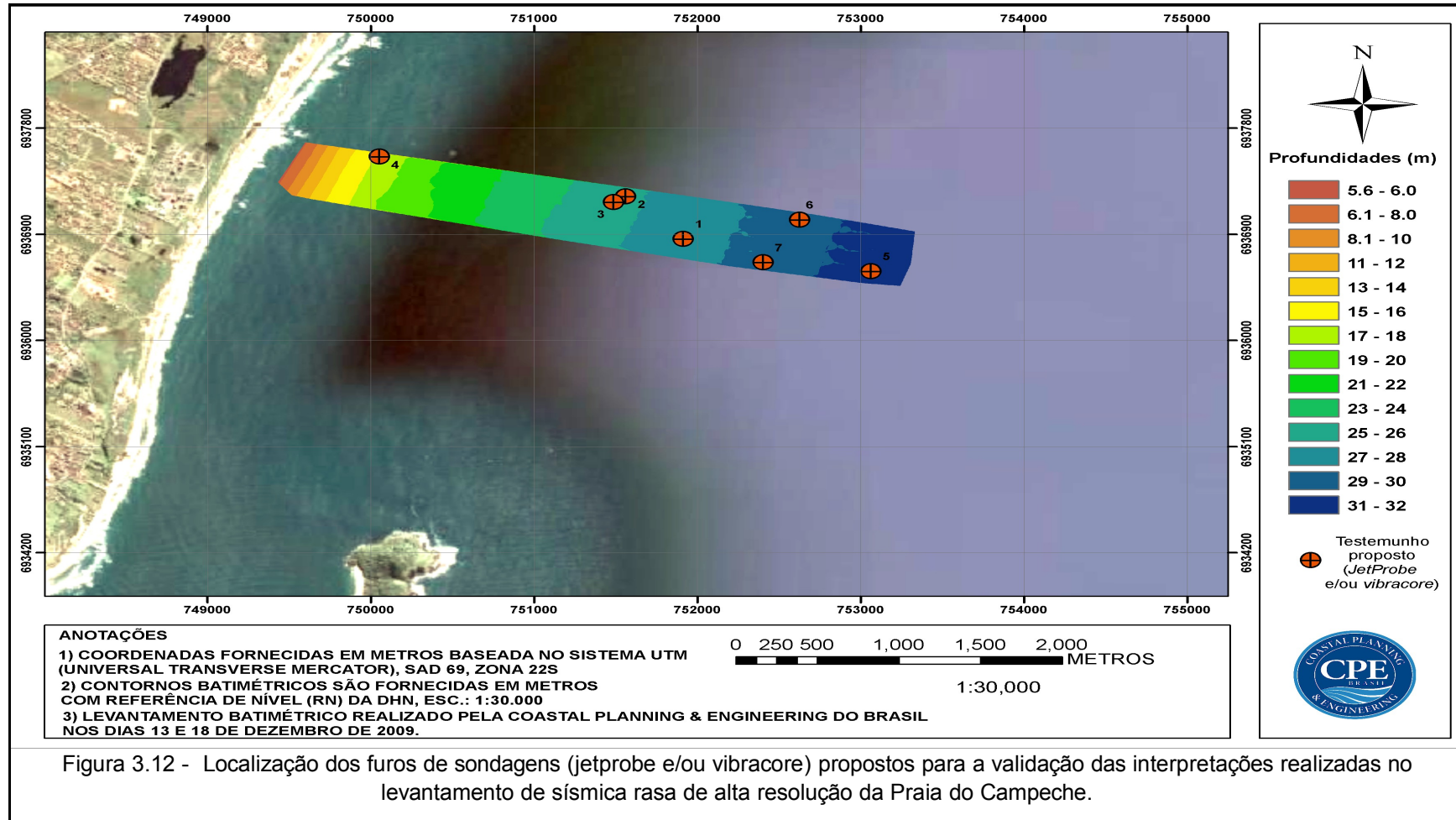


Com o objetivo de confirmar a interpretação geofísica, é recomendada a coleta de *vibracores* ou *jet-probes* em áreas onde os refletores inconsolidado desconhecido e o provável Paleo-canal foram encontrados. Na Tabela 3.2 e na Figura 3.12 se apresenta a localização exata dos testemunhos propostos para confirmar as interpretações geofísicas deste estudo.

TABELA 3.2-LOCAIS PROPOSTOS PARA A COLETA DE TESTEMUNHOS NA PRAIA DO CAMPECHE.

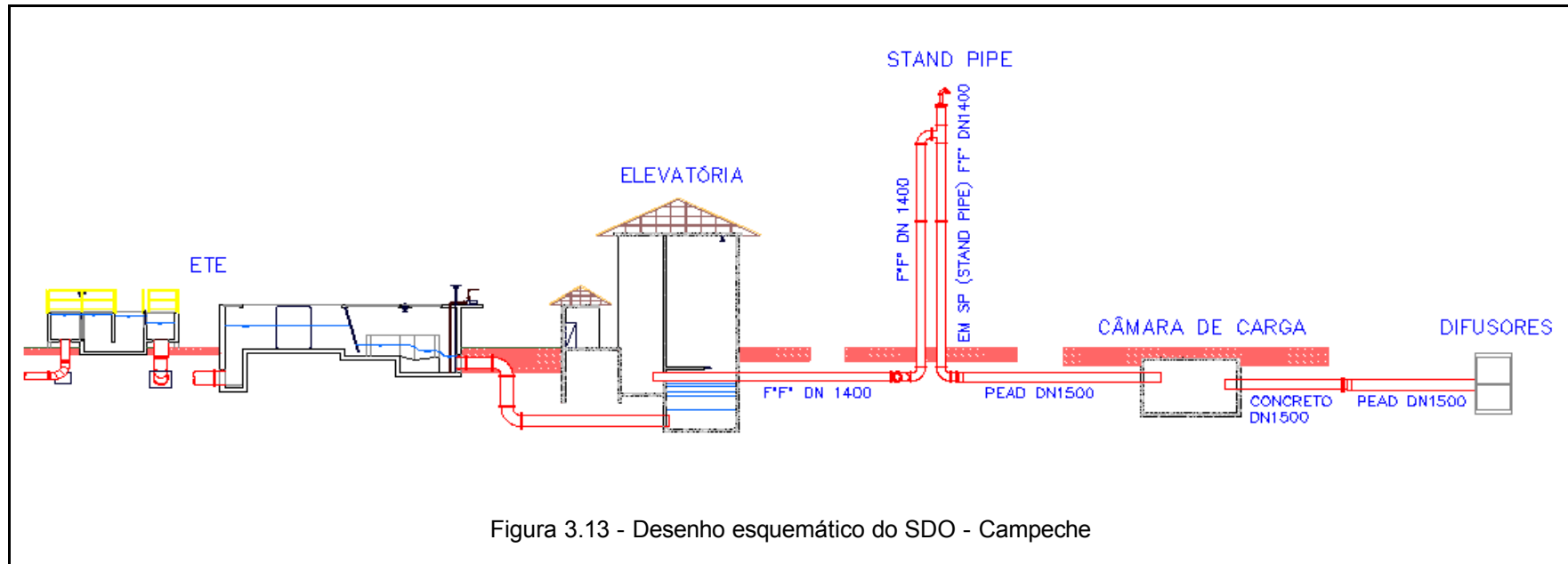
ID	Feições no Fundo	Linha da Sísmica	UTM X	UTM Y
1	Refletor Inconsolidado Desconhecido	1_400	751,919	6,936,861
2	Refletor Inconsolidado Desconhecido	1_800	751,566	6,937,221
3	Refletor Inconsolidado Desconhecido	1_850	751,491	6,937,173
4	Refletor Inconsolidado Desconhecido	3_350	750,057	6,937,560
5	Provável Paleo-canal	0_200	753,067	6,936,587
6	Provável Paleo-canal	0_700	752,630	6,937,023
7	Provável Paleo-canal	0_850	752,407	6,936,662





Na Figura 3.13 pode-se visualizar o desenho esquemático das unidades componentes do SDO do Campeche.

Na sequência, pode-se verificar na Figura 3.14 e no Quadro 3.6 alguns exemplos de emissários submarinos no exterior e no Brasil.



Fonte: Projeto Básico de disposição oceânica do Campeche (2010)



Figura 3.14 - Emissários submarinos na Europa

Fonte: Teoria geral dos emissários submarinos - Baptistelli (2009).

QUADRO 3.6 - EXEMPLOS DE EMISSÁRIOS SUBMARINOS NO EXTERIOR

País	Nome/ local	Tratamento prévio	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Comprimento (m)	Profundidade (m)
E.U.A.	Boston	secundário	55,6	15.000	30
Reino Unido	Edinburgo	nenhum	4,0	1.500	30
Austrália	Ninety Mile Beach, Vitória	primário	0,7	1.300	17
Portugal	Estoril	preliminar	5,9	2.750	41
	Guia	preliminar	5,0	1.800	40
Itália	Gênova	secundário	0,2	1.500	-
	Palermo	secundário	12,0	1.795	40
Islândia	Reykjavik I	preliminar	2,3	4.100	35
	Reykjavik II	preliminar	3,5	5.500	35
Coréia do Sul	Masan	primário	2,3	680	14
Taiwan	Taipei (ETE Pa-Li)	preliminar	21,96	6.660	43
Chile	Viña Del Mar	primário	2,4	1.500	48
Turquia	Kadikoy	preliminar	7,2	2.280	51
	Yenipaki	preliminar	10,0	1.180	60
Grécia	Tessalônica	secundário	4,5	2.600	23
Espanha	Barcelona	secundário	15,0	3.750	-
Cuba	La Puntilla	preliminar	0,62	1.540	40

Fonte: <http://outfalls.ifh.uni-karlsruhe.de/output.asp>

No Quadro 3.7 pode ser verificado os principais sistemas de disposição oceânica brasileiros.

QUADRO 3.7 - EXEMPLOS DE EMISSÁRIOS SUBMARINOS NO BRASIL

Local	Extensão (m)	Diâmetro (m)	Profundidade (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Material
Belém/PA	320	0,80	5	0,60	Concreto
Fortaleza/CE	3.200	1,50	12	4,80	Aço revest. Conc.
Salvador/BA	2.350	1,75	28	6,80	Concreto armado
Aracruz/ES	1.100	1,00	---	2,00	Polipropileno
Ipanema/RJ	4.325	2,40	26	12,00	Concreto protendido
Barra da Tijuca/RJ	5.000	1,50	40	5,30	PEAD
Porto Alegre/RS	733	1,26	12	2,70	Aço
Manaus/AM	3.600	1,00	---	2,20	PEAD
Boa Vista/RR	1.250	0,35	---	---	PEAD
Maceió/AL	3.100	1,34	15	4,20	Aço Revestido de Concreto

Fonte: Teoria geral dos emissários submarinos - Baptistelli (2009).

### 3.3.2 ESTUDO DE METODOLOGIAS

#### a) Ponte Metálica

Usualmente é utilizada para vencer a zona de arrebentação a metodologia que consiste na construção de uma Ponte Metálica provisória que tem a finalidade de fazer a contenção para a dragagem (Costa,2009).

A metodologia convencional utilizada para vencer a zona de arrebentação consiste na construção de uma extensa ponte metálica, provisória, ao longo de todo o trecho a ser instalado, exigindo a interdição de grande faixa da praia e do mar, por

um período aproximado de um ano Macedo (2009), como pode ser visualizado na Figura 3.15.

Os critérios da SABESP (2006) para lançamento do emissário, faz-se necessário escavar e manter escavado pelo menos o comprimento de cada tramo para executar seu assentamento. Para que isto seja possível e em face dos efeitos do mar, é feita a construção de uma barreira às ondas com uma cortina dupla de estacas pranchas onde serão realizados os trabalhos de escavação e assentamentos.

A sequência para execução dessa cortina inicia-se com a construção de uma ponte de apoio de dupla estrutura paralela para servir de apoio. Esta deve ser projetada com cotas de construção elevada para situar acima da maré máxima e fora do alcance de ondas. Esta ponte é composta de estruturas metálicas autoportantes, apoiadas em cavaletes de estacas cravadas e deve ser finalizada com trilhos, que permitirão o deslocamento das estruturas móveis por todo o comprimento da ponte.



Figura 3.15: - Exemplo de Ponte Metálica Provisória em Construção (Interdição de faixa da praia e mar) – Praia Grande/SP.

Fonte: Macedo (2009).

Se faz necessário também, que seja executada uma dragagem cuidadosa e controlada para que o emissário seja assentado exatamente na posição de projeto.

Esta dragagem pode ser feita de diversas maneiras: *Clam - Shell*, dragas de sucção e recalque ou bombas submersíveis. A areia dragada pode ser transportada e depositada em locais determinados pelos órgãos competentes ou estocada para ser posteriormente utilizada no reaterro. Cireli (2009) aponta que todas as operações de dragagem devem ser acompanhadas por eco - batimetrias constantes, para que possam ser obtidas as cotas finais das dragagens indicadas no projeto.

O assentamento deve ser efetuado preferencialmente num momento propício das condições do mar, no que se refere às ondas, ventos e correntezas. Para evitar acidentes de navegações costeiras e com operários, deverá haver sinalização constante e é recomendado que o assentamento seja completado em um único período diurno (Costa,2009).

Conforme metodologia SABESP (2006) a tubulação a ser assentada é rebocada, desde o canteiro de montagem até a área da ponte metálica, com todos os blocos de ancoragem instalados, anodos de sacrifícios montados, com as extremidades tampadas e testadas previamente. A tubulação desse primeiro tramo chegando perto da entrada da área protegida pela cortina dupla de estacas pranchas, deve ser levada à posição de assentamento através de equipamentos instalados nas pontes rolantes. Estando em posição correta, mergulhadores fazem a checagem final da vala do fundo.

Após um trecho de emissário assentado inicia-se o aterro controlado, para a tubulação não correr riscos de sofrer deslocamentos, causados por efeito de marés ou ondas, que mesmo com a cortina dupla instalada, possam ocorrer em condições extremas e desfavoráveis.

#### b) Pipe Jacking



A metodologia “*Pipe Jacking*” é mundialmente conhecida e utilizada em obras em terra, porém, na construção de emissários submarinos, são poucas as experiências no mundo Macedo (2009).

Segundo Garrido (2003) A tecnologia *pipe jacking* teve o seu desenvolvimento quase simultâneo no Japão e Alemanha ao longo da década de 1970 e sofreu intensa evolução ao longo dos anos 1980 e 1990, com a incorporação de sistemas de informática, automação e direcionamento a laser. Para a execução de túneis por esse sistema necessita-se de um escavador (*shield*) e um cravador (*pipe jacking*) e, no mínimo, dois poços para entrada e saída dos materiais e equipamentos (emboque e desemboque). Depois de construídos os poços, instala-se o cravador no emboque e inicia - se o trabalho com o escavador. Em seguida, são cravados os tubos de concreto que empurrarão o escavador até o poço de desemboque. Podem haver muitos outros poços no caminho, dependendo da extensão do túnel.

Esta nova tecnologia, que minimiza os riscos e impactos ambientais, é a metodologia pelo Método Não Destrutivo – MND que permite construir um túnel através de tubos de concreto cravado sob o mar. Este processo é inovador no Brasil. Essa metodologia reduz drasticamente os impactos ambientais e transtornos causados pela obra aos banhistas.

O equipamento utilizado para esta metodologia submarina é o *Shield*, equipamento com capacidade de (CIRELI, 2009):

- Suportar grandes empuxos negativos e com duplo sistema de pressurização da frente;
- Cravação em grandes distâncias sem poços intermediários;
- Ser resgatado sem poço de desemboque, em condição submersa (com sistema automático de desacoplamento do tubo de concreto);
- Torque máximo de corte de solo arenoso, argiloso e rochoso; e
- Permitir o acesso da frente do equipamento para substituição das ferramentas de cortes (equipado com câmara hiperbárica).



Figura 3.16: Equipamento – *Shield*  
Fonte: Macedo (2009).



Figura 3.17: Equipamento – *Shield*  
Fonte: Macedo (2009).

No processo de cravação dos tubos a lubrificação é um fator crítico. Tem a função de diminuir o atrito dos tubos com o solo e conseqüentemente reduzir a pressão de cravação.

As características exigidas do fluido lubrificante são:

- Não reagir com a água do mar;
- Não flocular material orgânico eventualmente presente no solo;
- Evitar a perda de fluido pelo solo;
- Ter viscosidade adequada para diminuir o atrito entre o tubo e o solo.

Para possibilitar o processo de cravação se faz necessário o desenvolvimento de tubos de concreto armado, com características e funções diferentes, porém, com diâmetros externos e internos idênticos e o mesmo comprimento):

- Tubo perdido: A ser inserido logo após o último estágio do Shield. Desenvolvido para um perfeito acoplamento com a máquina; após a finalização do túnel deve ser retirado pelo mar;

- Primeiro tubo: Ao primeiro tubo deve ser acoplada a peça de redução metálica, para possibilitar a junção entre os tramos de PEAD e a comporta existente para impedir a inundação do túnel quando da retirada da máquina. Para tanto, o mesmo deve ser dotado de um flange metálico na sua extremidade;

- Segundo tubo: Por segurança, prevê-se também neste tubo um flange na sua extremidade; caso o flange do primeiro tubo apresente alguma avaria ou por qualquer outro motivo que não seja possível o acoplamento da redução metálica;
- Tubos com lubrificação e ancoragem: Cravados após o “segundo tubo”. Este tubo tem na parte frontal e na traseira 3 (três) nichos para a junção mecânica dos tubos;
- Tubos intermediários (estações intermediárias de cravação): Os tubos têm em comum nas extremidades, macacos hidráulicos que auxiliam na cravação do sistema. Se a força de cravação dos macacos principais aproximarem-se do limite de segurança previsto para os tubos, faz-se necessária a utilização das estações intermediárias;
- Tubos de cravação: Existem 2 (dois) tipos de tubos sendo que a diferença entre eles é a presença ou ausência de “*inserts*” para a injeção de bentonita;



Figura 3.18: Tubo de Cravação (concreto)

Fonte: Macedo (2009)

- Tubos com dupla injeção: Injeção de nata de cimento para solidificação do conjunto dos tubos com a Câmara Compensadora de Pressão;

- Último tubo: O último tubo a ser cravado terá na sua extremidade traseira um flange para o isolamento da tubulação com a câmara.

Para a execução das operações de cravação dos tubos, é utilizada a Câmara Compensadora de Pressão, a qual é adaptada para receber os equipamentos Figura 3.19 e também utilizada como emboque e sua parede de reação é adaptada para resistir ao esforço do cravador Figura 3.20.

De acordo com Costa (2009), as principais vantagens analisadas para a escolha na utilização do sistema *Pipe Jacking* são:

Reduz ao mínimo os riscos e impactos ambientais;

Reduz os transtornos causados aos banhistas;

Evita a interdição de faixa de areia e mar;

O tempo de execução é aproximadamente 75% menor em comparação com a ponte de serviço;

Otimização do custo em cerca de 18%.



Figura 3.19 - *Shield* sendo introduzido no furo de saída da Câmara Compensadora de Pressão.

Fonte: Macedo (2009)



Figura 3.20: Emboque do Shield



Figura 3.21: Perfil da Tubulação

Fonte: Costa (2009)

### *3.3.3 TIPOS DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO DO EMISSÁRIO SUBMARINO DO SDO : VANTAGENS E DESVANTAGENS*

A construção de emissários submarinos enfrenta algumas dificuldades relacionadas principalmente em relação à fabricação e transporte do material, ou seja, a estratégia utilizada na mobilização em relação à preparação e assentamento da tubulação em terra e na água, principalmente, devido à variação da hidrodinâmica do corpo d'água (Fortis, 2005).

Além de ter que se considerar a expectativa de vida útil e custos de manutenção, a escolha do material depende não somente de aspectos técnicos, mas também, da disponibilidade de fabricação do material próximo à área de trabalho, pois, o fator econômico mais importante é a questão do transporte da tubulação.

Outros requisitos para a seleção do material da tubulação são: possibilidade do material possuir diâmetro adequado para o projeto, resistência à corrosão, juntas seladas contra vazamentos, e alto grau de resistência e integridade, como: flexibilidade axial, flambagem e torção.

Além desses fatores construtivos, as estruturas submersas são passíveis de danos e falhas devido a vários fatores que podem ser divididos em quatro categorias: corrosão, colisão (usualmente com barcos, barcaças, balsas, âncoras e equipamentos de pesca), ações do vento e das marés e outros fatores (tipo de material, evento sísmico, variação de vazões ocasionando pressão interna negativa na tubulação etc.).

Claro que não se deve ficar limitado à apenas um tipo de material, o que tem que ser considerado são as peculiaridades de cada material e, se for o caso, contemplar no projeto os dispositivos para neutralizar as fragilidades específicas de cada um. Isto posto, passa a ser apenas questão do custo final da obra.

Segundo Pacheco (1979) os materiais mais utilizados para tubulação são Concreto, Aço e PEAD.

De acordo com Fortis (2005), as tubulações de concreto, usualmente do tipo Portland, são largamente utilizadas para a coleta e transporte de esgotos domésticos e drenagem urbana, tendo também grande aplicabilidade para emissários submarinos. As principais vantagens, entre outras, são:

- Tubos de concreto, são tubos rígidos, possuindo significativa resistência estrutural;
- Devido ao seu alto peso, não há a necessidade de pesos estabilizadores, sendo considerado uma estrutura tubo - solo.

De acordo com (Macedo, 2010) a análise e definição do tipo de tubulação para a parte submarina constitui um assunto que requer uma gama de avaliações decorrentes: (i) condições operacionais; (ii) métodos construtivos e (iii) lançamento. Essa análise contempla as características do material da tubulação e a natureza das solicitações e tensões a que a tubulação estará sujeita, ou seja:

a) Tensões: Basicamente, as tensões a serem consideradas são:

- Efeitos durante a confecção dos tubos e da tubulação;
- Influências gravitacionais;
- Fatores ambientais;
- Técnicas construtivas de instalação da tubulação.

b) Condições operacionais:

As solicitações são estáticas e dinâmicas, determinísticas e probabilísticas. As influências gravitacionais são estáticas e incluem o peso da tubulação, os contrapesos adicionais (carapaça de concreto ou blocos pré-moldados) e a flutuabilidade.

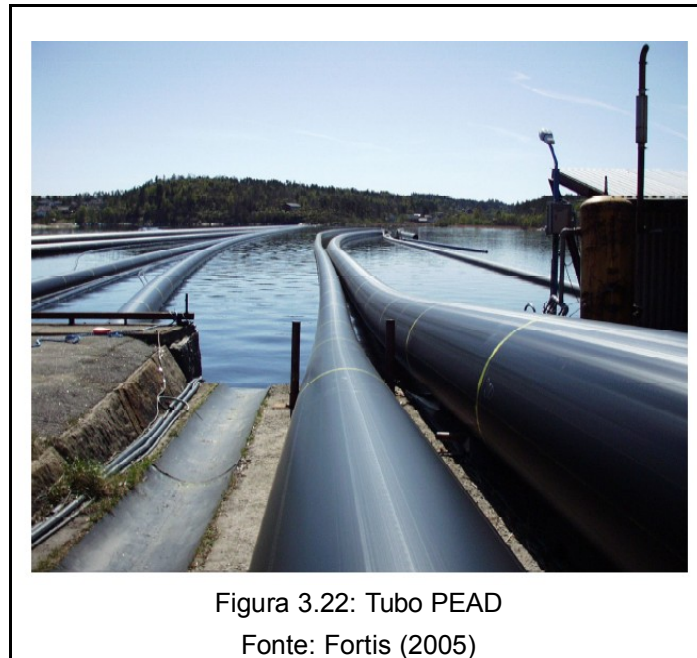
As solicitações gravitacionais devem ser ajustadas ao empuxo provocado pela imersão da tubulação na água do meio receptor, devendo-se, portanto, ser considerado como uma solicitação adicional.

As solicitações durante a fase construtiva de instalação dependem da técnica construtiva, dos equipamentos utilizados e das condições do mar na época do assentamento. Cada processo de assentamento impõe à tubulação, diferentes solicitações, correspondendo a uma série de forças, tensões e deformações.

As condições operacionais são:

- Pressões internas de operação;
- Transientes ou transitórios hidráulicos;
- Condições de assentamento;
- Pressões externas - hidrostáticas e dinâmicas;
- Velocidades internas de escoamento.

Em função das considerações acima, o aço carbono revestido com uma carapaça de concreto se apresentaria como o material mais confortável para a tubulação, pois reduziria o tempo e os riscos no lançamento, ao permitir o método *pulling* (Ponte Metálica). Além disso, o peso próprio do conjunto (tubulação + carapaça), de forma distribuída, confere maior garantia de estabilidade à linha quando assentada e em operação no fundo do mar. No entanto, o Polietileno de Alta Densidade - PEAD também é uma solução viável e, em função disso, está sendo proposta.



Além disso, deve ser realizado o dimensionamento adequado dos blocos de ancoragem a serem incorporados à tubulação, os quais darão estabilidade à linha quando assentada no leito marinho.



Os tubos de PEAD apresentam algumas vantagens em relação aos tubos de Aço, conforme pode ser verificado na Tabela 3.3.

TABELA 3.3 - COMPARATIVO ENTRE TUBULAÇÃO DE PEAD E AÇO

PEAD	AÇO
<b>1 – Transporte da fábrica para obra:</b>	
É realizado em tramos ou inteiro, via marítima flutuando, puxados por rebocador	É realizado em tubos de 12 metros, transportados via rodoviário (carretas).
<b>2 – Estocagem:</b>	
Os tramos são armazenados nas margens de um braço do mar ou rio, presos através de cabos de aço, onde são efetuadas as soldagens quando necessário.	São armazenados no pátio lado a lado com cruzetas de madeira para não ovalizarem.
<b>3 – Manipulação e soldagem:</b>	
A manipulação é feita dentro d'água com apoio naval (balsa e guindaste). A formação dos tramos é através de solda termoplástica de topo.	A manipulação é feita no pátio em terra através de guindaste ou pórticos. A formação dos tramos é através de solda por eletrodo ou arame com necessidade de ensaios de Raio - X e ultrassom nas soldas.
<b>4 – Dispositivo de ancoragem:</b>	
São fixados ao tubo os blocos de ancoragem pré - moldados unidos por parafuso. Todos parafusos e partes metálicas devem ter anodos de sacrifício para proteção catódica.	Não se aplica.
<b>5 – Dispositivo de proteção:</b>	
Não se aplica	Proteção mecânica através do envolvimento total do tubo com concreto (enjaquetamento)
<b>6 – Preparação para o transporte e lançamento:</b>	
Fabricação das peças especiais metálicas: flanges, luvas, flutuadores.	Não se aplica
<b>7 – Transporte da tubulação para o local de lançamento:</b>	
É rebocado flutuando por rebocadores, catraias e lanchas de apoio até o ponto de lançamento.	Feito pelo puxamento do tubo da praia pelo fundo do mar, com auxílio de rebocadores ficando assentado no eixo do posicionamento.
<b>8 – Inspeção</b>	

PEAD	AÇO
Verificação da variação de espessura, homogeneidade da resina, etc.	Verificação do tratamento interno, qualidade da chapa, soldas, etc.
<b>9 – Assentamento</b>	
Posicionado através de rebocadores e barcos de apoio, o assentamento é feito com o enchimento controlado do tramo com água para que afunde. Deve-se respeitar o tempo de afundamento bem como a curvatura limite do tubo, pois uma operação errada poderá comprometer a integridade do tramo	Puxado no sentido terra mar, já no eixo de assentamento através de guincho sobre flutuantes apoiados, deslizando sobre o leito marítimo.
<b>10 – Zona de Arrebentação</b>	
Geralmente instalado enterrado com utilização de escoramento de estacas pranchas e ponte de apoio para dragagem e posicionamento.	Instalado sobre ponte elevada e depois de vencida zona de arrebentação segue submerso.

Fonte: Costa, 2009

### 3.3.4 CRITÉRIOS AMBIENTAIS E LOCACIONAIS PARA A IMPLANTAÇÃO DO SDO

Algumas regiões costeiras de Florianópolis apresentam-se como menos favoráveis à disposição oceânica em termos ambientais, seja devido à baixa capacidade de diluição e transporte, seja devido à grande importância biológica, diversidade de ecossistemas ou interesses comerciais. São áreas que possuem impeditivos para esta alternativa, ou que requerem um projeto com um alto nível de tratamento que inviabilizaria a alternativa disposição oceânica.

Em princípio, com relação à hidrodinâmica, as regiões de mar aberto, como a Praia do Campeche, são mais favoráveis à diluição e transporte do esgoto do que regiões semicerradas como a Baía Norte e a Baía Sul.

SMA (2006), informa que durante a fase de elaboração dos estudos preliminares de viabilidade, além da avaliação ambiental das macrorregiões, devem

ser pré-selecionadas algumas áreas potencialmente viáveis para a disposição oceânica, a partir de:

- Consultas às cartas náuticas e Capitania dos Portos;
- Consulta em estudos oceanográficos e geológicos/geotécnicos recentes;
- Consulta em trabalhos científicos (Universidades, ONGs etc);
- Verificação de impeditivos legais, zonas de importância ecológica, aquacultura, zonas de proteção arqueológica etc;
- Dados oceanográficos adicionais;
- Consulta à comunidade interessada em geral (movimentos sociais, entidades empresariais, entidades de classe, entidades acadêmicas, conselhos municipais, movimentos culturais, pescadores, surfistas, ONGs etc.).

Em geral devem ser evitadas áreas de:

- Leito rochoso e com declividades variáveis ao longo da linha proposta;
- Baixa circulação e renovação de correntes (baías, estuários confinados);
- Grande dinâmica sedimentar;
- Alta energia de ondas (em geral costões rochosos);
- Profundidades de descargas inferiores a 8 metros;
- Correntes em direção à praia com grande frequência e intensidade;
- Condições oceanográficas que determinam altas taxas de acúmulo de sólidos no fundo;
- Fundeio (local apropriado para assentamento da tubulação).

Macedo (2010), indica que outros pontos e/ou atividades que também devem ser levados em consideração para o SDO, além da escolha do material e diâmetros a serem utilizados:

- Localização do eixo;
- Comprimento da linha;
- Trecho com Difusores: No projeto básico do campeche, foi considerado 120 m de extensão com 2 linhas de portas laterais e espaçadas 4,0 m entre si, ou seja 120 saídas, sendo 60 de cada lado.
- Material da tubulação;

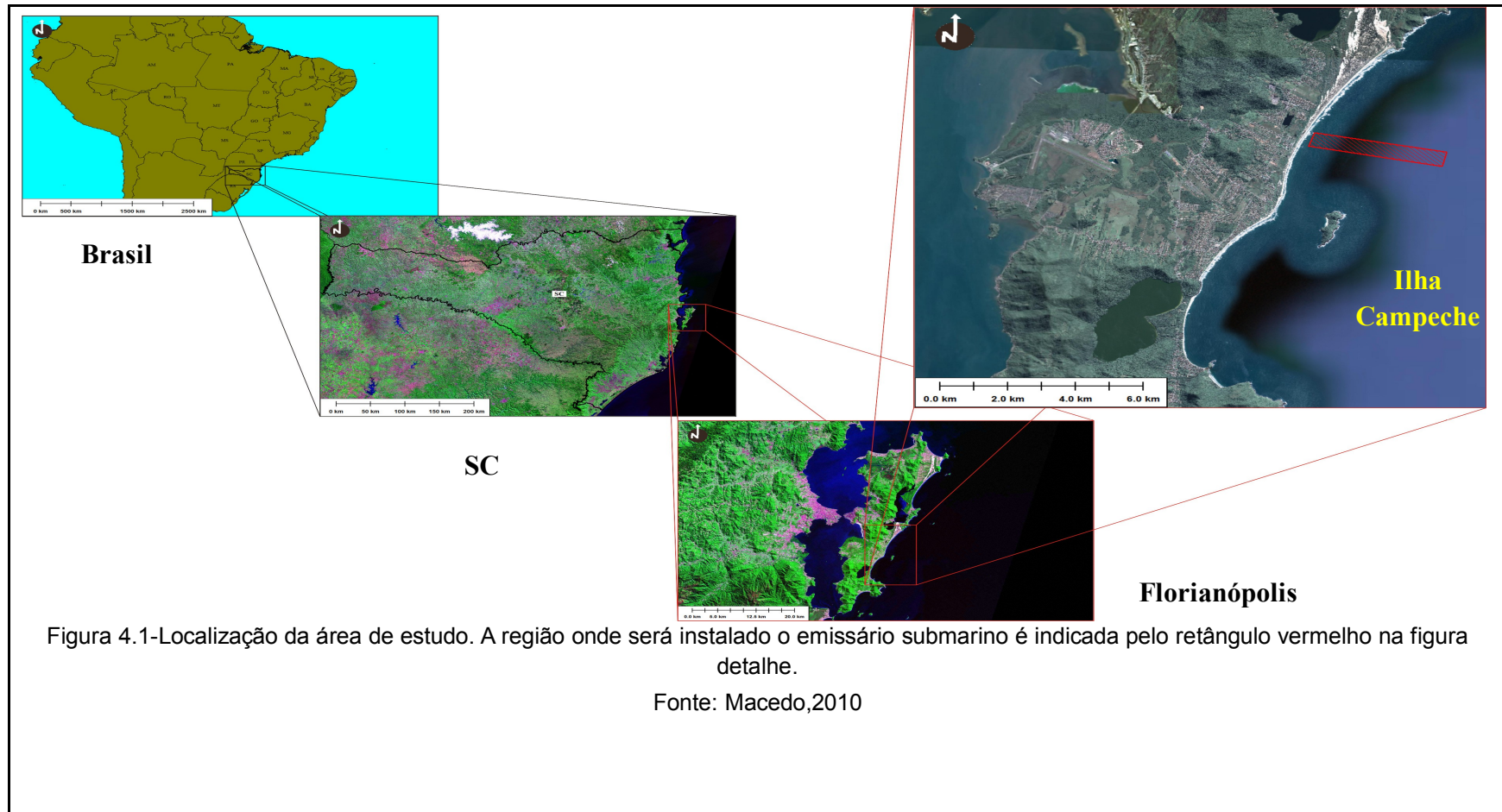
- Metodologia executiva;
- Escolha do local do canteiro de pré-fabricação;
- Pré-fabricação e preparação de tramos;
- Travessia da zona de arrebentação;
- Preparação do leito marinho;
- Operações navais (lançamento, reboque marítimo, acoplamento, afundamento e posicionamento definitivo sobre o leito marinho).

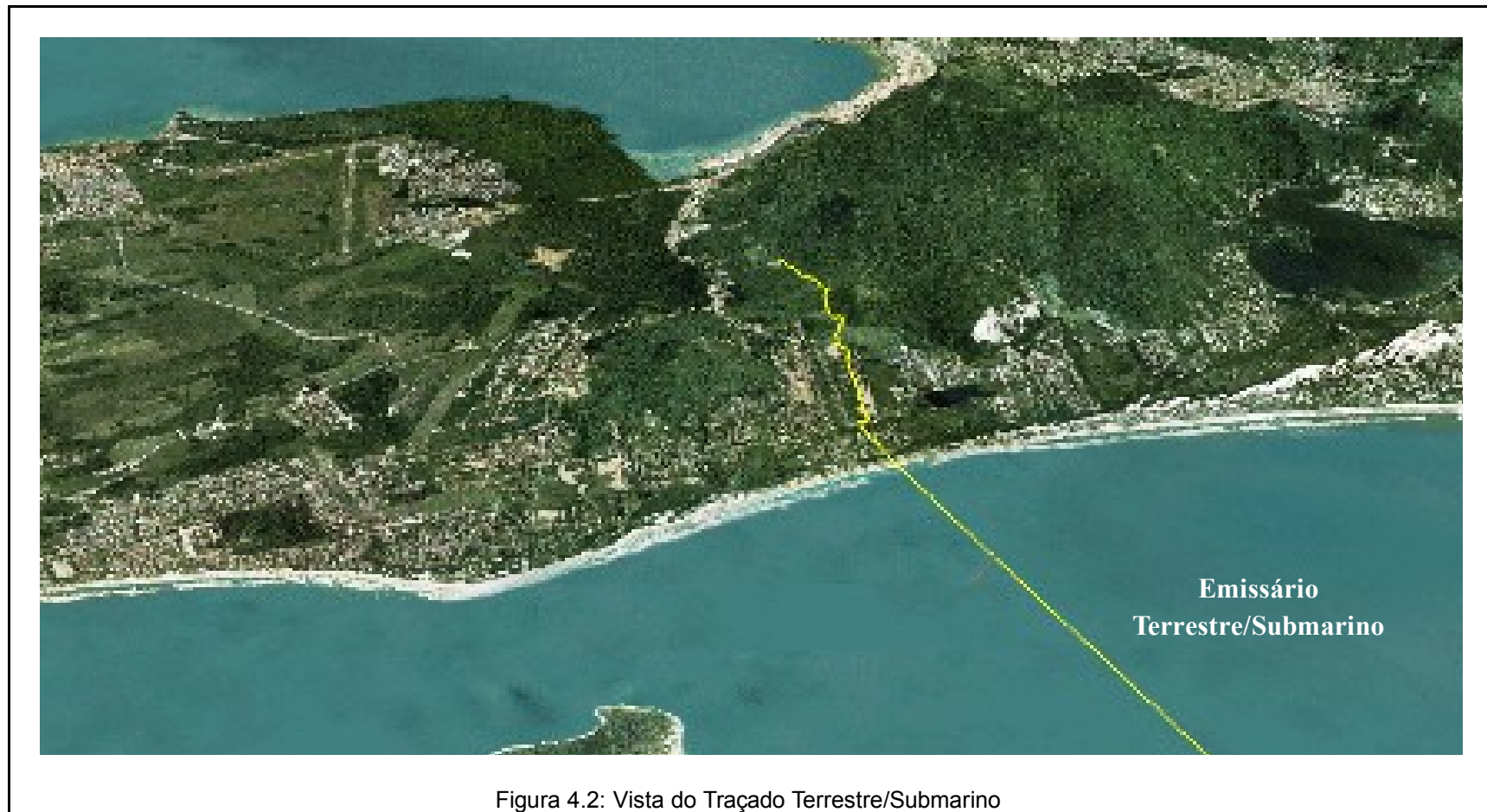
## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 LOCAL DE ESTUDO**

O estudo de caso foi elaborado a partir do Projeto Básico do Emissário de Esgoto do Campeche (Casan, 2010). O foco deste trabalho é o projeto de construção de emissários terrestre e submarino para a disposição oceânica dos esgotos coletados e tratados.

A localização desta obra é descrita a seguir: O Emissário terrestre, em ferro fundido, tem início na saída da Estação de recalque de efluentes tratados na ETE (Fazenda do Rio Tavares) seguindo pela base do Maciço da Costeira, passando pela Servidão Porto Velho, onde o efluente tratado passará pelo *stand pipe*, e a partir deste ponto o ET seguirá em PEAD, atravessando a Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga até chegar na Servidão Emília e seguindo até à Av. Campeche entrando em seguida na Rua Nicolau de Abreu até chegar à praia do Campeche. E, o emissário submarino saindo do ponto da continuação do emissário terrestre da Rua Nicolau de Abreu até o seu ponto de lançamento no mar. Para melhor visualização, têm-se as figuras 4.1, 4.2 e 4.3.





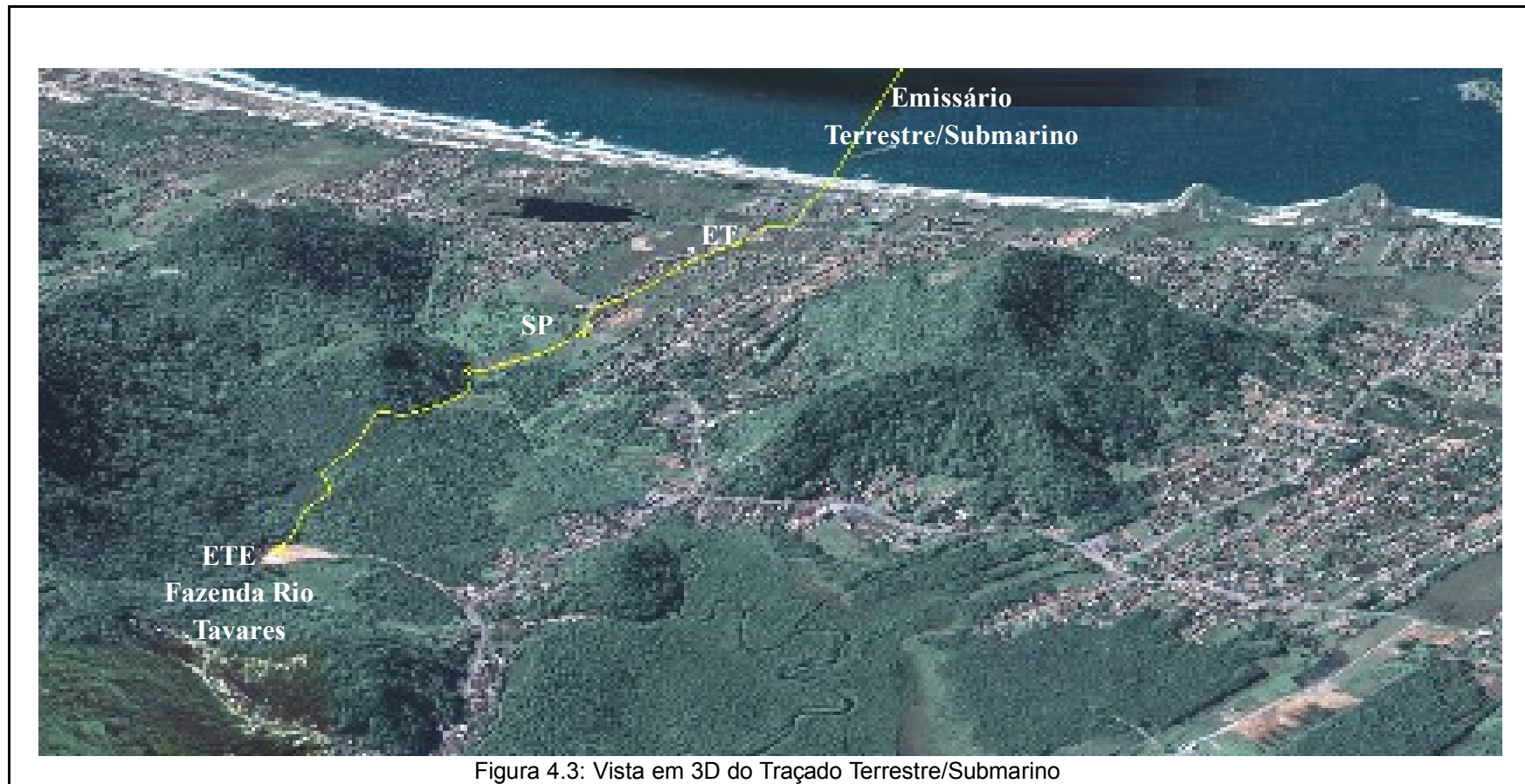


Figura 4.3: Vista em 3D do Traçado Terrestre/Submarino

Legenda: ETE – Localização da Estação de Tratamento de Esgoto; ET/FoFo – Emissário Terrestre em Ferro fundido; SP – Stand pipe; ET/PEAD – Emissário Terrestre em PEAD.



## **4.2 DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO – ETE**

### **4.2.1 DEFINIÇÃO DO HORIZONTE DO PROJETO E DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO**

Para este sistema, foi adotado um horizonte de projeto de 50 anos - período de 2010 a 2060, definido de comum acordo com entre a empresa projetista e a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN.

Vale frisar que, todo os efluentes tratados que serão encaminhados para o SDO somente serão provenientes da parte insular de Florianópolis, e com isso é sabido que existe uma população de saturação, ou seja, um limite para o crescimento da ilha de Florianópolis.

Para a área de abrangência deste projeto levou-se em consideração toda a área especificada no projeto de engenharia preliminar do sistema de esgotamento sanitário, quais sejam: *Distrito Sede – Ilha*: João Paulo, José mendes, Saco Grande, Monte Verde, Costeira do Pirajubaé, Pantanal, Saco dos Limões e a *Bacia F* (Itacorubi, Córrego Grande, Santa Mônica, Morro do Quilombo e Parque São Jorge), *Distritos*: Santo Antônio de Lisboa; Ribeirão da Ilha; Pântano do Sul; Campeche e Lagoa da Conceição (este último possui ETE e encaminhará os esgotos tratados para o stand pipe).

Todas essas localidades, com exceção do Distrito da Lagoa da Conceição, terão seus esgotos domésticos coletados e transportados até a Estação de Tratamento de Esgotos – ETE a ser implantada na Fazenda do Rio Tavares.

O projeto da Estação de Tratamento de Esgotos - ETE do Campeche, a qual receberá o esgoto de toda a área que fará parte deste sistema, como pode ser verificado na Figura 4.4, foi concebido para ser realizado em nível secundário e com desinfecção através de raios ultra – violeta, como também pode ser verificado através do diagrama unifilar na Figura 4.5.

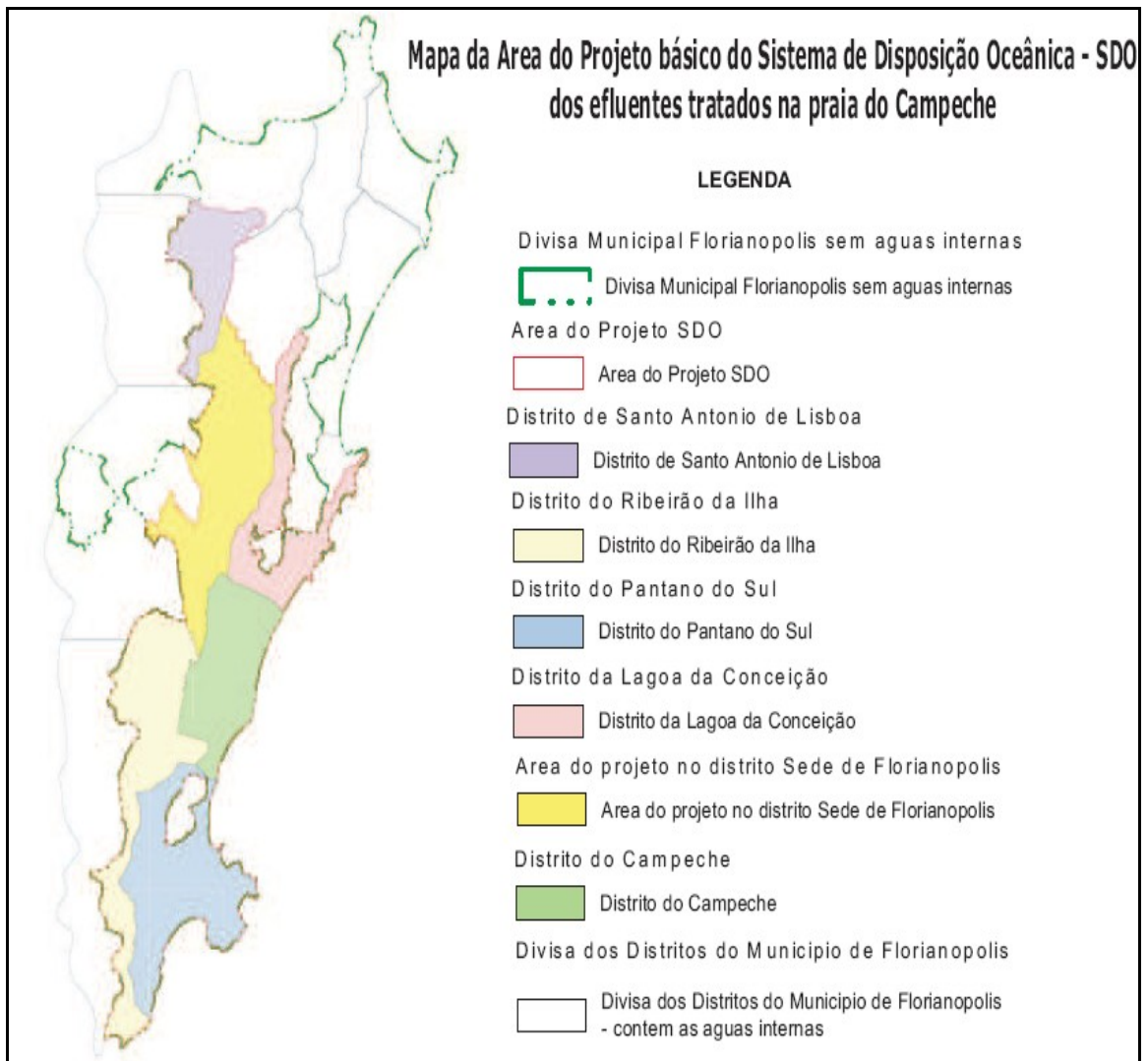


Figura 4.4 - Mapa da Área do projeto do SDO

Fonte: Projeto Básico do Emissário do Campeche, 2010

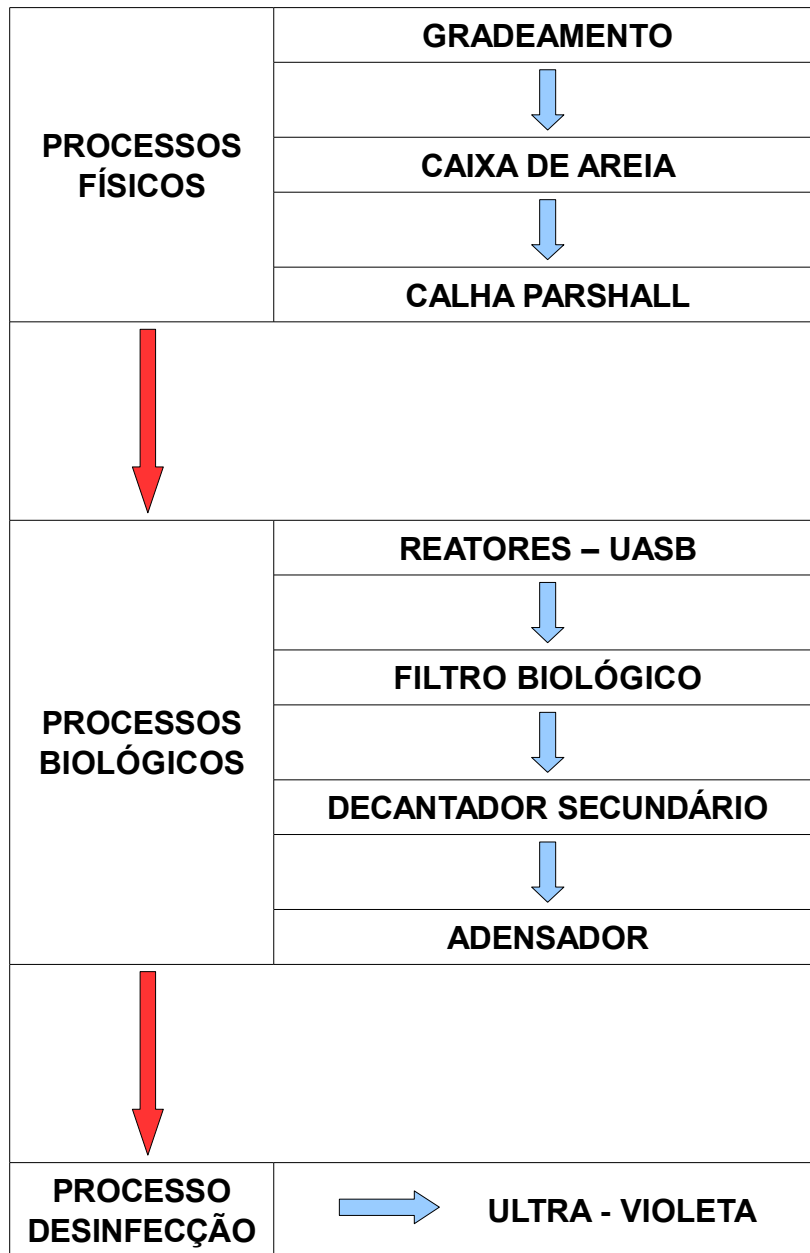


Figura 4.5: Diagrama da ETE - Rio Tavares

Através da projeção populacional utilizada para o projeto básico da praia do campeche, com horizonte de 50 anos, para o qual foi utilizado o método matemático do Decréscimo do Crescimento ( $K_d$ ), pode-se verificar o resultado na Tabela 4.1.

TABELA 4.1 - SÍNTESE DOS VALORES DA VAZÃO E DE CARGA ORGÂNICA

ANO	POPULAÇÃO ATENDIDA (HAB)	QMÉD (L/S)	QMÍN (L/S)	QMÁX D (L/S)	QMÁX H (L/S)	CARGA ORGÂNICA (KG/HAB X D)
2010	496.168	938	469	1.125	1.406	26.793
2020	632.742	1.196	598	1.435	2.152	34.168
2030	753.075	1.423	711	1.708	2.561	40.666
2040	858.985	1.623	812	1.948	2.922	46.385
2050	952.381	1.800	900	2.159	3.239	51.429
2060	1.035.030	1.956	978	2.347	3.520	55.892

#### **4.3 ESCOLHA DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL**

Para que possam ser identificados e analisados os impactos ambientais, deve haver uma prévia identificação das atividades pertinentes no trecho de implantação do emissário terrestre/submarino; e análises das interações destas atividades, ou seus aspectos, sobre o meio ambiente da região de interesse, considerando a relação de causa e efeito, ou seus impactos.

A identificação e análise dos impactos levaram em consideração os diferentes aspectos ambientais pertinentes às fases do empreendimento: Planejamento, Implantação (canteiro de obras, áreas de apoio e emissário submarino) Desmobilização (canteiro de obras e áreas de apoio) e Operação (emissário submarino).

Neste estudo de caso foi utilizado o Método de Matriz de Interação, baseada na Matriz de Leopold, nos principais impactos encontrados no meio físico, biótico e sócio – econômico. A Matriz de Impactos ou Matriz de Correlação Causa x Efeito, foi inicialmente proposta por LEOPOLD (1971), e vem sendo alterada e aperfeiçoada, com o intuito de melhor adequá-la aos objetivos do Estudo de Impacto Ambiental.

#### 4.4 MATERIAIS UTILIZADOS NOS EMISSÁRIOS TERRESTRE E SUBMARINO

No estudo de caso do SDO do Campeche, se fez necessária a utilização de três tipos de tubulação, quais sejam Ferro Fundido, Concreto e PEAD, pois para cada etapa se fez necessário utilizar uma característica de cada material destes. Como este SDO pretende atender praticamente todo o sul da ilha mais o Distrito de Santo Antônio de Lisboa na ETE e ainda receberá os esgotos tratados oriundos da ETE da Lagoa da Conceição no *stand pipe* para ser encaminhado ao mar, com isso a vazão será relativamente alta (Tabela 4.1). Assim as bombas na estação elevatória serão de grande porte para suportar tal golpe de aríete, por exemplo, o melhor material para ser empregado na saída da EE até o *stand pipe*, é o Ferro Fundido.

E, como a partir do *stand pipe* o emissário terrestre seguirá por gravidade, pode-se utilizar a tubulação em PEAD.

Para realizar a transição no mar, ou seja, ultrapassar a zona de arrebenção, principalmente com o método escolhido para esta etapa, *pipe jacking*, o melhor material para a tubulação neste caso, é o concreto e, a partir da arrebenção será utilizado novamente a tubulação em PEAD, por toda a facilidade e segurança que este material possui para esta etapa.



Figura 4.6: Tubos de PEAD  
Fonte: Fortis (2009)



Figura 4.7: Tubos em Ferro Fundido  
Fonte: Empresa Ductil Pipe.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### ***5.1 VERIFICAÇÃO DA ESCOLHA DO NÍVEL DE TRATAMENTO NA ETE RELACIONADO AOS MATERIAIS UTILIZADOS E AO MÉTODO DE IMPLANTAÇÃO DO SDO.***

Em estudos ou projetos, antes de se iniciar a concepção e o dimensionamento do tratamento, deve-se definir com clareza qual o objetivo do tratamento dos esgotos, e a qual nível deve ser o mesmo processado (Von Sperling, 1995). Para tanto, devem ser bem caracterizados os seguintes aspectos:

- Objetivos do tratamento;
- Nível do tratamento;
- Estudos de impacto ambiental no corpo receptor.

A remoção dos poluentes no tratamento, de forma a adequar o lançamento à qualidade desejada ou ao padrão de qualidade vigente está associada aos conceitos de nível do tratamento e eficiência do tratamento.

O tratamento dos esgotos é usualmente classificado através dos seguintes níveis (Von Sperling, 1995):

- Preliminar;
- Primário;
- Secundário;
- Terciário (apenas eventualmente).

O tratamento preliminar objetiva apenas a remoção dos sólidos grosseiros, enquanto o tratamento primário visa a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Em ambos predominam os mecanismos físicos de remoção de poluentes. Já no tratamento secundário, no qual predominam os mecanismos biológicos, o objetivo é principalmente a remoção de matéria orgânica e

eventualmente nutrientes (nitrogênio e fósforo). O tratamento terciário objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário, como pode ser verificado na Tabela 5.1.

TABELA 5.1: NÍVEIS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

Nível	Remoção
<i>Preliminar</i>	- Sólidos em suspensão grosseiros (materiais de maiores dimensões e areia)
<i>Primário</i>	- Sólidos e suspensão sedimentáveis; - DBO em suspensão (matéria orgânica componente dos sólidos em suspensão sedimentáveis)
<i>Secundário</i>	- DBO em suspensão (matéria orgânica em suspensão fina, não removida no tratamento primário); - DBO solúvel (matéria orgânica na forma de sólidos dissolvidos)
<i>Terciário</i>	- Nutrientes; - Patogênicos; - Compostos não biodegradáveis; - Metais pesados; - Sólidos inorgânicos dissolvidos; - Sólidos em suspensão remanescentes.

Fonte: Von Sperling, 1995

Neste estudo de caso, o Projeto Básico do Emissário do Campeche, é previsto o tratamento secundário seguido de desinfecção com raios ultra – violeta (Figura 4.5), para dessa forma, garantir alta qualidade do efluente tratado a ser disposto no oceano e atender às exigências de nível de tratamento solicitadas pela Fundação de Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (FATMA).

Vale ressaltar que, com a tomada dessa decisão, por conseguinte tem-se uma extensão menor do emissário submarino. Pois, um dos fatores mais importantes para a definição do comprimento do emissário submarino é justamente o nível de tratamento dado ao esgoto na ETE, ou seja, quanto mais alto o nível de tratamento menor será a extensão do emissário submarino (Figura 3.2).

Através da modelagem realizada, chegou-se ao comprimento de 3,8 km para o emissário submarino, posição alcançada a partir de simulações e testes

realizados no processo de modelagem da pluma de concentração, objetivando o enquadramento na legislação pertinente.

Esta decisão reflete também, não somente na extensão do emissário submarino, mas também na preocupação com a segurança do meio ambiente e da população em geral. Pois, no caso de algum problema e/ou acidente no lançamento final do efluente tratado, ter-se-á a tranquilidade que o efluente foi tratado ao nível secundário.

Na Tabela 3.3 foi apresentado uma breve caracterização dos materiais que foram utilizados no projeto de SDO do Campeche para emissários terrestres e submarinos: Ferro fundido, Aço, Concreto e PEAD, destacando-se suas vantagens e desvantagens.

Vale ressaltar que, em muitas vezes se faz necessário ter um tipo de material para cada trecho, quer seja o terrestre e até mesmo, parte do submarino, pois a forma de implantação também poderá determinar na escolha do tipo de material mais adequado. As considerações a seguir, não têm como intenção excluir ou priorizar um tipo de material especificamente, mas sim, demonstrar os materiais que foram projetados para o SDO do Campeche.

Este estudo de caso do Projeto Básico do Emissário do Campeche, foi realizado para atender: *Distrito Sede – Ilha*: João Paulo, José Mendes, Saco Grande, Monte Verde, Costeira do Pirajubaé, Pantanal, Saco dos Limões e a *Bacia F* (Itacorubi, Córrego Grande, Santa Mônica, Morro do Quilombo e Parque São Jorge), *Distritos*: Santo Antônio de Lisboa; Ribeirão da Ilha; Pântano do Sul; Campeche e Lagoa da Conceição (este último possui ETE e encaminhará os esgotos tratados para o emissário terrestre), diante disso temos uma vazão relativamente alta (Tabela 4.1), o que implicou na utilização de bombas de grande porte na Estação Elevatória de Esgotos Tratados.

Diante do exposto, optou-se pela utilização do Ferro Fundido para o emissário terrestre, no trecho sob pressão, para maior segurança, principalmente contra o golpe de aríete.



Para a construção do *stand pipe*, optou-se pelo Ferro Fundido, e a partir deste ponto, o emissário terrestre seguirá por gravidade e em PEAD.

A partir da câmara de carga até o fim da zona de arrebentação será utilizado tubulação de concreto, devido a utilização do *pipe jacking*. E, após a zona de arrebentação, o emissário seguirá em PEAD novamente.

O método de execução do emissário submarino escolhido neste estudo de caso foi o método não destrutivo com utilização de *pipe jacking*, diante das possíveis restrições ambientais que o empreendimento possa vir a enfrentar junto aos órgãos ambientais e também devido à própria população local, pois a alternativa proposta busca atender principalmente os seguintes aspectos técnicos:

- Menor impacto ambiental;
- Maior durabilidade e garantia de funcionalidade para o horizonte projetado.

No caso específico do projeto básico do emissário do Campeche, objeto deste estudo de caso, foram consideradas as seguintes premissas básicas para implantação do método escolhido:

- Utilização de concreto para a zona de arrebentação, com 200 tubos de 3 metros de comprimento cada um (600m no total) e PEAD como material básico da tubulação a ser adquirida em seis peças de 500 m e uma de 200 m entregues flutuando em área abrigada dentro da baía;
- Travessia da zona de arrebentação através de método não destrutivo (*pipe jacking*), com o emprego de um *shield*;
- Extensão do emissário submarino: 3.800 m com diâmetro interno de 1,50 m;
- Lançamento através de reboque marítimo até o eixo, afundamento e acoplamento subaquático, através de carretéis especiais;
- Utilização dos dados de varredura, levantamento sísmico – batimétrico da faixa que contém o eixo sugerido para o emissário submarino;

- Utilização dos dados de campanha oceanográfica, como preliminares para obtenção de parâmetros referenciais a serem adotados no dimensionamento estrutural e de estabilidade da tubulação;
- Assegurar a não entrada de ar na tubulação do emissário, mesmo em eventual momento de parada;
- Garantir a estabilidade da linha através do emprego de blocos bi – partidos de concreto, dimensionados para permitir tanto a fluviabilidade no reboque/instalação, como a ancoragem adequada da tubulação após o assentamento definitivo da mesma no leito marinho;
- Extensão da zona de arrebentação: 600 m contando com o trecho terrestre entre a câmara de carga e o início do trecho em PEAD.

#### *5.1.1 LIMITES PARA O DIÂMETRO A EMPREGAR EM EMISSÁRIO TERRESTRE/ SUBMARINO*

O Projeto básico do emissário do Campeche, objeto deste estudo de caso, utilizando-se das vazões médias, os limites permissíveis para o diâmetro do emissário terrestre/submarino e tubulação difusora serão obtidos considerando-se os limites de velocidade na tubulação.

As velocidades mínimas consideradas para o período inicial de funcionamento da obra foram estimadas adotando-se a vazão média inicial. As velocidades finais foram determinadas adotando-se as vazões médias finais do período de projeto considerado.

A velocidade mínima a ser adotada como parâmetro depende do nível de tratamento que irá se empregar na ETE.

A velocidade máxima deverá ser tomada em acordo com o disposto na norma técnica NBR 9649/86 que especifica a velocidade máxima a ser adotada para tubulações de recalque como sendo 3,00 m/s.

Com esses limites mínimo e máximo de velocidades, a serem adotados, foram determinados os diâmetros máximo e mínimo da tubulação, passíveis de serem adotados para o emissário terrestre/submarino e tubulação difusora.

De acordo com o exposto, foram realizados testes para o início, meio e final de plano, ou seja, para 2010, 2035 e 2060, conforme a Tabela 5.2.

A Tabela 5.2 se utiliza dos coeficientes descritos a seguir e também da fórmula de Bresse:

- Contribuição per capita: Definida através de análise de dados da Casan: 204,07;
- Coeficiente de retorno (C): Foi adotado o valor recomendado pela NBR 9649 da ABNT 0,80;
- $K_1$ , coeficiente de máxima vazão diária – Adotado o valor recomendado pela NBR 9649 da ABNT 1,2 ;
- $K_2$ , coeficiente de máxima vazão horária – Adotado o valor recomendado pela NBR 9649 da ABNT 1,5;
- $K_3$ , coeficiente de máxima vazão diária – Adotado o valor recomendado pela NBR 9649 da ABNT 0,5.

A fórmula de *Bresse* foi uma das primeiras fórmulas da hidráulica para o dimensionamento econômico de tubulações, e que, ainda hoje é usada. Ela é expressa da seguinte forma:

$$D = k \cdot \sqrt[3]{Q}$$

onde:

Q – é a vazão de adução, em m<sup>3</sup>/s;

D – é o diâmetro da tubulação, em m;

K – é o coeficiente de *Bresse*.

Empregando a fórmula de *Bresse* encontra-se um diâmetro diferente do comercialmente utilizado, portanto é necessário que o projetista adote um valor comercial mais próximo.

O critério de dimensionamento desenvolvido por *Bresse* é muito simples, porém conservador, servindo apenas como uma primeira aproximação (pré-

dimensionamento) para obtenção do diâmetro ótimo, sendo conveniente uma pesquisa econômica em que sejam investigados os diâmetros mais próximos, inferiores e superiores.

O coeficiente k, depende do peso específico da água, do regime de trabalho e do rendimento do conjunto elevatório, da natureza do material da tubulação, e dos preços vigentes da unidade de potência do conjunto elevatório e da unidade de comprimento do tubo do material utilizado de diâmetro unitário.

Segundo Ávila (1975), o coeficiente k varia de 0,70 a 1,60. Na verdade, a adoção da fórmula de *Bresse* equivale à fixação de uma velocidade média de circulação da água a que se denomina velocidade econômica.

TABELA 5.2 - ADOÇÃO DE DIÂMETROS EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE

ANO	POP. (HAB)	Q MÉDIA (L/S) *1	Q MÁX. HOR (L/S) *2	D (MM) CALCULADO *3	D (MM) ADOTADO	V (M/S) *4	D (M) BRESSE *5
2010	496.168	937,528	-	1.092	1200	0,83	1,162
					<b>1400</b>	<b>0,61</b>	
					1600	0,47	
2035	807.712	-	2747,163	1.870	1200	2,43	1,989
					<b>1400</b>	<b>1,78</b>	
					1600	1,37	
2060	1.035.030	-	3520,310	2.117	1200	3,11	2,251
					<b>1400</b>	<b>2,29</b>	
					1600	1,75	

\* 1 –  $Q_{\text{média}} \text{ (l/s)} = (\text{Pop} \cdot q \cdot C) / 86.400$

\* 2 –  $Q_{\text{máx.Hor.}} \text{ (l/s)} = (\text{Pop} \cdot q \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot C) / 86.400$

\* 3 -  $D_{\text{calculado}} \text{ (mm)} = \sqrt{(4 \cdot Q) / (V \cdot \pi)}$

\* 4 -  $V \text{ (m/s)} = (4 \cdot \pi) / ((D_{\text{adotado}} / 1000) \cdot (D_{\text{adotado}} / 1000) \cdot \pi)$

\* 5 –  $D \text{ (mm)} = k \cdot \sqrt{Q \text{ (m}^3\text{/s)}}$ , onde  $K_{\text{adotado}} = 1,2$

Sendo assim, em termos de velocidade, a opção da adoção de uma (01) linha de tubulação no diâmetro de 1.400 mm para o emissário terrestre sendo da Estação de Recalque – ER até o *Stand Pipe* em Ferro Fundido/Fofo e do *stand pipe* até a câmara de carga em PEAD.

## **5.2 IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO COM SDO**

O impacto ambiental caracteriza-se como qualquer alteração das características do sistema ambiental, seja esta física, química, biológica, social ou econômica, causada pelas ações do empreendimento, as quais possam afetar direta ou indiretamente o comportamento dos parâmetros que compõem o meio físico, biótico e/ou socioeconômico do sistema ambiental na sua área de influência.

Os estudos de impactos ambientais, potencialmente passíveis de serem gerados pelas obras de construção e pela operação dos emissários, foram desenvolvidos segundo aos itens relativos às fases de implantação e operação.

Optou-se pela utilização de uma metodologia já consagrada, baseada na *Matriz de Leopold*, correntemente utilizada na avaliação de Estudos de Impacto Ambiental (EIA). Esta metodologia proposta por LEOPOLD *et al.* (1971) relaciona as fases do empreendimento e suas atividades com as ocorrências previstas.

Segundo TOMMASI (1993), o método da matriz de Leopold permite uma rápida identificação, ainda que preliminar, dos problemas ambientais envolvidos num dado projeto. É bastante abrangente, pois envolve aspectos físicos, biológicos e sócio - econômicos.

### **5.2.1 IDENTIFICAÇÃO/DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS**

#### **5.2.1.1 Fase de Implantação**

##### **a) Instalação do canteiro de obras/ Mobilização de Equipamentos e Materiais:**

O Projeto Básico do Emissário do Campeche, ainda não tem definido o local onde será instalado o canteiro de obras, dessa forma não foi possível evidenciar

neste estudo de caso, o local exato para o canteiro de obras. Mas, pode-se adiantar que nesta fase, a principal área afetada seria a do entorno do canteiro.

A instalação do canteiro de obras resultará em alteração dos aspectos paisagísticos da área, gerando impactos visuais, principalmente por se considerar que as estruturas do canteiro são temporárias e que no local de trabalho, pela própria evolução da obra, ocorrerá uma instabilidade ambiental devido ao constante manejo de estruturas, materiais e equipamentos. No local serão instalados equipamentos provisórios de água, esgoto, energia e comunicações, os quais ficarão expostos, por se tratarem de estruturas temporárias, o que poderá intensificar os impactos sobre a paisagem. É previsível a relocação do canteiro durante a implantação das obras, ou a instalação de mais de um canteiro de obras.

Para instalação de algumas estruturas do canteiro de obras, como escritórios de apoio, depósitos, refeitórios etc., será necessária a remoção de cobertura vegetal, prevendo-se prejuízos na composição dos ecossistemas, principalmente se considerando que, no local, a retirada de vegetação poderá causar desequilíbrio nos ecossistemas com migração da fauna para outros habitats, onde os animais poderão competir por abrigo e alimento. São impactos de pequena magnitude e temporários, se considerando que as áreas afetadas serão de pequena dimensão, a definição desses parâmetros será descrita no item 5.2.2.

A retirada da vegetação mesmo que de forma localizada poderá resultar em alteração na dinâmica ambiental. Pois, a superfície ficará exposta à atuação dos ventos, o que poderá provocar acirramento dos processos erosivos, e conseqüentemente, migração de areias no sentido da direção dos ventos dominantes, cujos efeitos podem ultrapassar as fronteiras da área do projeto.

Em razão do constante manuseio dos equipamentos e do manejo de materiais particulados, é previsível o lançamento de poeiras e a emissão de ruídos e gases, alterando a sonoridade e o padrão de qualidade do ar no canteiro de obras e no seu entorno.

No canteiro de obras haverá produção de rejeitos, bota-fora e entulhos, o que concorrerá para o aumento da produção de resíduos sólidos na área, gerando

adversidades, tanto na área de influência direta como indireta (Figura 4.4), uma vez que haverá o descarte dos materiais gerados na obra.

A geração de resíduos sólidos e esgotos domésticos no canteiro de obras, criam condições favoráveis para atrair uma fauna sinantrópica, que em acordo com o Art. 2º da Instrução Normativa nº 141 de 19/12/06 do IBAMA são populações animais de espécies silvestres nativas ou exóticas, que utilizam recursos de áreas antrópicas, de forma transitória em seu deslocamento, como via de passagem ou local de descanso; ou permanente, utilizando-as como área de vida, a qual poderá ser veiculadora de doenças.

A produção de resíduos sólidos orgânicos, inclusive restos de alimentos produzidos pelos operários, poderá causar impactos sobre a fauna silvestre, pois animais poderão eventualmente ingerir alguns produtos, intoleráveis, causando intoxicação ou morte.

A produção de resíduos sólidos e efluentes, bem como a disposição de materiais de construção poderá decorrer em carreamento de elementos por ação das águas pluviais ou dos ventos, gerando potenciais condições para alteração da qualidade do solo.

As reservas hídricas subterrâneas poderão ficar comprometidas em sua qualidade caso o sistema de esgotamento sanitário do canteiro não seja dimensionado de forma adequada. Adversidades à qualidade das águas também podem ser geradas pelo lançamento de águas contaminadas por óleos, graxas, combustíveis, estopas usadas, depósitos, embalagens de produtos utilizados e etc., as quais podem infiltrar e contaminar o lençol freático. Estes impactos podem ser mitigados ou mesmo eliminados com a adoção de um programa de controle de resíduos e produtos poluentes e/ou contaminantes, desta forma, a contaminação das águas somente poderá ocorrer em caso de acidentes.

O canteiro de obras poderá implicar no crescimento da economia informal na sua área de influência, através da venda de produtos e serviços para os trabalhadores empregados, desta forma ter-se-á um incremento nas oportunidades de ocupação e renda para a população da área de influência indireta.

Para instalação do canteiro de obras poderão ser adquiridos materiais, sublocados equipamentos e mobilizados veículos para a área, bem como serão requisitados trabalhadores e consumidos produtos diversos, de forma que a ação resultará em maior circulação de moeda no mercado da área de influência, gerando desenvolvimento econômico da região.

A mobilização dos equipamentos ocorrerá de forma mais intensa no início das obras, contudo, há que se considerar que o transporte de materiais e produtos, poderá ocorrer ao longo da fase de instalação em maior ou menor intensidade.

Durante o transporte dos equipamentos, máquinas diversas, tratores, veículos e dos materiais e produtos para as obras, ocorrerá o lançamento de gases e a emissão de ruídos nas ruas de acesso à área do empreendimento, sendo mais significativo nas ruas de pouco tráfego ou na travessia de locais habitados, causando incômodos à população destas áreas em decorrência da alteração da sonoridade ambiental.

Durante esta ação é previsível o lançamento de poeiras nas ruas de acesso não pavimentadas, principalmente onde tem areia, devido à proximidade da praia, o que poderá comprometer a qualidade do ar, bem como causar incômodos à população.

Riscos de acidentes de percursos envolvendo veículos e pessoas são potenciais. O aumento no fluxo de veículos, o que gerará incômodos à população residente.

O tráfego de veículos pesados nas ruas de acesso poderá gerar transtorno, uma vez que os equipamentos pesados trafegarão em velocidade lenta, resultando em demora no percurso e riscos de acidentes.

A implantação deste empreendimento resultará em geração de emprego e/ou renda para uma categoria específica de trabalhadores envolvidos com o transporte de equipamentos e materiais de construção.

#### b) Emissário Terrestre



Os serviços de movimento de terra para a implantação do emissário terrestre resultarão em alteração dos aspectos paisagísticos da área de influência direta do empreendimento (Figura 4.3), resultando em impactos visuais, uma vez que a ação interfere diretamente na modificação do relevo. Este impacto foi considerado como de pequena magnitude posto que as intervenções se darão de forma linear, visando evitar alterações que possam gerar alterações significativas na paisagem, a definição desses parâmetros será descrita no item 5.2.2.

Com o movimento de terra, as características geotécnicas do solo serão modificadas, prevendo-se cortes e aterros com sobreposição de camadas e compactação da superfície nas áreas trabalhadas. Algumas características geotécnicas existentes atualmente deverão ser modificadas com as ações da terraplenagem, prevendo-se nos locais trabalhados alterações nos índices de permeabilidade, grau de compactação e grau de absorção do solo.

O manejo de materiais e o manuseio de equipamentos resultarão em poeiras, ruídos e gases. Efeitos esses que somente serão percebidos durante a execução da ação.

A emissão de ruídos poderá causar perturbação a fauna silvestre, que tenderá a migrar para áreas contíguas mais tranquilas.

A utilização de equipamentos pesados durante a ação, poderá expôr os funcionários a acidentes de trabalho.

Para execução da ação serão sublocados equipamentos e consumidos materiais combustíveis, peças de reposição, bem como serão adquiridos materiais terrosos.

#### c) Emissário Submarino

Esta ação demandará por mão – de - obra especializada, destacando-se que para a fase de implantação poderá ser requisitada parte da mão de obra na região do empreendimento. Como efeito multiplicador, espera-se o crescimento do comércio e o aumento de arrecadação tributária. Tudo isso reflete positivamente nos parâmetros econômicos e sociais das áreas de influência do projeto.

As instalações dos equipamentos, provocará algumas modificações dos ecossistemas e da paisagem. No local serão instalados também equipamentos provisórios de água, esgoto, energia e comunicações. A área apresentará aspecto de instabilidade ambiental, em decorrência da brevidade das instalações, o que refletirá em desconforto ambiental, devido à geração de ruídos, tráfego de veículos e maquinário pesado, interdição temporária de certa faixa de praia etc.

A circulação de veículos e o manuseio de máquinas e equipamentos na área, além da disposição de materiais diversos, invariavelmente resultam em lançamento de poeiras e gases na atmosfera alterando assim o padrão de qualidade do ar local.

Haverá uma intensa emissão de ruídos (barulhos das máquinas, dos veículos, de pessoal) que comprometerão a sonoridade, do ambiente natural.

A concentração de pessoas no canteiro de obras resultará na produção de resíduos líquidos e sólidos, água servida, lixo e esgoto, o que poderá comprometer a qualidade ambiental e sanitária da área do canteiro e do seu entorno.

Os trabalhadores envolvidos com a obra ficarão sujeitos a riscos de acidente de trabalho, ou prejuízo a saúde operacional.

As obras para implantação do emissário submarino, causarão alteração do tráfego na faixa de praia, uma vez que haverá necessidade do transporte de diversos materiais de construção civil. Esta ação implicará ainda em alteração da atratividade turística local, durante o período da obra.

Para execução da ação são consumidos materiais, combustíveis, sublocados equipamentos e serviços, o que movimenta seguimentos específicos do comércio, refletindo em aquecimento da economia.

A ação implicará em introdução de uma estrutura o que irá modificar a dinâmica sedimentar refletindo diretamente na interação dos processos de erosão/sedimentação da faixa de praia, quer seja do local modificado quer seja no seu entorno.

A instalação da estrutura na parte marítima decorrerá em quebra de continuidade das correntes e conseqüentemente de outros parâmetros oceanográficos.

Durante os momentos de atracação e saída das embarcações envolvidas com a operação haverá o afugentamento dos representantes da comunidade nectônica em função da movimentação das águas provocadas pelas hélices.

Os riscos envolvendo banhistas é pouco provável, uma vez que a área será bem sinalizada, além do que as embarcações não chegam a grande proximidade com a praia.

Durante a implantação da tubulação, a ictiofauna poderá ser afugentada em decorrência das vibrações e ruídos gerados, sendo também potencial os impactos sobre a fauna bentônica.

Durante as obras, poderão ocorrer acidentes operacionais envolvendo os operários tendo em vista que os mesmos estarão trabalhando em uma área bastante singular. Da mesma forma existe a possibilidade da geração de acidentes ambientais por falhas no desenvolvimento das atividades, contudo estes impactos são de pequena magnitude e de importância moderada, sendo a definição desses parâmetros descrita no item 5.2.2.

A implantação do empreendimento poderá gerar um desconforto ambiental em razão da inserção de uma estrutura artificial no meio natural, causando um impacto visual negativo. Soma-se ao desconforto ambiental, o fluxo de veículos os quais estarão lançando poeiras, gases e particulados, além de emitir ruídos quebrando assim a qualidade ambiental do ambiente de praia. Ter-se-á uma modificação da qualidade da água superficial marinha em razão do aumento de material em suspensão escoando no fluido aquoso ocasionado pelo lançamento dos tubos, além do revolvimento do material de fundo.

Para execução da obra serão sublocados equipamentos pesados e adquiridos materiais de emprego imediato na construção civil, requerendo serviços de caminhões transportadores. Todo esse movimento resultará em maior dinamismo na economia, favorecendo o crescimento do comércio, da exploração mineral de

rochas, do seguimento de serviços e outros, o que resultará em circulação de dinheiro e conseqüente em maior arrecadação tributária.

Poderá haver nesta fase um comprometimento dos organismos bentônicos nas áreas onde, principalmente dos organismos fixos, através das ações impactantes previstas.

Poderá ocorrer também o deslocamento dos organismos zoobentônicos (crustáceos e moluscos) e nectônicos (peixes) durante a implantação, afetando temporariamente a produtividade turística e pesqueira no local.

#### 5.2.1.2 Operação / Manutenção

Os equipamentos do projeto básico do emissário do campeche tem previsto um programa para manutenção regular o qual deverá otimizar a operação dos sistemas e evitar situações que possam causar acidentes ambientais.

A operação destes sistemas tem por finalidade a manutenção da qualidade ambiental e sanitária da praia do campeche, por meio da eliminação adequada dos efluentes domésticos gerados nas áreas abrangidas pelo referido sistema.

A eliminação adequada dos efluentes domésticos gerados nas áreas contempladas (Figura 4.4) pretende garantir a preservação dos recursos hídricos subterrâneos, rios e a própria praia do Campeche, como também outras comunidades no entorno, as quais já apresentam sinais de comprometimento em razão do lançamento dos efluentes no ambiente devido à inexistência de sistema de coleta de pública.

A operação dos equipamentos de infra - estrutura poderá proporcionar otimização para o sistema de esgotamento sanitários da ilha de Florianópolis, uma vez que será oferecida uma infra - estrutura que atenderá a demanda crescente das áreas afetadas, aliviando a pressão sobre os sistemas de outras áreas.

A operação destes equipamentos requer serviços especializados para operação e manutenção regular dos sistemas, inclusive com equipes de plantão para ação imediata em caso de acidentes ou falhas no sistema. Dessa forma serão

empregos profissionais especializados para os vários seguimentos de infra - estrutura.

Para operação e manutenção dos sistemas serão consumidos materiais e produtos específicos, prevendo-se consumo de água, de energia, de forma que serão estabelecidas relações comerciais com recolhimento de taxas e impostos.

Os riscos ambientais são fatores potenciais à operacionalização de estruturas desta natureza. Estes riscos poderão ser minimizados através de um conjunto de programas ambientais, os quais deverão contemplar desde a manutenção até o monitoramento adequado e permanente.

O controle dos riscos operacionais do emissário submarino do campeche têm importância significativa na manutenção da qualidade ambiental da área afetada pelo empreendimento, principalmente a faixa costeira considerando-se que Florianópolis apresenta uma forte atratividade turística devido às suas praias.

O controle dos riscos levará em conta ainda a possibilidade de acidentes com embarcações. Considerando que o emissário será implantado sobre o leito marinho, é necessário prever a possibilidade da ocorrência de acidentes com a ancora de embarcações que podem aportar eventualmente sobre a tubulação. Assim, a adoção das medidas de segurança náutica e o monitoramento, minimizando estes riscos, representam um impacto positivo.

A propagação da pluma de dispersão também poderá ocasionar a diminuição da incidência de luz sobre as áreas próximas do ponto de difusão. Este impacto também afetará a biota marinha.

O funcionamento da EE e da ETE, implicarão na geração de ruídos. Este impacto será de pequena magnitude.

O fluxo de efluentes nas estações implicará na liberação controlada de odores (gases).

A operacionalização das estações demandará a aquisição de equipamentos, dos quais é previsível a geração de resíduos sólidos que serão acumulados até a eliminação adequada.

### 5.2.2 MATRIZ DE INTERAÇÃO

O Quadro 5.1 e Quadro 5.5, apresentam a Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais gerados e/ou previsíveis pelas ações de implantação e operação do emissário de esgoto do Campeche, respectivamente.

Para melhor entendimento da quantificação do impacto, se faz necessário, avaliar os fatores ambientais em que uma ação impactante se manifesta, para tanto utilizaremos os seguintes parâmetros: Caráter, Magnitude, Importância, Duração, Reversibilidade, Ordem, Temporalidade e Escala.

Posterior a avaliação dos atributos acima mencionados, a matriz proposta permitirá a verificação da ação que mais se manifesta nos diferentes meios, fato que possibilita que esta ação impactante seja conduzida de maneira a minimizar ao máximo os impactos ambientais ou mesmo substituída por outra menos impactante.

a) Caráter – Evidencia a alteração gerada por uma ação.

**Positivo:** Quando o efeito for benéfico 

**Negativo:** Quando o efeito for oposto 

b) Magnitude – Evidencia a extensão do impacto.

**Pequena** – Quando a variação no valor dos indicadores for inexpressiva **P**

**Média** – Quando a variação no valor dos indicadores for expressiva, porém sem alcance para descaracterizar o fator ambiental considerado. **M**

**Grande** – Quando a variação no valor dos indicadores for de tal ordem que possa levar a descaracterização do fator ambiental considerado **G**

c) Importância - Estabelece a significância ou quanto cada impacto é importante na sua relação de interferência com o meio ambiente, e quando comparado a outros impactos.

**Não significativa** - A intensidade da interferência do impacto sobre o meio ambiente e em relação aos demais impactos não implica em alteração da qualidade de vida. **N**

**Moderada** - A intensidade do impacto sobre o meio ambiente e em relação aos outros impactos, assume dimensões recuperáveis, quando contrário, para a queda da qualidade de vida, ou assume melhoria da qualidade de vida, quando benéfico. **M**

**Significativa** - A intensidade da interferência do impacto sobre o meio ambiente e junto aos demais impactos, acarreta, como resposta, perda da qualidade de vida, quando contrário, ou ganho, quando benéfico. **S**

d) Duração - É o registro de tempo de permanência do impacto depois de concluída a ação que o gerou.

**Curta** - Há a possibilidade da reversão das condições ambientais anteriores à ação, num breve período de tempo, ou seja, que imediatamente após a conclusão da ação, haja a neutralização do impacto por ela gerado. **C**

**Média** - É necessário decorrer certo período de tempo para que o impacto gerado pela ação seja neutralizado. **M**

**Longa** - Registra-se um longo período de tempo para a permanência do impacto, após a conclusão da ação que o gerou ou também assumem um caráter definitivo. **L**

e) Reversibilidade - Determina a reversibilidade do impacto ambiental em consequência dessa ação.

**Reversível** - Quando cessada a ação que gerou a alteração, o meio afetado pode retornar ao seu estado primitivo. **R**

**Irreversível** - Quando cessada a ação que gerou a alteração, o meio afetado não retornará ao seu estado primitivo. **I**

f) Ordem - Estabelece o grau de relação entre a ação impactante e o impacto gerado ao meio ambiente

**Direta** - Resulta da relação de causa e efeito, também denominado impacto primário ou de primeira ordem. **D**

**Indireta** - Quando gera uma reação secundária em relação à ação ou, quando é parte de uma cadeia de reações também denominada de impacto secundário. **I**

g) Temporalidade - Expressa a interinidade da alteração ou modificação gerada por uma ação do projeto sobre um dado componente ou fator ambiental por ela afetado.

**Temporário** - Quando o efeito gerado apresentar um determinado período de duração. **T**

**Permanente** - Quando o efeito gerado for definitivo, ou seja, perdure mesmo quando cessada a ação que o gerou. **P**

h) Escala - Relativo à grandeza do impacto ambiental em relação à área geográfica de abrangência

**Local** - Quando a abrangência do impacto ambiental restringir-se somente a área de influência direta onde foi gerada a ação. **L**

**Regional** - Quando a ocorrência do impacto ambiental for mais abrangente, estendendo-se para além dos limites geográficos da área de influência direta do projeto. **R**



MEIO	AÇÕES	IMPACTO AMBIENTAL								
		C	M	I	D	R	O	T	E	
<b>I – Fase de Implantação</b>										
<b>a) Instalação do Canteiro de Obras</b>										
<b>FÍSICO</b>	Alterações Paisagísticas		P	M	L	R	D	P	L	
	Formação de processos erosivos		P	M	L	R	D	T	L	
	Lançamento de poeiras		P	M	L	R	D	T	L	
	Emissão de ruídos e gases		P	M	L	R	D	T	L	
	Produção de resíduos sólidos		M	M	M	R	D	T	L	
	Geração de Efluentes domésticos		M	M	M	R	D	T	L	
	Risco de contaminação do solo		P	N	C	R	D	T	L	
	Risco de contaminação hídrica		P	N	C	R	D	T	L	
	Risco de acidentes no trabalho		P	N	C	R	D	T	L	
<b>BIÓTICO</b>	Perda de Cobertura Vegetal		G	M	L	I	D	P	L	
	Fuga da fauna		P	M	C	I	I	T	R	
	Alteração da dinâmica do ecossistema		P	N	C	R	I	T	L	
	Desconforto Ambiental		M	M	M	R	D	T	L	
<b>ANTRÓPICO</b>	Alterações Paisagísticas		P	M	L	R	D	P	L	
	Degradação da Paisagem		P	M	L	R	D	P	L	
	Geração de Efluentes domésticos		M	M	M	R	D	T	L	
	Produção de resíduos sólidos		M	M	M	R	D	T	L	
	Ocupação e Renda		P	N	C	R	I	T	R	
	Crescimento do comércio		P	N	C	R	I	T	R	
	Maior arrecadação de impostos		P	N	C	R	I	T	R	

QUADRO 5.1 - MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS – CANTEIRO DE

## OBRAS - FASE DE IMPLANTAÇÃO

Legenda (Atributos) : C: Caráter; M: Magnitude; I: Importância; D: Duração; R: Reversibilidade; O: Ordem; T: Temporalidade; E: Escala.

Legenda (Símbolos/Atributos): C (Positivo ■ ; Negativo ■); M (Pequena,P; Média M; Grande G); I (Não Significativa,N; Moderada, M; Significativa,S); D (Curta,C; Média,M; Longa,L); R (Reversível,R; Irreversível,I); O (Direta,D; Indireta,I); T (Temporário,T; Permanente,P); E (Local,L; Regional,R).

MEIO	AÇÕES	IMPACTO AMBIENTAL								
		C	M	I	D	R	O	T	E	
<b>I – Fase de Implantação</b>										
<b>b) Mobilização de Equipamentos e Materiais</b>										
<b>FÍSICO</b>	Emissão de ruídos e gases		M	M	C	R	D	T	R	
	Lançamento de poeiras		M	M	C	R	D	T	R	
<b>BIÓTICO</b>	Perturbação à fauna		P	N	C	R	I	T	R	
<b>ANTRÓPICO</b>	Riscos de acidentes de percurso		P	M	C	R	I	T	R	
	Transtornos no fluxo de veículos		P	M	C	R	D	T	R	
	Geração de ocupação e renda		P	N	C	R	D	T	R	
	Crescimento do Comércio		P	N	C	R	I	T	R	
	Maior circulação da moeda		P	N	C	R	I	T	R	
	Maior arrecadação tributária		P	N	C	R	I	T	R	

QUADRO 5.2 - MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS – MOBILIZAÇÃO

DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS - FASE DE IMPLANTAÇÃO

Legenda (Atributos) : C: Caráter; M: Magnitude; I: Importância; D: Duração; R: Reversibilidade; O: Ordem; T: Temporalidade; E: Escala.

Legenda (Símbolos/Atributos): C (Positivo  ; Negativo ); M (Pequena,P; Média M; Grande G); I (Não Significativa,N; Moderada, M; Significativa,S); D (Curta,C; Média,M; Longa,L); R (Reversível,R; Irreversível,I); O (Direta,D; Indireta,I); T (Temporário,T; Permanente,P); E (Local,L; Regional,R).

MEIO	AÇÕES	IMPACTO AMBIENTAL							
		C	M	I	D	R	O	T	E
<b>I – Fase de Implantação</b>									
<b>c) Emissário Terrestre</b>									
<b>FÍSICO</b>	Alterações Paisagísticas		P	M	L	R	D	P	L
	Alteração geotécnica		M	M	M	R	D	T	L
	Formação de processos erosivos		P	M	M	R	D	T	L
	Lançamento de poeiras		P	M	L	R	D	T	L
	Emissão de ruídos e gases		P	M	L	R	D	T	L
	Produção de resíduos sólidos		M	M	M	R	D	T	L
<b>BIÓTICO</b>	Alterações Paisagísticas		P	M	L	R	D	P	L
	Perda de Cobertura Vegetal		G	M	L	I	D	P	L
	Fuga da fauna		P	M	C	I	I	T	R
	Alteração da dinâmica do ecossistema		P	N	C	R	I	T	L
	Desconforto Ambiental		M	M	M	R	D	T	L
<b>ANTRÓPICO</b>	Alterações Paisagísticas		P	M	L	R	D	P	L
	Transtorno no fluxo de veículos		P	M	C	R	D	T	R
	Aquisição de serviços temporários		P	N	C	R	I	T	R
	Degradação da paisagem		P	M	M	R	I	T	L
	Produção de resíduos sólidos		M	M	M	R	D	T	L
	Riscos de acidentes no trabalho		P	N	C	R	D	T	L
	Geração de ocupação e renda		P	N	C	R	I	T	R
	Crescimento do Comércio		P	N	C	R	I	T	R
	Maior arrecadação tributária		P	N	C	R	I	T	R

QUADRO 5.3 - MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS – EMISSÁRIO

## TERRESTRE- FASE DE IMPLANTAÇÃO

Legenda (Atributos) : C: Caráter; M: Magnitude; I: Importância; D: Duração; R: Reversibilidade; O: Ordem; T: Temporalidade; E: Escala.

Legenda (Símbolos/Atributos): C (Positivo ■ ; Negativo ■); M (Pequena,P; Média M; Grande G); I (Não Significativa,N; Moderada, M; Significativa,S); D (Curta,C; Média,M; Longa,L); R (Reversível,R; Irreversível,I); O (Direta,D; Indireta,I); T (Temporário,T; Permanente,P); E (Local,L; Regional,R).

MEIO	AÇÕES	IMPACTO AMBIENTAL							
		C	M	I	D	R	O	T	E
<b>I – Fase de Implantação</b>									
<b>d) Emissário Submarino</b>									
<b>FÍSICO</b>	Alteração da faixa entremarés	-	P	M	L	R	D	T	L
	Instabilidade dos sedimentos arenosos	-	M	M	M	R	D	T	L
	Formação de processos erosivos	-	P	M	M	R	D	T	L
	Emissão de ruídos e gases	-	P	M	M	R	D	T	L
	Fuga da fauna	-	P	M	C	R	I	T	R
	Alteração do substrato	-	P	N	C	R	I	T	R
	Alteração morfológica da área submersa	-	P	M	L	R	D	P	L
	Alteração da qualidade da água	-	P	N	L	R	I	P	L
	Risco de contaminação da Água	-	M	M	M	R	I	T	L
<b>BIÓTICO</b>	Alteração da dinâmica do ecossistema	-	P	N	C	R	I	T	L
	Aumento da possibilidade de acidentes entre embarcações e espécies marinhas	-	M	M	C	R	D	T	L
<b>ANTRÓPICO</b>	Alterações Paisagísticas	-	P	M	L	R	D	P	L
	Alteração da faixa entremarés	-	P	M	L	R	D	T	L
	Interferência na atividade turística	-	P	M	C	R	D	T	L
	Aquisição de serviços temporários	+	P	N	C	R	I	T	R
	Alteração da dinâmica do ecossistema	-	P	N	C	R	I	T	L
	Aumento da possibilidade de acidentes entre embarcações e espécies marinhas	-	M	M	C	R	D	T	L
	Riscos de acidentes no trabalho	-	P	N	C	R	D	T	L
	Risco de acidentes com embarcações	-	P	N	C	R	D	T	L
	Ocupação e renda	+	P	N	C	R	I	T	R
	Crescimento do Comércio	+	P	N	C	R	I	T	R
	Maior arrecadação tributária	+	P	N	C	R	I	T	R

QUADRO 5.4 - MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS – EMISSÁRIO

## SUBMARINO - FASE DE IMPLANTAÇÃO

Legenda (Atributos) : C: Caráter; M: Magnitude; I: Importância; D: Duração; R: Reversibilidade; O: Ordem; T: Temporalidade; E: Escala. Legenda (Símbolos/Atributos): C (Positivo ■; Negativo ■); M (Pequena,P; Média M; Grande G); I (Não Significativa,N; Moderada, M; Significativa,S); D (Curta,C; Média,M; Longa,L); R (Reversível,R; Irreversível,I); O (Direta,D; Indireta,I); T (Temporário,T; Permanente,P); E (Local,L; Regional,R).

MEIO	AÇÕES	IMPACTO AMBIENTAL								
		C	M	I	D	R	O	T	E	
<b>I – Fase de Operação</b>										
<b>a) Emissário Submarino</b>										
<b>FÍSICO</b>	Preservação dos recursos hídricos		G	S	L	R	D	T	R	
	Riscos de acidentes ambientais		M	S	L	R	D	T	R	
	Emissão de ruídos		P	M	L	R	I	T	L	
	Geração de Resíduos Sólidos		P	S	L	R	I	T	L	
<b>BIÓTICO</b>	Alteração da biomassa fito planctônica		G	S	L	I	D	P	L	
	Alteração do crescimento das algas		M	M	M	I	I	P	L	
<b>ANTRÓPICO</b>	Tratamento adequado dos efluentes domésticos		G	S	L	R	D	P	R	
	Preservação dos recursos hídricos		G	S	L	R	D	P	R	
	Otimização do sistema público de esgotamento sanitário		G	S	L	R	I	P	R	
	Riscos de acidentes ambientais		M	M	C	R	I	T	R	
	Riscos de impactos no turismo		G	S	L	R	I	T	L	
	Minimização de riscos de acidentes		M	S	L	R	D	T	L	
	Emissão de ruídos		P	M	L	R	I	T	L	
	Geração de Resíduos Sólidos		P	S	L	R	I	T	L	
	Riscos de acidentes com embarcações		P	M	C	R	I	T	L	
	Contratação de serviços especializados		P	N	C	R	D	T	R	

QUADRO 5.5 - MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS – FASE DE OPERAÇÃO

Legenda (Atributos) : C: Caráter; M: Magnitude; I: Importância; D: Duração; R: Reversibilidade; O: Ordem; T: Temporalidade; E: Escala.

Legenda (Símbolos/Atributos): C (Positivo  ; Negativo ); M (Pequena,P; Média M; Grande G); I (Não Significativa,N; Moderada, M; Significativa,S); D (Curta,C; Média,M; Longa,L); R (Reversível,R; Irreversível,I); O (Direta,D; Indireta,I); T (Temporário,T; Permanente,P); E (Local,L; Regional,R).

O *Check list* empregado para as fases de implantação e operação do projeto básico do emissário do campeche contempla 87 (100%) impactos ambientais.

Destes 87 impactos identificados ou previsíveis para a área de influência funcional do empreendimento, 21 (ou 24,14%) são de caráter positivo, enquanto 66 (ou 62,86%) são de caráter negativo. Com relação ao atributo importância, os impactos de um modo geral distribuem-se em 29 (ou 33,33%) de importância não significativa; 48 (55,17%) de importância moderada e 10 (11,50%) de importância significativa. A magnitude dos impactos distribui-se em 60 (ou 69%) de pequena magnitude; 19 (ou 22%) de média e 8 (9%) impactos de grande magnitude. Já com referência ao atributo duração, observa-se que 41 ou (47,13%) são de curta duração; 16 (ou 18,40%) são de média duração e 30 (ou 34,47%) são impactos de longa duração. Com relação ao atributo reversibilidade, 81 (93,10%) são reversíveis e 6 (6,90%) irreversíveis. A ordem dos impactos distribui-se em 51 (58,62%) diretos e 36 (41,38%) indiretos. Já com relação à temporalidade, 28 (32,18%) dos impactos são permanentes, enquanto 59 (67,82%) são temporários. E com relação à escala, 55 (63,22%) serão sentidos localmente e 32 (36,78%) regionalmente.

Do total de 66 impactos negativos, quanto ao atributo magnitude 44 ou 66,67% são de pequena magnitude; 18 ou 27,27% de média magnitude e 4 ou 6,06% de grande magnitude. Com relação ao atributo importância, o total de impactos adversos se distribui em 13 ou 19,70% são de importância não significativa, 48 ou 72,73% de importância moderada e 5 ou 7,57% de importância significativa. Já em relação ao atributo duração, os impactos negativos se distribuem em 25 ou 37,88% de curta duração, 16 ou 24,24% de média duração e 25 ou 37,88% de longa duração. Com relação ao atributo reversibilidade, 60 ou 90,91% são reversíveis e 6 ou 9,09% são irreversíveis. Já com relação à ordem 45 ou 68,18% são impactos negativos de ordem direta e 21 ou 31,82% de ordem indireta. Com relação à temporalidade dos impactos, 13 ou 19,70% são permanentes e 53 ou 80,30% são temporários. Já com relação à escala dos impactos negativos, 54 ou 81,82% são de escala local e 12 ou 18,18% são de escala regional.

Do total de 21 impactos positivos, quanto ao atributo magnitude 16 ou 76,17% são de pequena magnitude; 1 ou 4,76% de média magnitude e 4 ou 19,05% de grande magnitude. Com relação ao atributo importância, o total de impactos positivos se distribui em 16 ou 76,19% são de importância não significativa, 0 ou 0,00% de importância moderada e 5 ou 23,81% de importância significativa. Já em relação ao atributo duração, os impactos positivos se distribuem em 16 ou 76,19% de curta duração, 0 ou 0,00% de média duração e 5 ou 23,81% de longa duração. Com relação ao atributo reversibilidade, 21 ou 100% são reversíveis. Já com relação à ordem 6 ou 28,57% são impactos benéficos de ordem direta e 15 ou 71,43 de ordem indireta. Com relação à temporalidade dos impactos, 3 ou 14,29% são permanentes, 18 ou 85,71% são temporários. Já com relação à escala dos impactos positivos, 1 ou 4,76% são de escala local e 20 ou 95,24% são de escala regional.

A fase de implantação é a que ocasionará um maior número de impactos, 71 ou 81,61% do total dos impactos previstos.

No Quadro 5.6 e Quadro 5.7 é apresentada a totalização dos impactos., evidenciando as fases de implantação e de operação.

<b>FASE DE IMPLANTAÇÃO</b>											
<b>CARÁTER</b>	<b>TOTAL</b>	<b>(%)</b>	<b>MAGNITUDE</b>	<b>TOTAL</b>	<b>(%)</b>	<b>IMPORTÂNCIA</b>	<b>TOTAL</b>	<b>(%)</b>	<b>DURAÇÃO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>(%)</b>
(+)	15	21,13	P	54	76,06	N	28	39,44	C	38	53,52
(-)	56	78,87	M	15	21,13	M	43	60,56	M	15	21,13
	-	-	G	2	2,81	S	-		L	18	25,35
	71	100		71	100		71	100		71	100
<b>REVERSIBILIDADE</b>	<b>TOTAL</b>	<b>(%)</b>	<b>ORDEM</b>	<b>TOTAL</b>	<b>(%)</b>	<b>TEMPORALIDADE</b>	<b>TOTAL</b>	<b>(%)</b>	<b>ESCALA</b>	<b>TOTAL</b>	<b>(%)</b>
R	67	94,37	D	44	61,97	T	48	67,61	L	46	64,79
I	4	5,63	I	27	38,03	P	23	32,39	R	25	35,21
	71	100		71	100		71	100		71	100

QUADRO 5.6 - TOTALIZAÇÃO DOS IMPACTOS DO EMPREENDIMENTO - FASE DE IMPLANTAÇÃO



FASE DE OPERAÇÃO											
CARÁTER	TOTAL	(%)	MAGNITUDE	TOTAL	(%)	IMPORTÂNCIA	TOTAL	(%)	DURAÇÃO	TOTAL	(%)
(+)	6	37,5	P	6	37,5	N	1	6,25	C	3	18,75
(-)	10	62,5	M	4	25	M	5	31,25	M	1	6,25
		-	G	6	37,5	S	10	62,5	L	12	75
	16	100		16	100		16	100		16	100
REVERSIBILIDADE	TOTAL	(%)	ORDEM	TOTAL	(%)	TEMPORALIDADE	TOTAL	(%)	ESCALA	TOTAL	(%)
R	14	87,5	D	7	43,75	T	11	68,75	L	9	56,25
I	2	12,5	I	9	56,25	P	5	31,25	R	7	43,75
	16	100		16	100		16	100		16	100

QUADRO 5.7 - TOTALIZAÇÃO DOS IMPACTOS DO EMPREENDIMENTO - FASE DE OPERAÇÃO

Na Figura 5.1 pode-se visualizar a Totalização dos Impactos segundo o atributo Carácter.

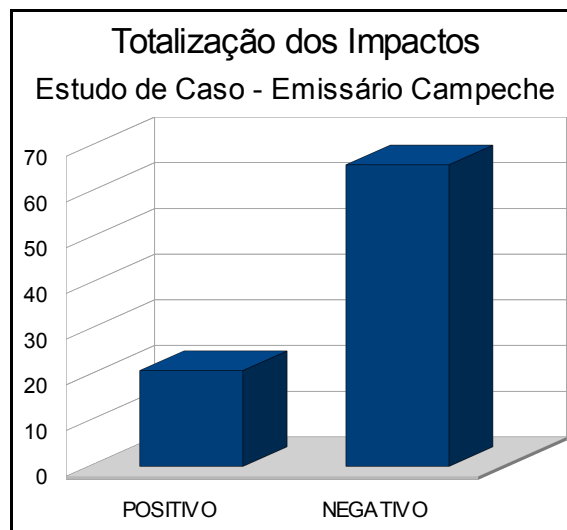


Figura 5.1: Totalização dos Impactos

Os Gráficos das Figuras 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 e 5.8, exibem as comparações dos parâmetros de Magnitude, Importância, Duração, Reversibilidade, Ordem, Temporalidade e Escala respectivamente, em relação ao atributo Carácter para o total de impactos identificados ou previsíveis .

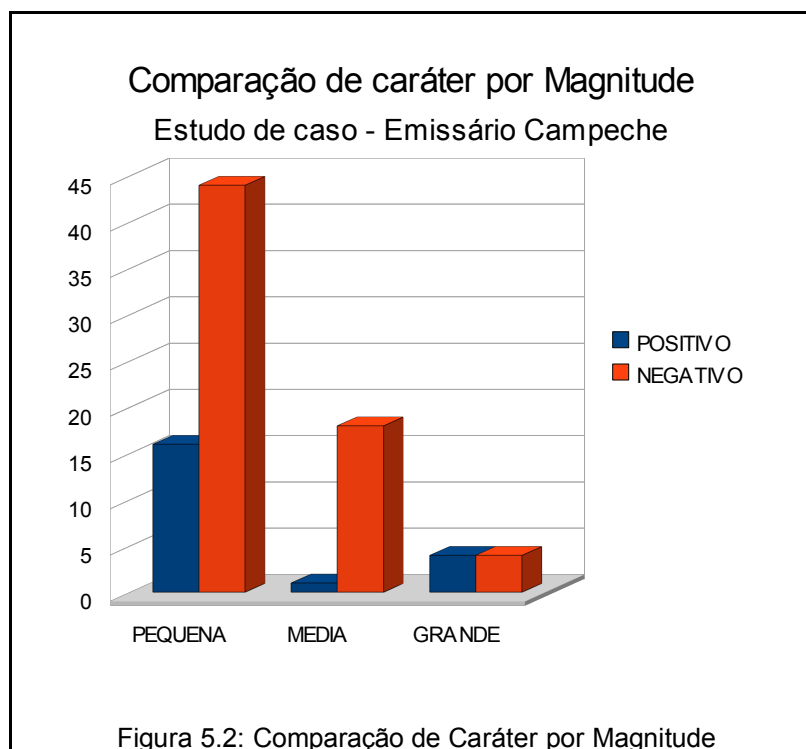
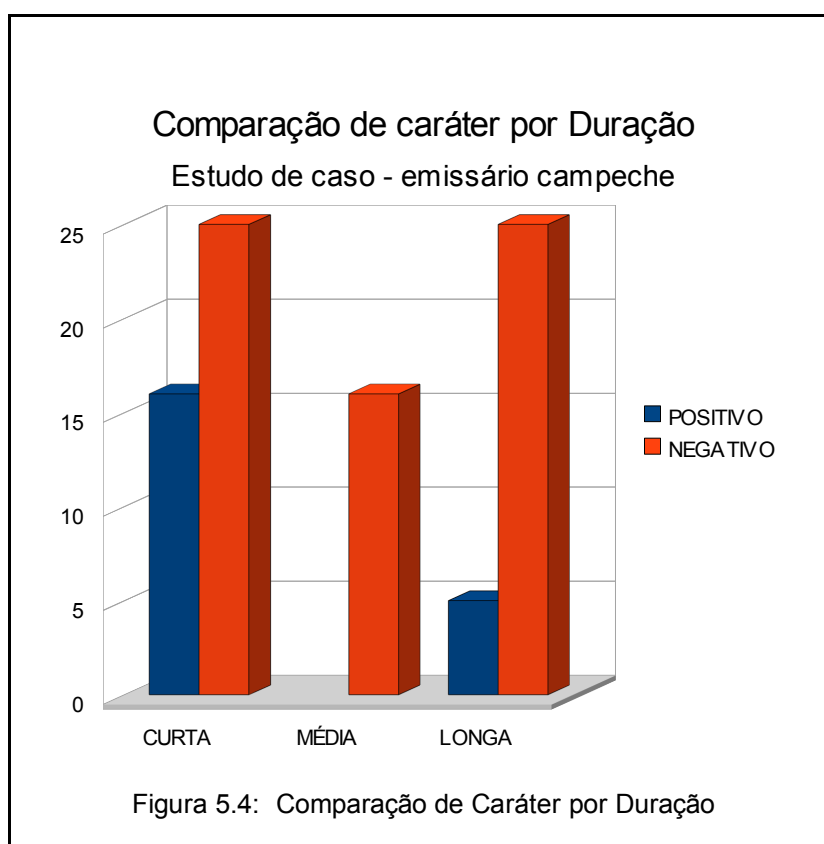
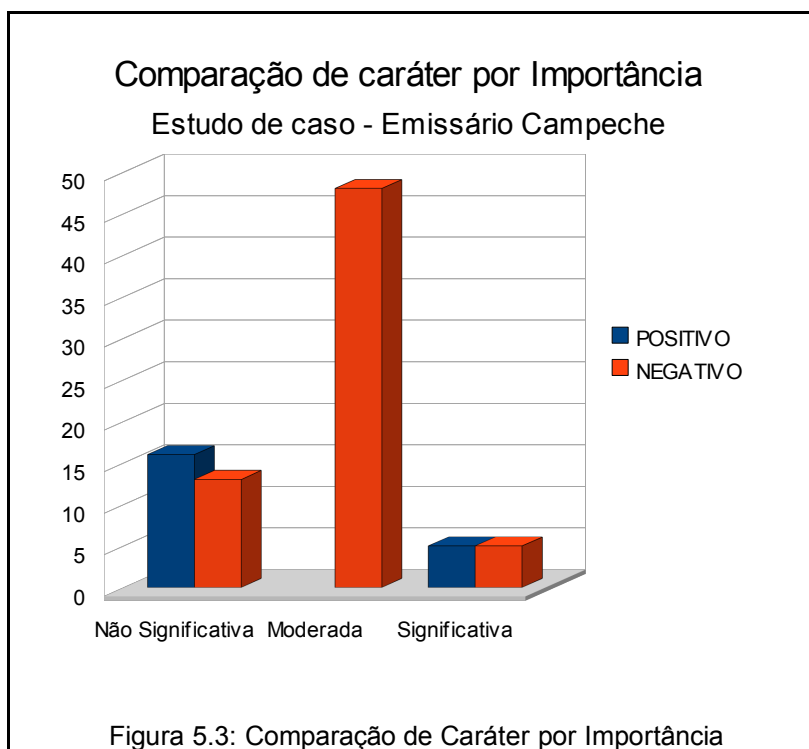
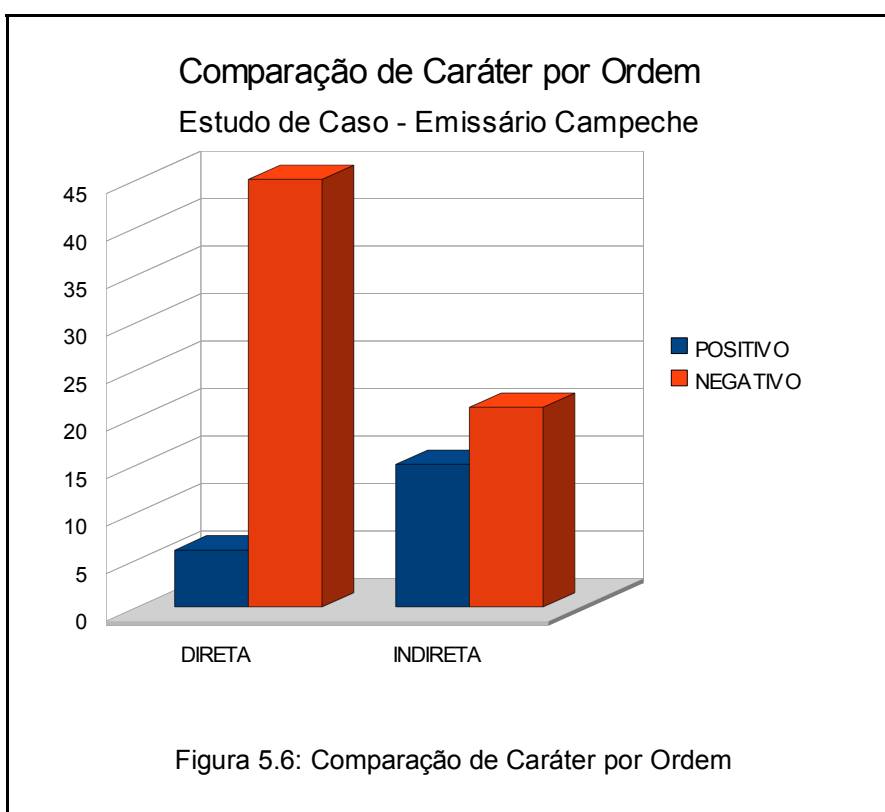
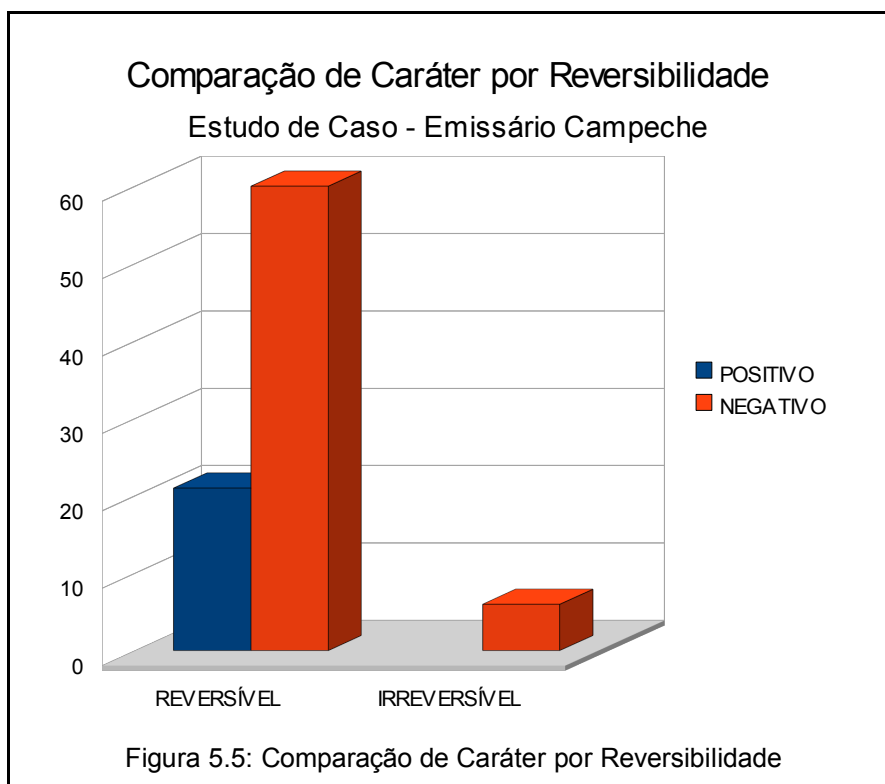
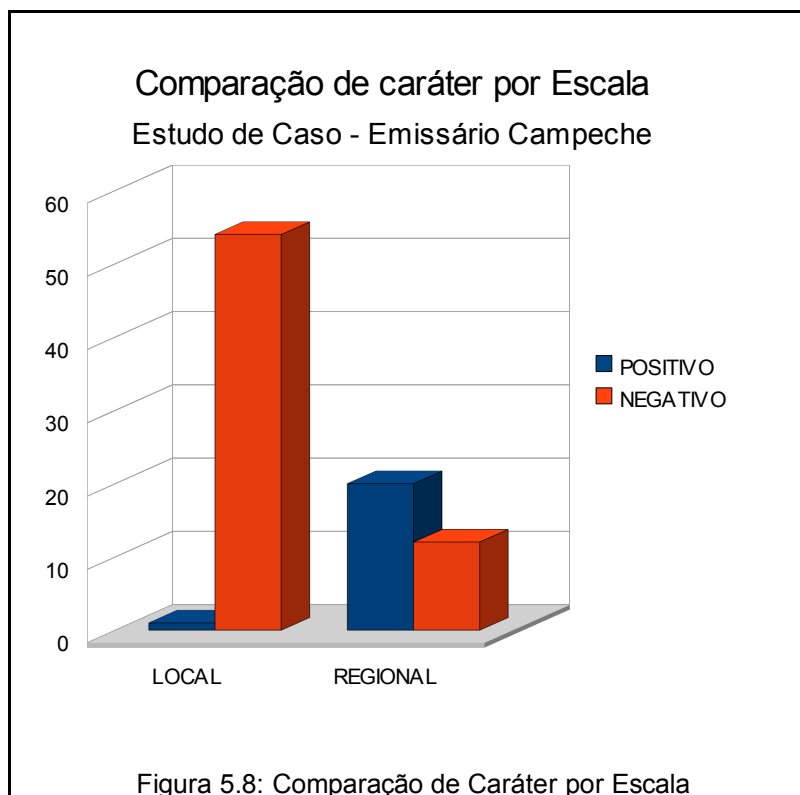
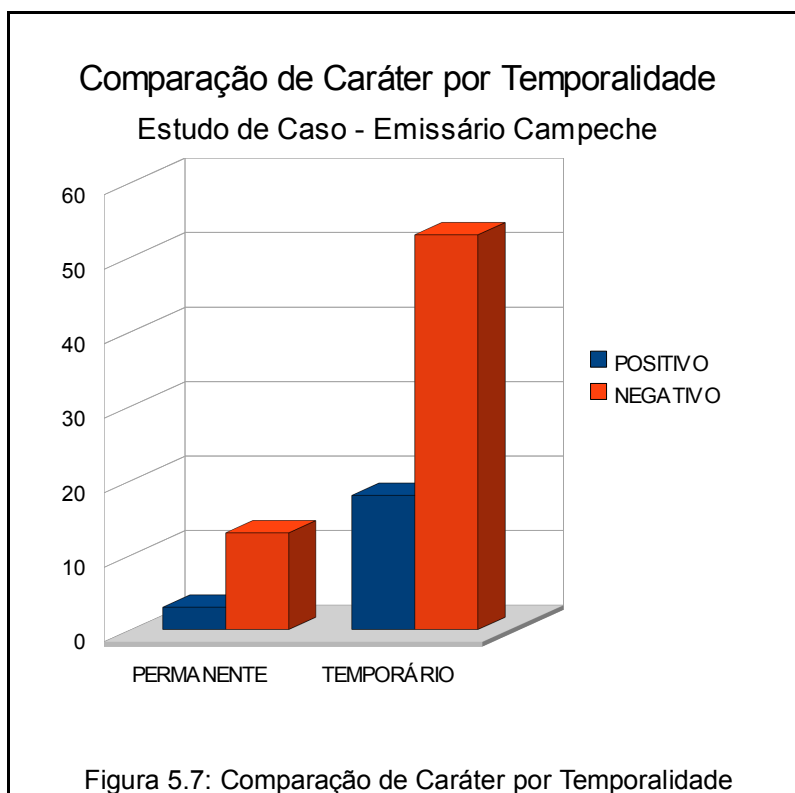


Figura 5.2: Comparação de Carácter por Magnitude







Vale frisar que, os resultados previstos na matriz de avaliação dos impactos ambientais do projeto básico do emissário de esgoto do Campeche,, não foram incluídas as medidas mitigadoras e os Planos de Monitoramento e Controle Ambiental. Entretanto, considera-se que durante as ações de implantação e operação do empreendimento serão adotadas as diversas normas estabelecidas para execução das obras e funcionamento do empreendimento. A adoção de medidas mitigadoras dos impactos ambientais e dos Planos de Monitoramento e de Controle Ambiental, coerentes com a realidade e tamanho do projeto, em muito contribuirão para minimizar os efeitos negativos e maximizar os positivos, podendo o empreendimento conviver em plena harmonia com o sistema ambiental (área de influência funcional) do qual fará parte.

Através do resultado obtido por este método de avaliação foi possível identificar os pontos críticos da efetiva implantação do empreendimento proposto, o que leva a refletir sobre a substituição das ações potencialmente impactantes por outras que causem um menor prejuízo ao meio ambiente, ou a adoção de práticas que sejam sustentáveis, apresentando assim, características preventivas ao dano ambiental.

### ***5.3 PROGRAMAS DE MINIMIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NO SDO***

Considerando-se os impactos ambientais identificados nas fases de implantação e operação do estudo de caso do Projeto Básico do Emissário do Campeche foram elencadas diretrizes para gestão e controle dos potenciais impactos a eles associados, em ambas as fases do empreendimento.

Para inserir coerentemente o SDO dos esgotos tratados projetado em sua área de influência, faz – se necessário a elaboração de um Plano de Gestão e Controle Ambiental que englobe a proposição de: (i) Medidas mitigadoras e (ii) Programas de Monitoração e de Controle; e ainda (iii) Programas que envolvam a comunidade (tais como programas de informação comunitária e educação ambiental), programas esses que visam eliminar ou minimizar, medidas

compensatórias, no caso de impactos de caráter negativo, ou potencializar, no caso de impactos de caráter positivo.

### 5.3.1 MEDIDAS MITIGADORAS

Medidas mitigadoras são ações propostas com a finalidade de reduzir a magnitude ou a importância dos impactos negativos. Diante disso, é sugerida a adoção de algumas medidas para a gestão dos potenciais impactos ambientais identificados como passíveis de ocorrência durante a execução das obras (Quadro 5.8) .

As medidas ambientais propostas deverão ser tomadas desde o início das obras, estendendo-se até após seu término, enquanto durarem as atividades de mobilização/desmobilização de equipamentos e recuperação das áreas utilizadas.

Um Programa com medidas mitigadoras que pode ser proposto, é o Programa de Qualidade Ambiental da Construção, o qual apresenta os critérios, as condições e as obrigações de caráter ambiental a que estarão submetidos os empreiteiros contratados para as obras de implantação e posterior operação do emissário submarino do Campeche. E tem como objetivos principais :

- Minimizar as perdas de recursos: humanos, naturais; materiais ou financeiros;
- Controlar a supressão da vegetação e contribuir para a expansão da vegetação natural;
- Evitar perdas de patrimônios culturais;
- Evitar acidentes com perdas de recursos humanos, ambientais ou materiais;
- Minimizar as alterações na qualidade das águas superficiais a jusante de obras e canteiros;
- Minimizar a presença de insetos, ratos e outros animais indesejáveis, bem como a emissão de odores desagradáveis e a poluição física e química do solo e das águas subterrâneas;

- Manter um relacionamento agradável, saudável e ético com as populações afetadas pela obra em qualquer nível, mantendo a transparência necessária para atingir este objetivo;



ATIVIDADE	AÇÕES
Instalação Canteiro de Obras	Deverá ser implantado de forma a minimizar incômodos de vizinhança e otimizar o transporte de materiais para seu pátio de estocagem, e daí para a frente de obras;
	A construção e manutenção do canteiro de obras deverá obedecer às instruções das normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho;
	Deverá ser providenciada, soluções ambientalmente corretas para coleta, transporte e disposição dos esgotos sanitários, efluentes oleosos e resíduos sólidos e semi - sólidos a serem gerados.
	O local utilizado como canteiro de obras, bem como onde serão implantadas as tubulações, deverão, após o término das obras, serem reconstituídos, integralmente.
Delimitação das obras e instalações provisórias	Os serviços deverão interferir o mínimo possível com a comunidade, devendo ser implantados dispositivos de isolamento das obras, com a finalidade de se evitar riscos de acidentes e a presença de elementos estranhos aos serviços dentro das áreas de obras;
	Deverão ser previstas travessias para pedestres, iluminadas e sinalizadas, bem como evitar a obstrução dos acessos aos domicílios e estabelecimentos comerciais, e a retirada só deverá se dar quando for restabelecida a circulação normal de pedestres.
Transporte de Materiais, Máquinas e Equipamentos	Deverão se apresentar dentro de sua vida útil, em bom estado de conservação e pintura, devendo seus motores estar devidamente regulados, dotados de silenciosos eficientes, no sentido de evitar maiores emissões de poluentes atmosféricos;
	Os itinerários deverão ser previamente selecionados, utilizando vias de maior capacidade de tráfego;
	Os horários dos deslocamentos dos veículos pesados deverão ser programados de modo a evitar os períodos de maior movimentação de tráfego, e ainda, obedecer às restrições estabelecidas nas leis e normas relativas ao silêncio;
	No transporte de materiais passíveis de fuga para atmosfera ou para o pavimento, os veículos deverão ser cobertos com lonas ou plástico resistente e estanques e os materiais mais finos deverão ser umedecidos, sendo que no caso de transporte de materiais muito úmidos, os veículos transportadores deverão ser providos de calhas coletoras e de reservatório estanque.
Sinalização das Obras	Qualquer obstáculo à livre circulação e à segurança de veículos e pedestres no leito das vias públicas deverá ser imediata e adequadamente sinalizado, de acordo com as normas de trânsito e de segurança vigente;
	Sinalização do Emissário Submarino:

ATIVIDADE	AÇÕES
	A concessionária responsável deverá manter em operação uma bóia sinalizadora do emissário submarino localizada na extremidade do difusor. A instalação da bóia deverá ser informada ao Centro de Hidrografia da Marinha para comunicação em carta náutica.
	A concessionária responsável deverá manter um programa de comunicação periódico com os pescadores, praticantes de pesca submarina e esportes náuticos esclarecendo detalhes de operação do emissário submarino; fornecendo dicas com referenciais de navegação para determinar o alinhamento do mesmo no mar; e informando o afastamento que se deve manter do difusor para exercício da atividade de pesca etc.

QUADRO 5.8 - MEDIDAS MITIGADORAS

### 5.3.2 MEDIDAS POTENCIALIZADORAS

Medidas potencializadoras são ações propostas com a finalidade de realçar a magnitude ou a importância dos impactos positivos.

A execução de obras de porte nos centros urbanos representa um benefício potencial à comunidade, no que diz respeito ao aproveitamento de trabalhadores residentes nas proximidades, para integrar o quadro funcional previsto.

Assim, na etapa de implantação, deverão ser adotadas medidas no sentido de maximizar os efeitos positivos desta, através de oferecimento, pela Empreiteira, dos postos de trabalho porventura disponíveis, preferencialmente, aos moradores das comunidades locais, através de contatos com associações de profissionais ou comunitárias existentes na área de abrangência do SDO e/ou outros que fazem parte deste projeto, orientando-se as atividades de divulgação/recrutamento, cadastramento e seleção de mão – de - obra no sentido do aproveitamento máximo de pessoas da comunidade local.

Vale ressaltar que, com o término das obras, é interessante a empreiteira encaminhar os trabalhadores dispensados, ao serviço social do município e verificar também a possibilidade de seu aproveitamento em outras obras a serem desenvolvidas na região.

Outra medida potencializadora a ser adotada deverá referir-se à divulgação técnica, para os alunos da rede municipal de ensino, de noções de saneamento básico e de engenharia, através do equacionamento de visitas programadas às obras em andamento, nas quais estes alunos irão receber informações sobre os propósitos e características das obras em andamento.

### **5.3.3 PROGRAMAS DE MONITORAMENTO E CONTROLE AMBIENTAL**

Programas de Monitoramento e Controle Ambiental, são coletas sistemáticas e periódicas de dados previamente selecionados, com o objetivo principal de verificar o atendimento a requisitos predeterminados.

Para o caso do SDO podemos citar alguns programas para o monitoramento e controle ambiental:

#### *Programa de Controle de Transporte e Trânsito:*

Esses programas têm o objetivo de reduzir os potenciais impactos ambientais decorrentes das atividades de transporte e também da execução das obras, ou seja, minimizar ou mesmo evitar os efeitos dos deslocamentos dos veículos de carga sobre as vias de acesso às frentes de obras, onde se concentrarão as operações de transporte, e sobre as populações afetadas no entorno das obras e ao longo dos itinerários a serem percorridos.

#### *Programa de Rotinas de Monitoramento da Obra*

Este Programa Ambiental visa orientar a execução da fiscalização das atividades potencialmente causadoras de impactos ambientais relacionadas com a execução das obras de implantação/operação do emissário do Campeche relacionando os itens mínimos que devem ser vistoriados, verificados e registrados, bem como a frequência com que as vistorias devem ser feitas caso a caso.

#### *Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade da Água*

Este Programa Ambiental destina - se a orientar e especificar os estudos e ações a serem desenvolvidas com o objetivo de promover a proteção e o monitoramento dos recursos hídricos aos impactos potenciais decorrentes de possível poluição por atividades relacionadas às obras de Implantação e à operação do emissário do Campeche.

#### *Programa de Monitoramento da Qualidade Ambiental*

Esse programa deverá ser implementado na fase de operação do emissário submarino e, tem por objetivo verificar e acompanhar a qualidade da água do corpo receptor dos efluentes tratados, assim como as comunidades bióticas existentes. Um segundo objetivo do Programa de Monitoramento é acumular informações sobre a dispersão de plumas de esgoto tratado no ambiente marinho.

#### *Programas Especiais Sociais*

Os Programas de Informação e Comunicação social, têm por objetivo manter a população da área de abrangência do SDO informados sobre o objetivo e desenvolvimento das obras, os benefícios de sua implantação e ainda possíveis impactos ambientais adversos, bem como atender aos questionamentos e/ou reclamações que possam surgir.

## 6 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos com a escolha do método e materiais utilizados para a implantação do emissário submarino e com a construção da matriz de impacto ambiental realizada neste estudo de caso, com base na Matriz de Leopold permitem concluir:

- A implantação de sistema de esgotamento sanitário com disposição oceânica, pode ser considerada como um empreendimento com fator de impacto ambiental controlado, desde que seja realizado com efetiva adoção de alto nível de tratamento dos esgotos sanitários na ETE e do método não destrutivo para a implantação do emissário submarino, além da implementação das medidas mitigadoras, compensatórias e controladoras do meio ambiente;
- O processo de licenciamento ambiental do projeto básico do emissário do Campeche, deverá ser realizado através da emissão de três licenças ambientais: Licença Prévia, Licença de Instalação, e Licença de Operação, obtidas após apresentação dos estudos ambientais exigidos pelo órgão ambiental;
- Os principais impactos ambientais, negativos e de maior importância encontram-se inseridos no meio biótico no processo de operação do emissário submarino, o qual também reflete diretamente no meio antrópico, tanto de forma positiva quanto negativa.

O sistema de esgotamento sanitário com disposição oceânica gera impactos positivos e negativos. A ocorrência dos impactos positivos é maior para o meio ambiente e para população. Para o meio ambiente, que com a correta operação da ETE, a qual irá garantir a qualidade do efluente tratado para lançamento no mar, irá garantir também a qualidade da praia do campeche e de toda área de influência do projeto, a qual ficará isenta de grande parte dos problemas causados pela inexistência de sistemas de coleta e tratamento de esgotos. E para a população,

que terá acesso ao meio ambiente seguro a partir da fase de operação do emissário submarino, além de ter um incremento positivo no meio socioeconômico.

Com a execução deste projeto, o lançamento do esgoto coletado e tratado será de 3,2 Km de distância da zona de arrebentação das ondas, o que irá minimizar as ameaças de poluição das praias e por conseguinte à saúde dos banhistas, hoje um problema real na orla marítima do litoral de Florianópolis.

As tecnologias previstas visam garantir o perfeito acoplamento e estanqueidade do sistema e juntamente com os estudos de riscos, minimizaram a viabilidade de possíveis acidentes.

Com a implantação deste projeto, os benefícios esperados para a população são:

- Redução do Número de Internações por Doenças por Veiculação Hídrica;
- Redução dos Índices de Mortalidade, especialmente o de Mortalidade Infantil;
- Aumento de Renda da População;
- Geração de Empregos;
- Incremento do Turismo;
- Melhorias ambientais: despoluição de rios e canais, além de dar início ao processo de recuperação e/ou melhora da balneabilidade das praias da área de abrangência do projeto.

## 7 REFERÊNCIAS

ABSY, Mirian Laila (Coord.) et al. Instrumentos de Planejamento e Gestão Ambiental para a Amazônia, Cerrado e Pantanal - Demandas e Propostas. Metodologia de Avaliação de Impacto Ambiental. Ministério do Meio Ambiente - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Divisão de Desenvolvimento de Tecnologias Ambientais – DITAM. 2001.

ANDRZEJEWSKI, E.A. Avaliações Numéricas de Chaminés de Equilíbrio – Subsídios para Projetos de Circuito de Geração. UFPR – Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. Curitiba/PR. Junho, 2009.

AVELAR, G.H.O.; SILVA, J.C.N. Estudo de Impacto Ambiental de Áreas Verdes: Uma Proposta de Planejamento e Monitoramento. IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Responsabilidade Socioambiental das Organizações Brasileiras, Niterói, RJ, Brasil, 31 de julho, 01 e 02 de agosto de 2008.

BARBIERI, J. C. Gestão Ambiental Empresarial: Conceitos, Modelos e Instrumentos. 1.ed. São Paulo:Saraiva. 2004.

BAPTISTELLI, S. C. - Análise Crítica de Utilização de Modelagem na Avaliação da Dispersão de Efluentes Leves no Litoral da Baixada Santista, Estado de São Paulo. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

BAPTISTELLI, S. C. - Teoria Geral dos Emissários Submarinos. Seminário: “Alternativas de Destinação Final de Esgotos Sanitários e Estudo de Emissário0 Submarino para o Município de Florianópolis”. Florianópolis – SC, 2009.

BOLEA,M.T.E. Evaluación del Impacto Ambiental. Fundación MAFPRE, Madrid, 1984.

BORILLE; DUTKA. Avaliação quanto aos Fatores de Riscos Oferecidos por Agentes Teratogênicos Ambientais na População do Município de União da Vitória PR. Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de União da Vitória. LUMINÁRIA, n. 8, volume 1/ 2007.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 01 de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.1986.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 20 de 18 de junho de 1986. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional.. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.1986.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 237 de 22 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na política nacional do meio ambiente. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.1997.

CARVALHO PINTO-SILVA, C.R. Programa de Pós-graduação de Engenharia Ambiental – UFSC.Notas de aula: Avaliação de Impacto Ambiental, 3º trimestre/2008.

CENDRERO, A. Técnicas e instrumentos de análise para evaluación, planificación y gestión del medio ambiente.Apresentado ao Seminário sobre Ciencia, Investigación y Medio Ambiente, 1982, jan . 25-30; Bogotá (CO).

COSTA, M. V. Uso das técnicas de avaliação de impactos ambientais em estudos realizados no Ceará. Ceará.2005.

COSTA, S. R. Estudo sobre Métodos Construtivos Utilizados na Implantação de Emissários Submarinos: O Emissário de Praia Grande. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo.2009.



EIA/RIMA – Estudo de Impacto Ambiental do Emissário submarino de Ponta Negra – Natal/ RN. Cia de Águas e esgoto do RN – CAERN. Fortaleza/CE, 2008.

EIA/RIMA – Estudo de Impacto Ambiental e Estudo Oceanográfico para Emissários Submarinos de Esgoto Tratado no SES da Lagoa da Conceição (Praia da Joaquina). Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI. Itajaí/SC. 2008.

FORTIS,R.M. Modelagem computacional da Dispersão da Pluma do Efluente dos emissários submarinos do TEBAR – PETROBRAS. Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 181p. 2005.

GARRIDO, J. O *pipe jacking* abre uma janela para o futuro. Revista Engenharia. São Paulo, Ed. 560, p. 42-72, set. 2003.

GUARDA, A.. Cadastro técnico multifinalitário urbano versus setores censitários para a tomada de decisão – Florianópolis/SC. 2004.

GONÇALVES, Fernando Botafogo. Disposição oceânica de esgotos sanitários: história teoria e prática/ Fernando Botafogo Gonçalves , Amarilio Pereira de Souza. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

JUNIOR, J. M. T. Uma Aplicação da Metodologia de Análise do Valor na Verificação dos Valores Ambientais do Processo Produtivo numa Empresa do Setor Cerâmico Catarinense - Florianópolis/SC. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - UFSC, 1997.

KLING, A.S.M. Aplicação do Método Battelle na avaliação do impacto ambiental na bacia hidrográfica do rio Piabanha / Ana Silvia Mendes Kling Rio de Janeiro, 2005

La Rovere, Emilio Lèbre. Instrumentos de planejamento e gestão ambiental para a Amazônia, cerrado e pantanal : demandas e propostas : metodologia de avaliação

de impacto ambiental / Emilio Lèbre La Rovere. . Brasília : Ed. IBAMA, 2001. 54p. ; 29,7cm. . (Série meio ambiente em debate ; 37)

LIMA, M. Águas Pluviais e Poluição Difusa em Meios Urbanos – Quantificação e Tratamento. Projeto final de curso; Escola Superior de Tecnologia Universidade de Algarve.

MACEDO, L.S.; NARDUTCCI, E.; CIRELLI, J.; ALÁRIO, L.A.N. A Utilização de Metodologia Não Destrutiva na Implantação do Trecho de Arrebentação do Emissário do Sub-sistema III da Praia Grande. Revista DAE – SABESP. Ed. 180, p. 32 – 39. Maio, 2009.

MACEDO, Paulo. Projeto básico do emissário do Campeche. Empresa Consultora Coastal Planning & Engineering. Florianópolis – CPE. Florianópolis/SC.2010.

MACÊDO, R. M. P. R.; SANTOS, Esmeraldo, M.; ROCHA, S.S.; MELO, M. A.F.; MARQUES, S.J. AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO NA LAVANDERIA DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ANA BEZERRA – SANTA CRUZ/RN. Programa de Engenharia de Produção / UFRN. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção- ENEGEP. Curitiba – PR, 23 a 25 de outubro de 2002.

Magrini, A.; - .Avaliação de Impactos Ambientais. in .Meio Ambiente: Aspectos Técnicos e Econômicos., de Sergio Margulis (editor), IPEA/PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.246p. Brasília. 1990.

MARCELINO, E.B. - Sistematização dos projetos de emissários da Sabesp e avaliação de desempenho através do modelo computacional CORMIX. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

MOTA, S; AQUINO, M. D. de. Proposta de uma Matriz para Avaliação de Impactos Ambientais.2002. <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/sibesa6/ccxiii.pdf>> Acesso em: agosto, 2009.

MOREIRA, I. V. D. Origem e síntese dos principais métodos de avaliação dos impactos ambientais (AIA). In: MAIA: manual de avaliação de impactos ambientais. 2. ed. Curitiba: SEMA; IAP; GTZ, 1993. Cont. 3100. 35 p.

PACHECO, L. A. M. Disposição de esgotos por emissários submarinos, gerenciamento do controle de poluição e proteção da qualidade das águas costeiras. Revista DAE, nº 122, 1979.

PIMENTEL, G. & PIRES, S. H. Metodologias de avaliação de impacto ambiental: Aplicações e seus limites. Rio de Janeiro, Revista de Administração Pública, 26(1), p.56-68. Jan/Mar, 1992.

ROCCO, J. Métodos e procedimentos para a execução e o georeferenciamento de redes subterrâneas da Infraestrutura urbana. São Paulo, 2006.

SOUZA, J.F.A.; AZEVEDO, J.L.L.; OIVEIRA, L.R.; SOARES, I.D.; Emissários submarinos – uma alternativa para a disposição final de efluentes em cidades costeiras. FURG – Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande do Sul. 2008.

São Paulo (Estado) - Secretaria do Meio Ambiente . Emissários submarinos: projeto, avaliação de impacto ambiental monitoramento = Submarine outfalls : design, compliance and environmental monitoring / Editores Cláudia Condé Lamparelli, Jayme Pinto Ortiz; revisão técnica Cláudia Condé Lamparelli ... [et al.]. - São Paulo : SMA, 2006.

SABESP, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Manual de Especificações da SABESP - Programa de Recuperação Ambiental da Baixada Santista, 2006.

SisBAHIA – Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental. Sobre o SisBAHIA®. Disponível em <<http://www.sisbahia.coppe.ufrj.br/>>. Acesso em 12 de abril de 2011.

TOMMASI, Luiz Roberto. Estudo de Impacto Ambiental. São Paulo: CETESB, 1994.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 3 ed. v.1 Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

WEITZENFELD H. Manual básico sobre evaluación del impacto em el ambiente y la salud de acciones proyectadas. México: Opas/OMS; 1996.