

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
MESTRADO EM TECNOLOGIA**

JÚLIO CÉSAR SWARTELÉ RODRIGUES

**O MONITORAMENTO DO EMISSÁRIO SUBMARINO COMO FERRAMENTA NA
EVOLUÇÃO DO PADRÃO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS NA BAÍA DE SANTOS**

**SÃO PAULO
FEVEREIRO DE 2012**

JÚLIO CÉSAR SWARTELÉ RODRIGUES

**O MONITORAMENTO DO EMISSÁRIO SUBMARINO COMO FERRAMENTA NA
EVOLUÇÃO NO PADRÃO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS NA BAÍA DE SANTOS**

Dissertação apresentada como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia no Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, no Programa de Mestrado em Tecnologia: Gestão, Desenvolvimento e Formação, sob orientação do Prof. Dr. Dirceu D'Alkmin Telles.

**SÃO PAULO
FEVEREIRO DE 2012**

FICHA ELABORADA PELA BIBLIOTECA NELSON ALVES VIANA
FATEC-SP / CEETEPS

R696m Rodrigues, Júlio César Swartelé
O monitoramento do emissário submarino como ferramenta na evolução no padrão de qualidade das águas na Baía de Santos / Júlio César Swartelé Rodrigues. – São Paulo : CEETEPS, 2012.
208 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Dirceu D'Alkmin Telles.
Dissertação (Mestrado) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2012.

1. Emissário submarino. 2. Tratamento de esgotos. 3. Sistema de esgotamento sanitário. I. Telles, Dirceu D'Alkmin. II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. III. Título.

JULIO CESAR SWARTELE RODRIGUES

O MONITORAMENTO DO EMISSÁRIO SUBMARINO COMO FERRAMENTA NA
EVOLUÇÃO NO PADRÃO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS NA BAÍA DE SANTOS



PROF. DR. DIRCEU D'ALKMIN TELLES



PROF. DR. NELSON LUIZ RODRIGUES NUCCI



PROFA. DRA. ELISABETH PELOSI TEIXEIRA

São Paulo, 24 de fevereiro de 2012

DEDICATÓRIA

À Mônica, minha companheira e meu grande amor.

Ao Pedro, Michael e a Gabriela minha herança.

Aos meus pais, Ana Maria Swartelé e Ismael Rodrigues pela formação de caráter e ensinamentos preciosos de vida.

Ao meu Deus, pois sem Ele, nada do que foi feito se fez.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Dirceu D'Alkmin Telles pela paciência e o caminhar de perto em mais um projeto.

À Equipe do EQAS – Setor de Águas Superficiais, aqui representadas pelas Biólogas Cláudia Condé Lamparelli e Débora Orgler de Moura, pelo banco de dados e informações essenciais. Ao Pedro Paulo da Agência Ambiental de Santos que aceitou o desafio. Ao encarregado da EPC de Santos “o grande José Luis” pelos ensinamentos e acompanhamento, mesmo debaixo de chuva. Ao Engenheiro Edward Brambilla Marcellino, fundamental para o estudo. Aos meus gerentes Régis Nieto, Paulo Katayama e Rafael Koiti Okamoto pela compreensão e apoio. A Sandra Fujita pelos contatos e incentivo. A Sônia Teresinha Barbosa que sempre se colocou à disposição na Biblioteca. Ao Renato Pizzi Rossetti e Carmen Lucia V. Midaglia pelas experiências transmitidas.

Aos companheiros de trabalho na CETESB Fernando de Caires, Marcelo Adriano de Oliveira, Vivian Baltazar, Felipe Bazzo Tomé, Waldemar Arrabal Rodrigues, Osvaldo Atanagildo da Silva (Gordela), Rosana Bispo Motta, Venicio Pedro Ribeiro e Vanderlei Aparecido Queiroz que participaram em mar e em terra deste projeto.

A Grande família Swartelé Rodrigues, que estão trilhando ao meu lado em todos os momentos, amo a todos.

Ao Deus vivo, razão da minha existência, meu pastor que supre todas as minhas necessidades.

“A historia é êmula do tempo, repositório dos fatos, testemunha do passado, exemplo do presente, advertência do futuro.”

— Miguel de Cervantes

RESUMO

SWARTELE, J.C. O monitoramento do emissário submarino como ferramenta na evolução no padrão de qualidade das águas na Baía de Santos, 2012. 208 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – São Paulo, 2012.

A zona costeira brasileira, onde vivem cerca de 50 milhões de habitantes, é diretamente impactada pela ação antrópica, sofrendo com problemas ambientais crônicos e persistentes que comprometem os usos múltiplos da água. Os debates sobre a proteção ao padrão de qualidade das águas costeiras abordam, sobretudo, os estudos relacionados ao esgotamento sanitário e ao manejo das águas pluviais, uma vez que os dejetos quase sempre são lançados diretamente ou indiretamente em córregos, rios e no mar, tornando o escopo de atividades extenso e complexo. Os emissários submarinos, são comumente utilizados para afastamento dos esgotos e das águas de drenagem urbana, sejam tratados ou não. A credibilidade na escolha deste sistema se justifica na forma segura e econômica que o emissário se apresenta, utilizando as vantagens quanto à diluição, dispersão e assimilação que o oceano oferece. O objetivo deste trabalho foi elaborar um diagnóstico sobre disposição oceânica de esgotos utilizando o sistema unitário/parcial, sendo o estudo de caso, o emissário submarino de Santos e São Vicente. O estudo contempla: um breve histórico dos projetos de esgotamento sanitário utilizados em Santos, Campanhas de Monitoramento já realizadas na área de influência do emissário e em atividades correlacionadas com região. A metodologia utilizada para avaliação do impacto foi à coleta de dados de campanhas anteriores, além de monitoramentos recentes realizados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB.. Na conclusão é possível verificar que a melhora na qualidade das águas na Baía de Santos não está relacionado unicamente ao tratamento dos esgotos, mas na gestão das águas do estuário e, sobretudo dos canais. Como sugestão é proposto um estudo integrado com a participação de outros agentes no monitoramento. Para garantia de um controle em conformidade com as características da região são propostas: a delimitação da zona de mistura com novos pontos de amostragem no limite desta, a opção na escolha de indicadores microbiológicos e a observância de estudos e atividades integradas com o sistema.

Palavra chave: Emissário submarino; Tratamento de esgotos; Sistema de esgotamento sanitário.

ABSTRACT

SWARTELÉ, J.C. The monitoring of the outfall as a tool in the evolution in the pattern of water quality in the Bay of Santos, 2012. 208 f. Dissertation (Master of Technology) -Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo,2012.

The Brazilian coastline, where about 50 million inhabitants, is directly impacted by human action, suffering from chronic and persistent environmental problems that affect the multiple uses of water. The discussions on the protection pattern of coastal water quality studies deal mainly related to sewage disposal in addition to stormwater management, since the wastes are often dumped directly or indirectly into streams, rivers or even at sea, making the scope of activities extensive and complex.

The outfalls are commonly used for removal of wastewater and urban drainage water, whether treated or not. Credibility in the choice of this system is justified in a safe and economical that the emissary presents itself, using the advantages for dilution, dispersion and assimilation that the ocean offers. The objective of this study was to develop a diagnostic of ocean disposal of sewage system using the unit / part is used as a case study, the outfall of Santos and São Vicente. The study includes: a brief history of sewage projects used in Santos, Monitoring campaigns already conducted in the area of influence of the outfall and correlated with activity in the region. The methodology used to evaluate the impact caused by the submarine outfall it was necessary to collect data from previous campaigns and recent monitoring conducted by the Environmental Company of São Paulo - CETESB, among other studies. In conclusion it can be seen that the improvement in water quality in the Bay of Santos is not related solely to the treatment of sewage but the management of the estuary waters and especially the channels. As a suggestion proposed is an integrated study with the participation of other agents in monitoring. To ensure a monitoring in accordance with the characteristics of the region are proposed: the delimitation of the mixing zone with new sampling points in this limit, the choice of indicators and compliance with microbiological studies and activities integrated with the system.

Keyword: Marine Outfall Systems, wastewater treatment, sewer systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fisiografia da Baixada Santista.....	25
Figura 2 - Sistema Natural da Baixada Santista.....	27
Figura 3 - Características da disposição por meio de emissário submarino.....	34
Figura 4 - Diferentes tipos de marés.....	36
Figura 5 - Fisiografia da região costeira.....	37
Figura 6 - Batimetria da área em estudo.....	38
Figura 7 - Embocadura com cunha salina.....	39
Figura 8 - Escala aproximada de tempo/espço da dispersão.....	44
Figura 9 - Pontos de amostragem e características da zona de mistura.....	46
Figura 10 - Fluxo para um único lançamento em um <i>layer</i> de densidade uniforme	46
Figura 11 - Resultados experimentais para $F_{do}=11$, comparados com a aplicação do software CORMIX e literatura.....	48
Figura 12 - As plumas resultantes na Baía de Santos.....	49
Figura 13 - Vista lateral da pluma analisado pelo CORMIX, o surgimento na superfície no campo próximo e o posterior distanciamento desta em relação à superfície no campo distante.....	50
Figura 14 - Faixas de ICTEM e qualificação.....	52
Figura 15 - Vista geral do Porto de Santos e as possíveis influências na Baía.....	53
Figura 16 - Delimitação da Zona Costeira.....	55
Figura 17 - Representação das Condições e Padrões de Qualidade e de Lançamento em águas salinas.....	57
Figura 18 - Municípios do litoral paulista monitorados pela CETESB.....	77
Figura 19 - Programas monitoramento para as águas salinas e salobras e seu cronograma de implantação pela CETESB.....	78
Figura 20 - Indicadores microbiológicos comumente utilizados (verde) pela CETESB	80

Figura 21 - Condição para avaliação em águas marinhas.....	81
Figura 22 - Evolução do número de pontos monitorados nos últimos dez anos.....	84
Figura 23 - Pontos de monitoramento da rede Costeira do Estado de São Paulo....	87
Figura 24 - Distribuição dos pontos de amostragem de água no Emissário de Santos em coordenadas UTM – 08/2002.....	89
Figura 25 - Localização dos pontos de amostragem na baía de Santos em 1975.....	98
Figura 26 - Pontos selecionados para o 1º monitoramento do emissário submarino de Santos/São Vicente.....	100
Figura 27 - Localização dos pontos de monitoramento do emissário submarino de Santos em 1986.....	102
Figura 28 - Localização dos pontos de Monitoramento realizado, através do serviço prestado pelo Consórcio ENCIBRA, FALCÃO BAUER e TECAM.....	105
Figura 29 - Localização dos pontos de Monitoramento do emissário realizado pela CETESB, sendo que a partir de 2011 os pontos foram relocados devido à extensão do emissário.....	106
Figura 30 - Estação de Pré Condicionamento de Santos em 1986	108
Figura 31 - Resultado de Fósforo total em 28 pontos amostrados na superfície e no fundo da baía de Santos, no período entre outubro/74 até julho/75	119
Figura 32 - Resultado de Coliformes totais em 28 pontos amostrados na superfície e no fundo da baía de Santos, no período entre outubro/74 até julho/75.....	120
Figura 33 - Resultado de Coliformes fecais em 28 pontos amostrados na superfície e no fundo da baía de Santos, no período entre outubro/74 até julho/75.....	121
Figura 34 - Resultado de Matéria orgânica em 28 pontos amostrados na superfície e no fundo da baía de Santos, no período entre outubro/74 até julho/75.....	122
Figura 35 - Resultado de Coliformes fecais e totais em 7 pontos, amostrados em 1 metro de profundidade (campanha de 1979).....	125
Figura 36 - Resultado de Coliformes fecais e totais em dois períodos e em quatro profundidades: superfície, 2m, 5m e fundo (Campanha de 1986).....	129
Figura 37 - Resultado de Coliforme fecal e total em 7 pontos, amostrados em 1 metro de profundidade (campanha de 1986).....	131
Figura 38 - Resultado de Carbono Orgânico total, Fósforo total, Coliformes termotolerantes, na alta temporada (Campanha 2005/2006).....	134

Figura 39 - Resultado de Carbono Orgânico total, Fósforo total, Coliformes termotolerantes, na baixa temporada (Campanha 2005/2006)	135
Figura 40 - Resultado de Coliformes termotolerantes nos canais (Campanha 2005/2006)	137
Figura 41 - Resultado da campanha de 2002	139
Figura 42 - Resultado da campanha de fevereiro/2003	141
Figura 43 - Resultado da campanha realizada em agosto/2003	143
Figura 44 - Resultado da campanha realizada em abril/2004	145
Figura 45 - Resultado da campanha realizada em outubro/2004	147
Figura 46 - Resultado da campanha realizada em junho/2005	149
Figura 47 - Resultado da campanha realizada em fevereiro/2006	151
Figura 48 - Resultados da Campanha de agosto de 2006	153
Figura 49 - Resultados para COT, N Amoniacal, Coliformes Termotolerantes e Enterococcus (Amostragem realizada em 23/02/2011)	156
Figura 50 - Resultados para COT, N Amoniacal, Coliformes Termotolerantes e Enterococcus (Amostragem realizada em 27/07/2011)	157
Figura 51 - Representação dos resultados de Coliformes termotolerantes nos canais de Santos	159
Figura 52 - Diferença do esgoto na rede e na entrada da EPC	160
Figura 53 - Eficiência da Estação de pré-condicionamento – EPC	161
Figura 54 - Representação dos resultados de entrada e saída da EPC (Campanha Julho/2011)	165

LISTA DE FOTOGRAFIAS

- Fotografias 1, 2, 3 e 4** – Campanha de amostragem em 23/02/2011 na Baía de Santos, coleta realizada com garrafa *Van Dorn* em diferentes profundidades..... 110
- Fotografias 5, 6, 7 e 8** – Campanha de amostragem em 23/02/2011 na Baía de Santos, análise com a sonda multiparâmetros..... 111
- Fotografias 9, 10, 11 e 12** – Campanha de amostragem em 23/02/2011 na Baía de Santos, coleta do sedimento realizada com Pegador de *Petersen*..... 112

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - O risco à saúde humana quando exposto ao esgoto sanitário bruto e tratado (incluindo sistema unitário e/ou combinado).....	33
Quadro 2 - Modelos hidrodinâmicos comumente utilizados para a Zona de Mistura	44
Quadro 3 - Divisão da Zona Costeira.....	55
Quadro 4 - Condições e Padrões para monitoramento do Emissário Submarino.....	57
Quadro 5 - Classificação das águas, quanto à salinidade.....	57
Quadro 6 - Classificação das águas quanto à legislação estadual e federal.....	58
Quadro 7 - Classificação e usos preponderantes para águas salinas.....	58
Quadro 8 - Subdivisão das águas Salinas consideradas próprias.....	61
Quadro 9 - Parâmetros prioritários para monitoramento, segundo a NRC.....	70
Quadro 10 - Diretrizes para águas costeiras (contato primário) utilizadas nos EUA	73
Quadro 11 - Micro-organismos e doenças associadas à recreação em águas impróprias para contato primário.....	79
Quadro 12 - Classificação das praias segundo CONAMA 274/2000.....	81
Quadro 13 - Critérios adotados pela CETESB para a “Qualificação Anual” das praias do Estado de São Paulo (amostras semanais).....	82
Quadro 14 - Critérios adotados pela CETESB para a “Qualificação Anual” das praias do Estado de São Paulo, utilizando a densidade de <i>Enterococcus</i> (amostras mensais).....	82
Quadro 15 - Localização, características e o número de pontos de monitoramento Costeiro do Estado de São Paulo.....	88
Quadro 16 - Parâmetros utilizados para monitoramento do padrão de qualidade das águas salinas no Estado de São Paulo.....	90
Quadro 17 - Parâmetros analisados no monitoramento do sedimento costeiro no Estado de São Paulo	92
Quadro 18 - Campanhas utilizadas como dados históricos da Baía de Santos.....	96
Quadro 19 - Campanha de amostragem realizada em 2011.....	96
Quadro 20 - Normas utilizadas pela CETESB.....	110
Quadro 21 - Parâmetros para Esgoto Bruto na EPC de Santos.....	113
Quadro 22 - Parâmetros para o efluente tratado na EPC de Santos.....	113
Quadro 23 - Normas internas da CETESB, utilizadas para análise dos parâmetros	114 e 115
Quadro 24 - Parâmetros selecionados para Avaliação do trabalho.....	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplos de Emissários Submarinos utilizados no Brasil e suas principais características.....	32
Tabela 2 - Composição qualitativa dos micro-organismos da microbiota fecal humana (Levantamento em 30 adultos).....	41
Tabela 3 - Composição quantitativa dos micro-organismos da microbiota fecal humana (Levantamento em 30 adultos).....	42
Tabela 4 - Comparação de diferentes plumas a partir da extensão dos difusores.....	50
Tabela 5 - Resultados obtidos pelo CORMIX, em 2000.....	50
Tabela 6 - População, situação do sistema de esgotamento e ICTEM para a região da Baixada Santista.....	52
Tabela 7 - Características da água salina de Classe 1.....	60
Tabela 8 - Águas salinas de classe 1, com uso de pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo.....	62
Tabela 9 - Padrões para lançamento de efluentes segundo a Resolução CO-NAMA Nº 430/2011.....	64
Tabela 10 - Padrões para lançamento do esgoto tratado, segundo a legislação estadual do Estado de São Paulo.....	65
Tabela 11 - Valores orientadores para o padrão de qualidade em águas de Classe III (Federal e na Flórida), para determinados grupos de bactéria.....	72
Tabela 12 - Classificação das águas costeiras e de transição, segundo a Comunidades Europeia – CEE.....	75
Tabela 13 - Requisitos exigidos pela Comunidade Europeia para o lançamento do efluente proveniente de tratamento secundário.....	76
Tabela 14 - Requisitos exigidos para o lançamento do efluente proveniente de tratamento primário.....	77
Tabela 15 - Programa de monitoramento das águas costeiras no Estado de São Paulo.....	78
Tabela 16 - Critério de avaliação das Praias associado ao risco, utilizado pela OMS.....	83
Tabela 17 - Resumo da rede de monitoramento de balneabilidade em 2010.....	85

Tabela 18 - Localização dos pontos de amostragem de água e sedimento na área de influência do Emissário Submarino.....	90
Tabela 19 - Sistemas de disposição por Emissário Submarino administrado pela SABESP	93
Tabela 20 - Campanha de 1975 - localização dos pontos em UTM.....	97
Tabela 21 - Campanha de 1979 - localizações dos pontos em UTM.....	99
Tabela 22 - Campanha de 1986 - localizações dos pontos em UTM.....	101
Tabela 23 - Localizações dos pontos para caracterização dos canais, na Campanha 2005/2006.....	103
Tabela 24 - Localizações dos pontos para caracterização da Baía de Santos, na Campanha 2005/2006	104
Tabela 25 - Resultado em 28 pontos monitorados na baía de Santos no período entre outubro/74 até julho/75, para os parâmetros: Fósforo total, Coliforme total, Coliforme fecal, Matéria Orgânica.....	118
Tabela 26 - Resultados de Coliformes fecais e totais na Baía de Santos, amostrados em quatro profundidades, exceto quando a profundidade fosse menor do que 5 metros, neste caso eram realizados apenas 3 pontos (julho/79 e agosto/79).....	124
Tabela 27 - Resultado de Coliformes fecais e totais em 7 pontos, amostrados em 1 metro de profundidade (campanha de 1979).....	124
Tabela 28 - Resultado de Coliformes fecais e totais em 13 pontos, amostrados em quatro profundidades: superfície, 2m, 5m e fundo (Campanha de 1986)	127
Tabela 29 - Médias da manhã e da tarde da campanha de 1986.....	128
Tabela 30 - Resultado de Coliformes fecais e totais em 7 pontos, amostrados em 1 metro de profundidade (campanha de 1986).....	130
Tabela 31 - Resultados da Campanha de 2005/2006.....	133
Tabela 32 - Localização dos pontos de monitoramento nos canais de Santos (Campanha 2005/2006).....	136
Tabela 33 - Concentração de Coliformes termotolerantes na saída dos canais	136
Tabela 34 - Resultados da campanha de 2002.....	138
Tabela 35 - Resultados da campanha de fevereiro/2003.....	140
Tabela 36 - Resultados da campanha de agosto/2003.....	142

Tabela 37 - Resultados da campanha realizada em abril/2004	144
Tabela 38 - Resultados da campanha realizada em outubro/2004	146
Tabela 39 - Resultados da Campanha de junho de 2005	148
Tabela 40 - Resultados da Campanha de fevereiro de 2006	149
Tabela 41 - Resultados da Campanha de agosto de 2006	152
Tabela 42 - Localização dos pontos 1, 2 e 3 na Campanha de 27/07/2011 ...	155
Tabela 43 - Resultados da campanha realizada em 23/02/2011	155
Tabela 44 - Resultados da campanha realizada em 27/07/2011	155
Tabela 45 - Resultados de Coliformes termotolerantes nos canais de Santos (2002 a 2010)	159
Tabela 46 - Resultados para o esgoto bruto na rede de esgotamento	160
Tabela 47 - Eficiência do tratamento na EPC em 1986	161
Tabela 48 - Resultados para o esgoto tratado na EPC entre os anos de 2002 a 2004	162
Tabela 49 - Vazão média no período que antecedeu a campanha de amostragem (Campanha de 2011)	163
Tabela 50 - Vazão média no período de amostragem (Campanha de 2011)	163
Tabela 51 - Características do esgoto Bruto proveniente do Interceptor Oceânico (Campanha de 2011)	164
Tabela 52 - Características do esgoto Bruto proveniente do Interceptor Rebouças (Campanha de 2011)	164
Tabela 53 - Características do efluente tratado (Campanha de 2011)	165
Tabela 54 - Atendimento a legislação estadual e federal, quanto ao padrão de lançamento	167
Tabela 55 - Efluente final tratado comparado com a legislação da Europa e nos EUA	168
Tabela 56 - Vazão de fluxo efetivo afluente à Baía de Santos	173

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

- ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ANA** – Agência Nacional das Águas
- ANVISA** – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
- CEE** – Comunidade Econômica Europeia
- CCME** – Canadian Council of Ministers of the Environment
- CETESB** – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
- CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CORMIX** – *Cornell Mixing Zone*
- COT** – Carbono Orgânico Total
- COV** – Compostos Orgânicos Voláteis
- DBO** – Demanda Bioquímica de Oxigênio
- DQO** – Demanda Química de Oxigênio
- DHN** – Diretoria de Hidrografia e Navegação
- EP** – Equivalente populacional
- EPC** – Estação de Pré Condicionamento
- ETE** – Estação de Tratamento de Esgotos
- FAC** – Florida Administrative Code
- HPAS** – Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos
- ICTEM** – Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da População Urbana de Municípios
- ISQG** – *Interim Sediment Quality Guidelines*
- NMP** – Número Mais Provável
- NRC** – *National Research Council*
- OD** – Oxigênio Dissolvido
- PCBS** – Bifenila Policloradas
- PEL** – *Probable Effect Level*
- pH** – Potencial Hidrogeniônico
- PNGC** – Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro
- PNRM** – Política Nacional para os Recursos do Mar
- PNUMA** – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
- POTWS** – *Publicly Owned Treatment Works*
- SABESP** – Companhia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo

SIGRH – Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo

SMA – Secretaria do Meio Ambiente

TEL – *Threshold Effect Level*

UFC – Unidade Formadora de Colônia

UNEP – *United Nations Environment Programme*

USC – *United States Code*

USEPA – *United States Environmental Protection Agency*

WHO – *World Health Organization*, o mesmo que Organização Mundial da Saúde (OMS)

UTM – *Universal Transversa de Mercator*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	20
1.2. Objetivos	23
1.2.1. Objetivo Geral	23
1.2.2. Objetivos Específicos	23
2. REVISÃO DA LITERATURA	24
2.1. Área de estudo: A Baixada Santista	24
2.2. Histórico: emissário submarino como disposição do esgoto sanitário	28
2.3. Monitoramento de emissários- Assuntos abordados	32
2.3.1. Aspectos quantitativos e hidrodinâmicos da região	35
2.3.2. Características das águas costeiras	39
2.3.3. Modelagem aplicada: física, matemática/computacional	42
2.3.4. Sistema de esgotamento sanitário, índices de coleta e tratamento	51
3. LEGISLAÇÕES PERTINENTES	54
3.1. Legislação referente à Zona Costeira no Brasil	54
3.2. Condições e padrões de qualidade das águas	56
3.3. Condições e padrões para lançamento	63
3.4. Diretrizes preconizadas pela Agência Ambiental dos Estados Unidos (USEPA)	68
3.5. Diretrizes preconizadas pela legislação na Europa	74
4. MONITORAMENTO REALIZADO PELO GOVERNO DE SÃO PAULO EM ÁGUAS COSTEIRAS	77
4.1. Balneabilidade	79
4.2. Classificação das praias	80
4.3. Monitoramento dos cursos d'água afluentes às praias	85
4.4. Monitoramento rede costeira	86
4.5. Monitoramento de emissários submarinos	89

5. METODOLOGIA	94
5.1. Primeira etapa – Atividades preliminares.....	95
5.2. Segunda etapa – Planejamento campanha de amostragem.....	96
5.2.1. Monitoramento da Baía de Santos em 1975.....	97
5.2.2. Monitoramento da Baía de Santos em 1979.....	99
5.2.3. Monitoramento da Baía de Santos e na EPC em 1986.....	101
5.2.4. Monitoramento na Baía de Santos e na EPC entre 2005/2006.....	103
5.2.5. Monitoramento do emissário entre 2002 a 2009.....	106
5.2.6. Monitoramento da EPC – Estação de pré-condicionamento.....	107
5.3. Terceira etapa - Monitoramento na Baía de Santos e na EPC em 2011.....	109
5.4. Quarta etapa - Atividades em laboratório, envolvendo o preparo das amostras e análises físico-química, microbiológica e ecotoxicológico.....	114
5.5. Quinta etapa – Formatação de um banco de dados e avaliação qualitativa e quantitativa das amostras.....	115
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	117
6.1. Campanha de 1975.....	117
6.2. Campanha de 1979.....	123
6.3. Campanha de 1986.....	126
6.4. Campanha de 2005/2006.....	132
6.5. Campanha de 2002/2006.....	138
6.6. Campanha 2011.....	155
6.7. Monitoramento na Estação de pré condicionamento – EPC.....	160
6.7.1. Campanha na EPC em 1986.....	160
6.7.2. Campanhas na EPC de 2002 a 2004.....	162
6.7.3. Campanha de amostragem na EPC de Santos em 2011.....	162
7. CONCLUSÃO	166
REFERÊNCIAS	177
APÊNDICE A - Histórico do Sistema de coleta e tratamento de esgotos em Santos	191

1. INTRODUÇÃO

1.1. Justificativa

Os esgotos são despejos provenientes das diversas formas de usos das águas, tais como as de uso doméstico, comercial, industrial, as de utilidade pública, de áreas agrícolas, de superfície, de infiltração e pluviais, entre outros. Os esgotos são classificados quanto a sua origem em dois grupos principais: os esgotos sanitários e os industriais.

[...] “Os esgotos sanitários são constituídos essencialmente de despejos líquidos residenciais, comerciais, águas de infiltração na rede coletora, os quais podem conter parcela de efluentes industriais e efluentes não domésticos” (BRASIL, 2011).

Os esgotos industriais são formados por dejetos dos mais diversos tipos, originados pelo uso da água para fins industriais e adquirindo características particulares em função das atividades desenvolvidas no empreendimento.

Importantes para o controle da proliferação de doenças de veiculação hídrica, hoje, a simples coleta e o afastamento dos esgotos já não são suficientes para o saneamento do meio.

A preocupação com o desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção e da precaução, trouxe as condições e padrões para lançamento dos efluentes, devidamente tratados, no corpo receptor (BRASIL, 2005).

*[...] “As características quantitativas e qualitativas do lodo e do efluente tratado, intrínsecas nos sistemas de tratamento de esgotos, na qual dependem da origem dos despejos e do grau de tratamento, tende a um crescimento, no mínimo, proporcional à população local, **necessitando de uma solução, que se impõe com urgência, para sua disposição adequada**”. (BRASIL, 2006, p.1. grifo nosso).*

A disposição inadequada dos esgotos e o manejo incorreto das águas de drenagem urbana podem contribuir para a proliferação de insetos, roedores e outros vetores de doenças como a teníase, a esquistossomose e a cólera, entre outras, que

associadas a fatores como a má nutrição pode resultar no alto índice de morbidade e mortalidade.

No mundo, mais de três bilhões de pessoas vivem em uma margem de 60 km da zona costeira (PHILIP. et al, 2010). No Brasil, a Zona Costeira e Zona Marinha são extremamente importantes para o País. A Zona Costeira abrange 17 estados, e sua faixa continental abriga 13 das 27 capitais existentes, incluindo algumas das principais regiões metropolitanas (PNUMA, 2010).

Apesar do progresso ambiental significativo nos últimos 20 anos, a zona costeira brasileira é diretamente impactada pela ação antrópica, sofrendo com problemas ambientais crônicos e persistentes que comprometem os usos múltiplos da água. Tal fato pode ser agravado ao encontrar um novo cenário na costa, após a descoberta de novas reservas de petróleo e gás natural.

*[...] “A Natureza é a soma de um grande número de variáveis ambientais e, **na tentativa de representá-la fielmente, vários dados são gerados todos os dias.** Também são muitas as intervenções humanas cotidianas que interferem na qualidade do recurso hídrico, quer seja para abastecimento humano ou industrial, geração de energia, agricultura, transporte, recreação ou principalmente quando usados para o lançamento de efluentes domésticos ou industriais. **Esses usos e os reflexos de nossa vida em sociedade resultam nos chamados impactos antrópicos e nas respostas naturais do meio físico.** Estamos assim, **todos expostos as transformações** em qualquer que seja a escala: local, regional ou mesmo como estamos vendo mais recentemente, em amplitude global. ” (MIDAGLIA, 2009, p.25. grifo nosso)*

Diante do exposto, é necessária a revisão dos procedimentos e critérios para escolha de tecnologias alinhadas ao desenvolvimento sustentável, mitigando os impactos e estudando instrumentos que possam conciliar o Progresso com o Meio Ambiente, fundamentais para a qualidade de vida local.

Os debates sobre a proteção e padrão de qualidade das águas costeiras abordam,

sobretudo, os estudos do esgotamento sanitário e o manejo das águas pluviais, uma vez que os dejetos provenientes da população litorânea, quase sempre são lançados diretamente ou indiretamente em córregos, rios ou até mesmo no mar, tornando o escopo de atividades para o monitoramento extenso e complexo.

Os emissários submarinos são comumente utilizados para afastamento dos esgotos, sejam estes tratados ou não. Entretanto, com o intuito de preservar a balneabilidade, o emissário tem sido utilizado como destino das águas de drenagem urbana. A credibilidade na escolha deste sistema se justifica pela forma segura e econômica que o emissário é apresentado, utilizando vantagens relativas à diluição, dispersão e à assimilação que o oceano oferece.

Monitorar o sistema de disposição oceânica dos esgotos é fundamental, não só para avaliar os impactos ambientais, mas visar à preservação dos ecossistemas para as gerações presente e futura, garantindo os diversos usos das águas marinhas. Os riscos relacionados com a disposição oceânica, através de emissários, são resultados de uma combinação de probabilidade, entre elas, o local do lançamento e presença ou não de tratamento prévio.

O Estado de São Paulo possui 16 municípios costeiros com uma população de cerca de dois milhões de habitantes. Durante o período de alta temporada, a população local aumenta sensivelmente, gerando um volume do esgoto doméstico proporcional, que aliado às águas pluviais, comuns durante o verão, pode aumentar o risco ambiental e dificultar o monitoramento dos emissários.

Na costa do Estado de São Paulo, existem dez emissários submarinos, nove de esgotos domésticos e um no terminal aquaviário da PETROBRAS. Desse total, cinco estão localizados na Baixada Santista e cinco no Canal de São Sebastião, no Litoral Norte (CETESB, 2010^b).

[...] “Em 2002 a CETESB iniciou o monitoramento ambiental desses emissários para avaliar seus impactos no corpo receptor, os resultados dessa avaliação mostram que em alguns casos já ocorrem alterações na qualidade das águas com elevação da concentração de nutrientes, além do acúmulo de matéria orgânica nos sedimentos [...]” (SÃO PAULO, 2006 p. 13).

Considerando a importância e a grandeza da obra, o monitoramento do sistema de disposição deve relacionar estudos técnicos com vistas ao projeto, à operação, à hidrodinâmica costeira, à modelagem de dispersão da pluma e avaliações de impactos ambientais inerentes ao processo. Ressalta-se a importância dos estudos de casos existentes.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Elaborar um diagnóstico sobre disposição oceânica dos esgotos e das águas de drenagem urbana através do emissário submarino, na região de Santos e São Vicente.

1.2.2. Objetivos Específicos

- I. Comparar o padrão de lançamento do emissário de Santos /São Vicente com a legislação federal e estadual referenciando outras diretrizes utilizadas.
- II. Comparar o padrão de qualidade das águas na Baía de Santos em diferentes épocas com a legislação federal referenciando outras diretrizes utilizadas.
- III. Identificar fatores que comprometam a qualidade das águas costeiras quanto ao uso do emissário submarino.
- IV. Analisar a localização dos pontos de amostragem e sua representatividade

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Área de estudo: A Baixada Santista

No Estado de São Paulo, a presença marcante da Serra do Mar constitui-se em divisor natural entre a drenagem atlântica e o sistema hidrográfico do planalto, configurando uma zona costeira estreita com pequena planície sedimentar, só alargada ao sul, no vale do único rio costeiro de maior porte, o Rio Ribeira de Iguape. Essa configuração e a baixa adequação das terras à agricultura logo fizeram com que a zona costeira fosse preterida pelo planalto para a escolha de assentamentos.

A partir de 1950, um intenso processo de parcelamento do solo e construção de segundas residências, associado à expansão da rede rodoviária estadual, urbanizou a planície litorânea junto ao mar, transformando dunas e restingas em um contínuo urbano linear, que hoje se estende por muitos quilômetros juntos às praias, só interrompido por obstáculos geográficos como morros e manguezais (AFONSO, 2006, p.21). Assim como em toda zona costeira, na Baixada Santista a ocupação urbana está diretamente vinculada ao processo de valorização da terra e de sua distribuição pelos diferentes segmentos da sociedade. No entanto, a configuração física regional estabelece condições específicas, favorecendo ou limitando as possibilidades de expansão urbana.

Com o advento da industrialização, há formação de pontos e complexos industriais, caracterizando-se em extensos setores balneários que se expandiram junto às praias. Assim, às regiões metropolitanas, foi acrescida uma urbanização extensiva que se desenvolveu junto às praias, utilizadas a princípio como lazer. Como consequência, as classes de baixa renda ficaram à margem do desenvolvimento, situadas em áreas pouco valorizadas e distantes do centro urbano ou até mesmo assentadas em área legalmente protegida, constituídas por sub-habitações e carentes de infraestrutura e saneamento (AFONSO, 2006, p.22). Na região de estudo, a Serra do Mar apresenta-se em forma de anfiteatro, envolvendo uma pequena planície costeira, demonstrada na Figura 1.

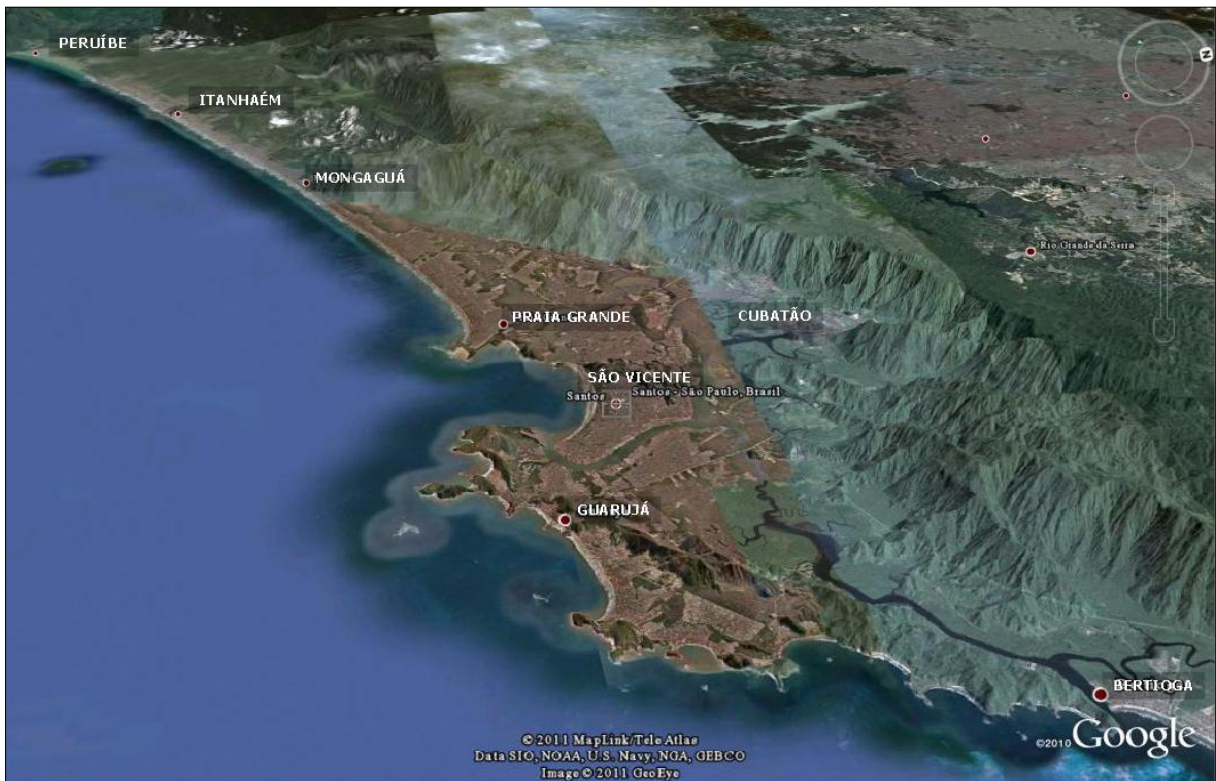


Figura 1 – Fisiografia da Baixada Santista (Google Earth, adaptado pelo autor).

O sistema hidrográfico, principal meio de drenagem e transporte terrestre, é constituído por rios pouco extensos que nascem na serra e deságuam em um complexo estuarino. Os rios que nascem na Serra do Mar apresentam um regime torrencial; porém, devido à pequena declividade da baixada, mudam de regime, dificultando o escoamento das águas. Este fenômeno origina o labirinto de canais e meandros, característicos desta região. O limite marítimo abrange as águas do estuário e a faixa marítima interna à isóbata¹ de cinquenta metros, que é onde situam as intervenções humanas e afloramentos terrestres (GALVÃO, 1978).

A região apresenta um dos mais altos índices pluviométricos do país, com alta variabilidade de ano a ano. O mês mais seco do ano é agosto (90,6 mm), enquanto que fevereiro apresenta os maiores índices pluviométricos (301 mm) (SIGRH, 2006). A temperatura média anual do ar é de 22 °C, com máximos em fevereiro (35 °C) e mínimos em julho (10 °C) (AFONSO, 2006, p.123-124).

¹ Na carta barométrica é a linha que une os pontos em uma mesma profundidade (cota de fundo) dos mares e dos oceanos.

O Sistema Estuarino de Santos é composto por duas grandes ilhas: a Ilha de São Vicente e a Ilha de Santo Amaro. Na primeira, localizam-se as cidades de Santos e São Vicente. Na segunda, cujo limite com o continente é definido geograficamente pelo Canal de Bertioga, localizam-se o município do Guarujá e seu distrito de Vicente de Carvalho.

Ao norte da Ilha de São Vicente localizam-se os Largos de Santa Rita e do Canéu, as Ilhas de Bagres e Barnabé, o Canal de Piaçaguera (ou canal da COSIPA), o Terminal de Alemoa e a Ilha Duas Barras. O oeste da Ilha de São Vicente encontra-se o Canal de São Vicente, a leste fica o canal do Porto de Santos, que atinge a profundidade de até 25 m. Nele encontram-se o Porto de Santos a oeste e o bairro de Vicente de Carvalho, a leste. A saída do canal do Porto é dragada a uma profundidade média de 12 m. Ao sul da Ilha de São Vicente encontra-se a Baía de Santos, que engloba todas as praias das cidades de Santos e São Vicente (ENCIBRA, 2006).

A área do Porto de Santos é constituída pelas instalações portuárias terrestres existentes na margem direita do estuário formado pelas ilhas de São Vicente e de Santo Amaro, desde a Ponta da Praia até Alemoa e, na margem esquerda, desde a ilha de Barnabé até a embocadura do rio Santo Amaro. A área do Porto abrange todos os cais, docas, pontes, píeres de atracação e de acostagem, armazéns, pátios, edificações em geral, vias internas de circulação rodoviária e ferroviária e, ainda, os terrenos ao longo dessas faixas marginais e em suas adjacências, pertencentes à União, incorporados ou não ao patrimônio do Porto de Santos, ou sob sua guarda e responsabilidade, incluindo-se também a Usina Hidrelétrica de Itatinga e a faixa de domínio de suas linhas de transmissão (CUNHA, 2006).

Mesmo com essa configuração física, parte das áreas florestadas foi mantida, sobretudo as localizadas nas porções territoriais mais desfavoráveis à urbanização, como as áreas íngremes da Serra do Mar, os manguezais situados junto aos canais estuarinos e as áreas cobertas por vegetação de restinga situada no interior da planície litorânea, distantes das praias da faixa costeira já urbanizada e dos principais eixos de urbanização, conforme demonstrado na Figura 2.



Figura 2 – Sistema Natural da Baixada Santista (Afonso, 2006 p.27, adaptado pelo autor).

O estudo no desenvolvimento sustentável nas áreas costeiras adquire importância, uma vez que as áreas urbanas invadem os remanescentes florestais, modificando a topografia, quantidade de vegetação e permeabilidade do solo, degradando desta forma o meio ambiente, devido às contaminações decorrentes dos processos urbanos e industriais.

A contaminação das águas é crítica na zona costeira, visto que esta é a área de interface entre o transporte de água, nutrientes e sedimentos terrestres e marinhos, tornando-se ainda mais problemática nos estuários, devido aos padrões especiais de circulação das águas, que retém efluentes tóxicos e organismos patogênicos.

Acrescente-se, como agravante, o fato de praias, manguezais, rios e águas de estuarinos serem bens comuns, sujeito basicamente ao controle público. Desta forma, está formado o quadro de conflitos entre as ocupações o meio ambiente costeiro.

2.2. Histórico: emissário submarino como disposição do esgoto sanitário

Em 1870, na cidade de *Providence (EUA)*, é construído um sistema de esgotamento sanitário lançando, a princípio, em rios e, posteriormente, no porto. Em 1884, reconhecendo a necessidade de um sistema para tratar os esgotos, a Câmara Municipal de *Providence*, envia para a Europa o Engenheiro *Samuel M. Gray* para estudar os mais recentes métodos de tratamento de esgotos domésticos e industriais (NBC, 2012).

Em sua recomendação, os esgotos seriam tratados, previamente, ao lançamento nas águas do porto, através de precipitação assistida quimicamente, já em ampla utilização na Inglaterra. As vantagens da difusão foram assinaladas em 1901. Em 1888, o engenheiro sanitarista *Rudolf Hering*² foi o responsável pelo projeto de prolongamento das descargas de esgotos existentes ao longo do cais de Nova Iorque, reconhecendo a importância da dispersão e do afastamento dos esgotos próximo da costa (NETTO; JEZLER, 1957).

Entretanto, a mais antiga referência de um sistema de disposição por emissário submarino, é da cidade de *Boston*, cujo emissário de *Moon Island* foi concluído em 1895. Posteriormente, nesta mesma cidade, foram instaladas mais duas linhas de lançamento submarino (*outfalls*), os emissários de *Deer Island* (com profundidade de 15 metros) e a de *Peddocks Island* (com profundidade de 7,5 metros). O emprego de um sistema de canalizações com bocais múltiplos, facilitando a dispersão foi utilizado em *Passaic Valley* (Nova Iorque, 1913 – 1924) (PEARSON, 1956).

² Rudolf Hering (1847 -1923) - Foi um dos fundadores da moderna tecnologia Sanitária/Ambiental, em 1867 concluiu seus estudos em engenharia civil na Universidade, Dresden (Alemanha), envolvido no projeto de reversão do rio Chicago.

*“[...] Com a consolidação dos emissários, outras cidades, sobretudo da América do Norte, seguiram o exemplo, **protelando assim o tratamento de seus esgotos**. Assim procederam entre outras, as municipalidades de Santa Ana, Ventura, Watsonville, San Diego, Honolulu, entre outras [...]”* (NETTO; JEZLER, 1957, grifo nosso).

O lançamento por emissários também foi adotado em grande escala em cidades marginais dos grandes rios e lagos, podendo ser citados entre outros os de Toronto (1911), *Cleveland* (1916), *Ashtabula* (1925) e *Manaus* (1972) (NETTO; JEZLER, 1957).

Os primeiros estudos, realizados por Rown e Palmer, em 1929, objetivaram a determinação dos impactos causados com o uso dos emissários existentes. Estes estudos tornaram-se fundamentais e um clássico na literatura sobre o assunto. As experiências em laboratório e em campo lhes permitiram uma precisa apresentação matemática de todos os fatores envolvidos, sendo estes (PALMER, 1929):

- | | |
|---|------------------------------------|
| -Comportamento de jatos submarinos | -Fatores de diluição |
| -Variação da diluição | -Interferência dos jatos múltiplos |
| -Fórmulas relacionadas com a trajetória | -Medição da mancha do esgoto |
| -Influência das correntes marítimas | -Estratificação |

Os engenheiros americanos, *Frank Kersnar* e *David Cadwell*, demonstram em estudos realizados no emissário de San Diego, em 1953, a influência dos diversos fatores interferentes no sistema, tais como: as diferenças de temperatura do fundo para a superfície, a existência de correntes favoráveis ou não, profundidade ideal para o lançamento dos esgotos, distância do lançamento e da costa de modo a preservar a balneabilidade das praias entre outros tópicos.

Em 1956, *Earman Pearson*, professor da Universidade da Califórnia, através do trabalho *“An investigation of the efficacy of submarine outfall disposal of sewage and sludge”* contemplou um estudo com as 40 maiores instalações de emissários, dentre as 145 instaladas nos EUA e Canada (PEARSON, 1956).

Paralelamente a esse acontecimento, em 1954, era conduzido no Brasil um estudo intitulado “*Investigação da Contaminação das Praias de Santos*”, objeto de tese e importante estudo sobre o lançamento submarino dos esgotos sanitários, em Itaipu, pelas cidades de Santos e São Vicente.

Este estudo foi dirigido pelo engenheiro José M. de Azevedo Netto³ e o professor assistente Haroldo Jezler. O objetivo desse trabalho era subsidiar o governo do estado em ações para solucionar o problema de poluição das praias afetadas em decorrência do lançamento dos esgotos sem tratamento prévio. Em um trecho desse trabalho, é citado:

“[...] em algumas localidades, em que o lançamento é feito nas vizinhanças de praias, têm sido empregadas às grades finas para remoção do material grosseiro em suspensão. O gradeamento, entretanto, nem sempre tem sido satisfatório, porque além dos materiais grosseiros a água de esgoto contém gorduras e graxas que passam para a superfície das águas receptoras [...] O tratamento pode incluir a remoção de detritos minerais pesados, além da remoção de óleos e graxas (skimming) [...] o tratamento primário ou até mesmo o tratamento completo, se tornam necessários, como são os casos de Nova Iorque, Boston e Los Angeles” (NETTO; JEZLER, 1957, p. 21, grifo nosso).

Outro estudo, realizado na cidade do Rio de Janeiro, em 1958, contemplaram pesquisas oceanográficas, físicas, químicas e biológicas, supervisionadas pelo Engenheiro Fernando Penna Botafogo Gonçalves, além dos consultores Eng.º E.A.Pearson, Eng.º J.J Parkhurst, Eng.º R.E.Sellek e pelo oceanógrafo Almirante Paulo Moreira da Silva. Os objetivos deste estudo contemplavam os possíveis pontos de lançamento, a definição do pré-tratamento e a determinação do programa de monitoramento para controle do lançamento (GONÇALVES, 1997).

“[...] observações simultâneas de ventos e correntes superficiais utilizando cartões de deriva, conhecimento permanente do comportamento da mancha da Ponta do Vidigal, colocação de correntógrafos de profundidade na região, bem como formação de manchas artificiais através de traçadores e medições de T-90 em loco e simulado, constituíram as mais importantes pesquisas oceanográficas e biológicas realizadas durante o espaço de 10 anos (1958-1968)” (NETTO; JEZLER, 1957, p. 21, grifo nosso)

³ Então chefe da Divisão de Obras Sanitárias do Estado de São Paulo e professor da Faculdade de Higiene e Saúde Pública da USP.

Em 1964, a cidade do Rio de Janeiro, elaborou o seu primeiro Plano Diretor para o destino final de seus esgotos. Esse trabalho foi realizado pela empresa *Engineering-Science, Inc.*, em conjunto com a Comissão de Planejamento de Esgotos Sanitários-COPES, contemplando entre outras atividades:

- O Interceptor Oceânico – Atendendo à rede de bacias da Glória, Botafogo e Copacabana, recolhendo os esgotos, antes lançados, na orla da baía da Guanabara;
- Elevatória de São Conrado – Recalcando os esgotos de São Conrado e da favela da Rocinha, eliminando os lançamentos de despejos na praia da Gávea;
- Galerias de Cintura ⁴– Implantação nas regiões de Ipanema e Copacabana, evitando extravasamento de águas pluviais e a presença de manchas negras ao longo das praias; e
- Emissário Submarino de Ipanema: Atendendo o Sistema de esgotamento Sanitário do Leme até o Leblon, sendo posteriormente admitidas às águas de galerias de cintura.

No Brasil o uso do emissário submarino é comumente utilizado nas regiões costeiras, alguns projetos são destacados na Tabela 1:

⁴ **Galerias de cintura:** são canalizações abertas ou fechadas, além de tubulações, que interceptam os pontos de lançamento de galerias de águas pluviais contaminadas ou diretamente de ligações irregulares de esgoto sanitário e concentram suas vazões para lançamento em pontos previamente fixados. (DIAS; et al, 2011)

Tabela 1 – Exemplos de Emissários Submarinos utilizados no Brasil e suas principais características.

Emissários no Brasil						
Estado/Cidade (Bairro)	Ano	Material	Vazão (m ³ /s)	Dimensões (m)		
				L	H	D
Pará (Belém)	1980	CA	0,6	320	5	0,8
Ceará (Fortaleza)	1970	CA	4,2	2.300	15	1,5
Rio de Janeiro (Ipanema)	1970	CA	12	4.325	26	2,4
Rio de Janeiro (Barra da Tijuca)	2007	PEAD	1,6	5.000	45	1,5
Rio de Janeiro (Rio das Ostras)	2007	PEAD	0,57	3.800	20	0,6
Rio de Janeiro (Niterói)	2000	CA	2,2	3.505	20	1,4
São Paulo (Santos)	1978	Aço	Sete	4.000	10	1,8
São Paulo (São Sebastião-Cigarras)	1985	PEAD	0,012 ^I	1.068	8,5	0,2
São Paulo (São Sebastião - Araçá)	1991	PEAD	1,06 ^I	1.061	8	0,4
São Paulo (Praia Grande I- Forte)	1996	PEAD	1,04 ^I	3.300	13	1
São Paulo (Praia Grande II- Tupi)	1996	PEAD	1,36 ^I	3.300	13	1
São Paulo (Praia Grande III- Caiçara)	**	PEAD	1,4	3.400	10	1,5
São Paulo (Guarujá)	1998	PEAD	1,5	4500	14	0,9
Alagoas (Maceió)	1980	Aço	4,2 ^I	3.576	15	1,2
Sergipe (Aracaju - industrial)	-	Aço	0,3	1.500	10	0,5
Espírito Santo (Vitória)	-	CA	2,1	4.035	29	2,1
Bahia (Salvador- Rio Vermelho)	1970	PEAD	Três	3.600	27	1,8
Rio Grande do Sul (Porto Alegre)	-	Aço	2,7	733	12	1,3
Amazonas (Manaus)	-	PEAD	2,2	3.600	-	1
Roraima (Boa Vista)	-	PEAD	-	1.352	-	0,4
Espírito Santo (Aracruz)	-	PPL	Dois	1.100	-	1
PEAD – Polietileno de alta densidade		L – Comprimento				
CA – Concreto Armado		H – Profundidade				
Aço – Aço Revestido de Concreto Armado		D – Diâmetro				
PPL – Polipropileno		I – Vazão máxima				

Fonte: GONÇALVES, 1997; MARCELLINO, 2008; CETESB, 2010^b.

2.3. Monitoramento de emissários – Assuntos abordados

As opções para destino adequado dos esgotos em regiões costeiras são basicamente duas: o tratamento e o uso de emissários submarinos (WHO, 2003).

Independentemente da escolha, o grande cuidado deve ser o ponto de lançamento e

sua dispersão, entre outros aspectos, que pode, eventualmente, causar danos à saúde humana ou à natureza, visto no Quadro 1.

Quadro 1 – O risco à saúde humana quando exposto ao esgoto sanitário bruto e tratado (incluindo sistema unitário e/ou combinado)

Pré Tratamento	Risco à saúde		
	Lançamento diretamente à praia	Lançamentos em emissários “curtos” ^a	Lançamentos em emissários “eficazes” ^b
Não há ^c	Muito alto	Alto	Não apropriado
Preliminar	Muito alto	Alto	Baixo
Primário (incluindo tanques sépticos)	Muito alto	Alto	Baixo
Secundário	Alto	Alto	Baixo
Secundário com desinfecção ^d	-	-	-
Terciário	Moderado	Moderado	Muito baixo
Terciário com desinfecção ^d	-	-	-
Lagoas	Alto	Alto	Baixo

a) O Risco está relacionado à população local. Quanto maior a população maior o risco e o inverso também são verdadeiros.
b) Considera que a vazão de projeto não foi excedida e que as condições extremas da região foram analisadas na concepção do projeto
c) Inclui o sistema combinado (esgoto sanitário e águas pluviais)
d) São recomendados parâmetros adicionais devido à possível ausência de referência fecal

Fonte: WHO, 2003, p.113

O uso do emissário é de fundamental importância para o afastamento da fonte de contaminação da população local, considerando a diluição na ordem de 100:1, diminuindo sensivelmente o risco para a saúde humana e, sobretudo para o meio ambiente.

Os tipos de lançamentos por meio de emissários são:

- Lançamento diretamente para a praia;
- Lançamento “curto”, com provável contaminação nas águas de recreio;
- Lançamento “longo ou eficaz”, onde o emissário é projetado para uma dispersão adequada, preservando, desse modo, a área de recreação.

Muito embora as expressões “emissário longo” ou “emissário curto” sejam comumente utilizados, geralmente não é o principal fator utilizado para avaliação dos emissários, sendo notadamente observada a localização e a dispersão no meio

como principais ferramentas para o monitoramento (WHO, 2003).

Um emissário eficaz deve possuir extensão e estar a uma profundidade suficiente para garantir uma dispersão preservando as áreas de uso comum da população, a pesca, a recreação entre outros.

As características de um sistema para disposição dos esgotos sanitários, por meio de emissários submarinos são demonstradas na Figura 3.

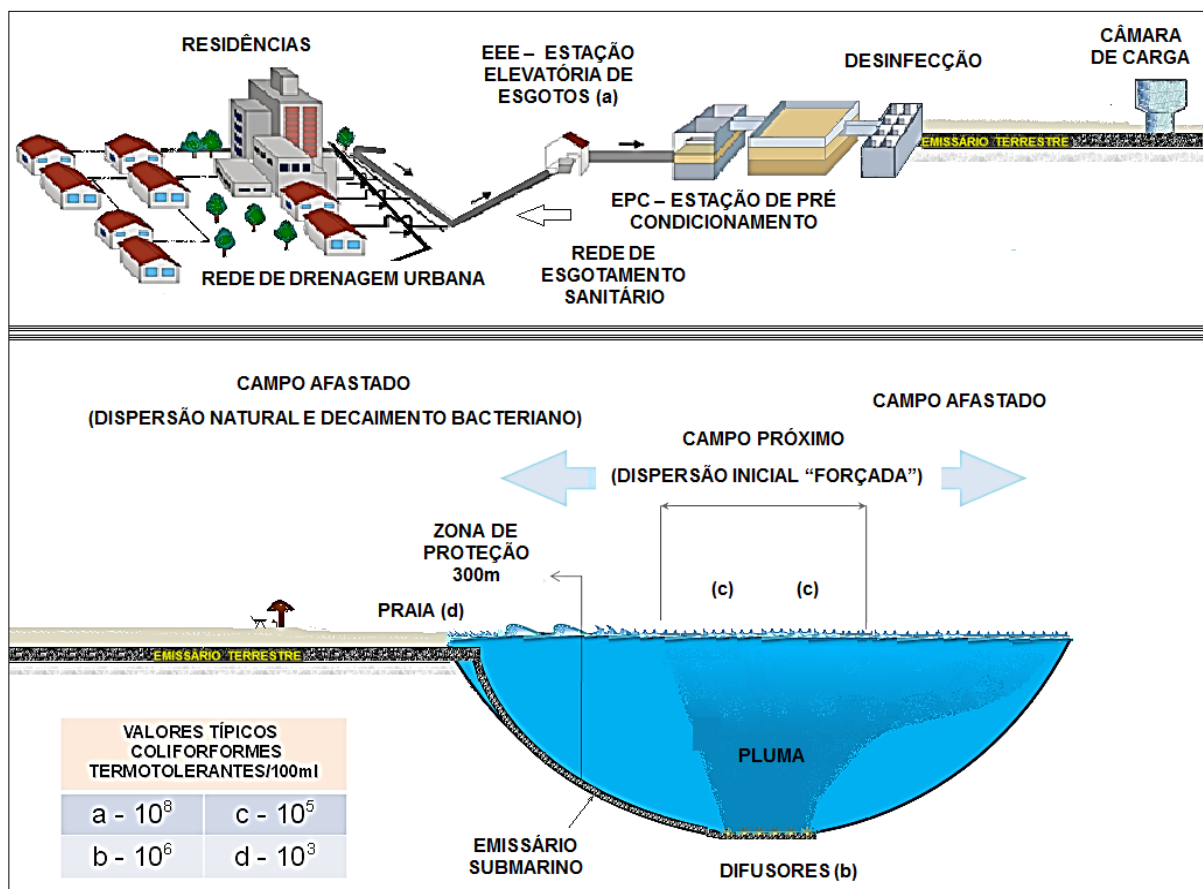


Figura 3 – Características da disposição por meio de emissário submarino (MARCELLINO, 2004, adaptado pelo autor).

Ao escolher a configuração do emissário e o local de disposição, alguns assuntos relevantes devem ser abordados, entre estes podemos destacar:

- Aspectos quantitativos e hidrodinâmicos: condicionantes meteorológicas, marés, circulação de correntes entre outros.

- Qualidade do corpo receptor: Definição da zona de mistura, escolha dos parâmetros para monitoramento, características físicas, químicas e biológicas das águas na região e o padrão requerido.
- Modelagem aplicada: física, matemática/computacional.
- Pré-tratamentos utilizados: Tratamento preliminar, primário, secundário e terciário.

2.3.1. Aspectos quantitativos e hidrodinâmicos da região

Os dados oceanográficos da região são fundamentais para a escolha do local de disposição, auxiliando na compreensão da formação da pluma, na diluição do efluente no corpo receptor, no decaimento bacteriano e, sobretudo na aferição dos modelos hidrodinâmicos.

No levantamento dos dados da região em estudo, devem ser abordadas a batimetria da costa, as correntes e sua influência, as ondas e as marés conhecidas da área de influência, além dessas outras informações devem acompanhar o monitoramento para um melhor entendimento, são essas: o clima da região, a pluviometria e o regime de circulação do estuário.

O mecanismo para circulação e renovação das águas na Baía de Santos é determinado pelas correntes de maré ⁵. Do ponto de vista astronômico, as marés na região da baía de Santos são semi-diurnas com desigualdades diurnas (ver Figura 4), verificando que a primeira preamar ⁶ do dia é mais elevada do que a segunda, no período da Primavera até o Verão (Outubro a Março), sendo iguais no restante do ano. (SEREC, 2011). O regime de marés é influenciado pelas águas de origem oceânica, através das correntes de deriva litorânea que entram na baía pela face oeste e pelas águas mais salobras provenientes do Estuário de Santos, na face leste (Fúlfaro e Ponçano, 1976).

⁵ **As marés astronômicas** são movimentos marinhos verticais causados pela ação da atração gravitacional de corpos celestes sobre a terra (lua e sol). Já as marés meteorológicas são causadas pela ação de fenômenos atmosféricos nos oceanos (sobretudo os ventos), que podem promover uma sobre-elevação do nível do mar.

⁶ Maré cheia ou maré alta

De acordo com as previsões das Tábuas de maré da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil para o Porto de Santos, a altura de maré astronômica varia de 1,60 m a -0,30m, com um nível médio de 0,77 m. As maiores amplitudes diárias de sizígia⁷ atingem 1,6 m nos meses de Março/Abril e Agosto/Setembro.

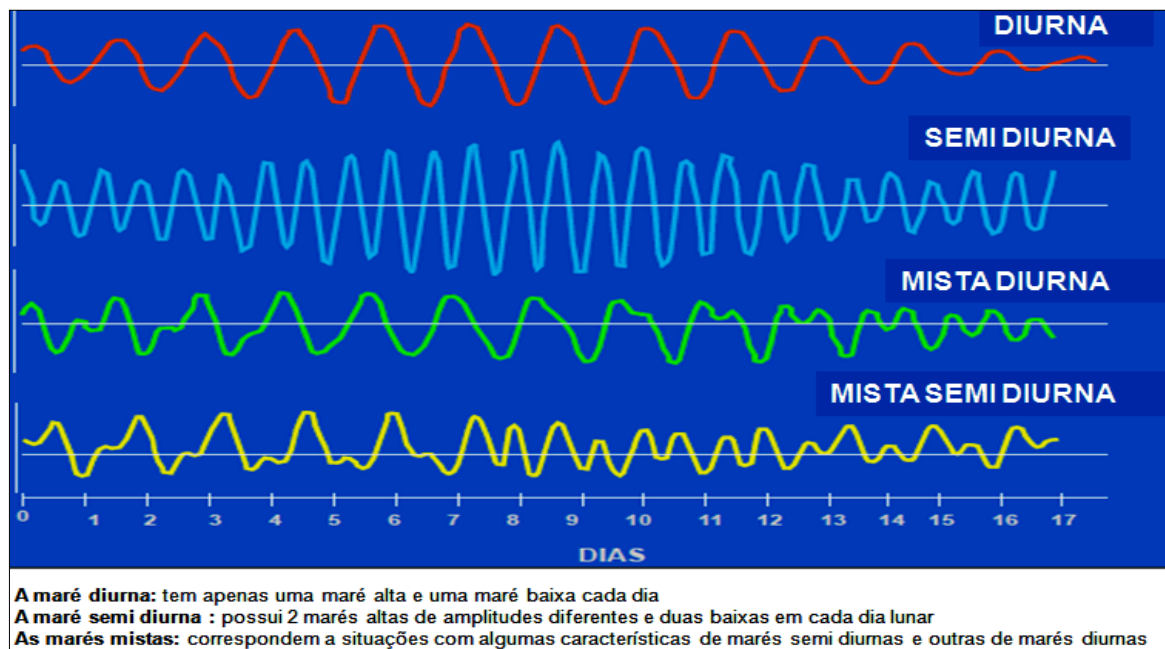


Figura 4 – Diferentes tipos de marés (LENTINI, 2007, Adaptado pelo autor).

Além da porção astronômica, verifica-se forte influência meteorológica nos níveis de água local (maré meteorológica), que implica em variações do nível médio que podem atingir em situações extremas, até 1,10 m acima do nível médio normal, quando da ocorrência de 65 fortes ventos ao largo, geralmente coincidente com entradas de frentes frias, e 0,60 m abaixo do mesmo. Em relação ao nível médio do mar, é previsto no local um nível absoluto de 1,5 m e um mínimo absoluto de -1,8 m. Na preamar média de sizígia, o nível d'água atinge 0,49 m e na baixa-mar média de sizígia, -0,908 m acima do nível do mar (SEREC, 2011).

Segundo BAPTISTELLI (2008), a hidrodinâmica no estuário de Santos é condicionada por três fatores.

- A existência de eixos distintos de enchentes e vazantes;

⁷ Em Oceanografia, marés de sizígia são as que ocorrem nas luas nova e cheia, quando os efeitos lunares e solares reforçam uns aos outros, produzindo as maiores marés altas e as menores marés baixas.

- A presença de vastas áreas de mangues, que influem sobre o escoamento no canal principal, por serem regiões de armazenamento com circulação própria; e
- O encontro do Estuário de São Vicente com o de Santos em torno do Rio Casqueiro.

Somado a isso ocorrem perturbações transientes de ordem meteorológica, representadas pelas frentes frias. Desta forma, o regime de circulação de águas na baía é relevante e mostra que as desembocaduras dos estuários de São Vicente e de Santos têm papel preponderante sobre a baía, funcionando como ponto de atração e dispersão de fluxos, que comandam a orientação regional das correntes.

As condições de dispersão dos poluentes são agravadas em enseadas, baías e laguna, onde a baixa renovação das águas pode comprometer a condição de diluição, como demonstrado na Figura 5. Em regiões costeiras abertas a diluição pode chegar a 100:1, auxiliando a dispersão da carga remanescente de seus afluentes e do emissário submarino (CETESB, 2010^b).

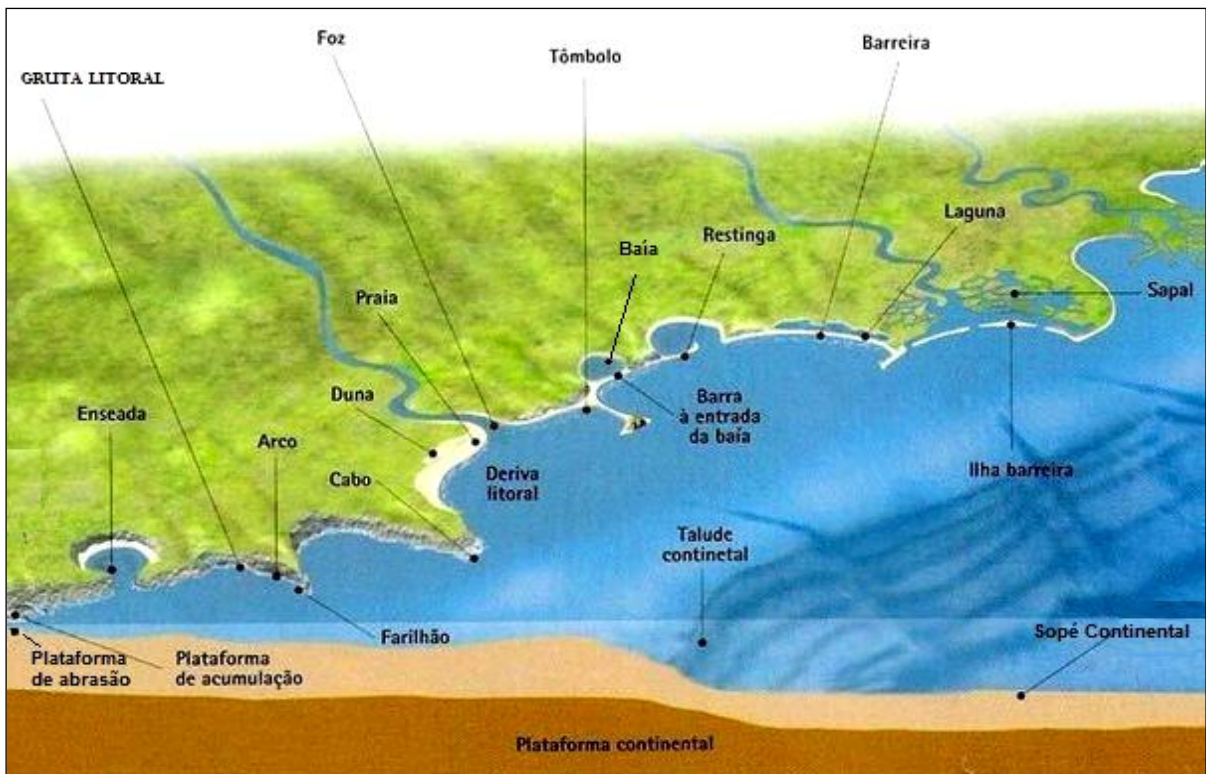


Figura 5 – Fisiografia da região costeira (MEC, 2011, Adaptado pelo autor).

A Batimetria é praticamente uniforme e as isóbatas de 10,20 e 30 m seguem aproximadamente na direção paralela à linha de costa (Figura 6).

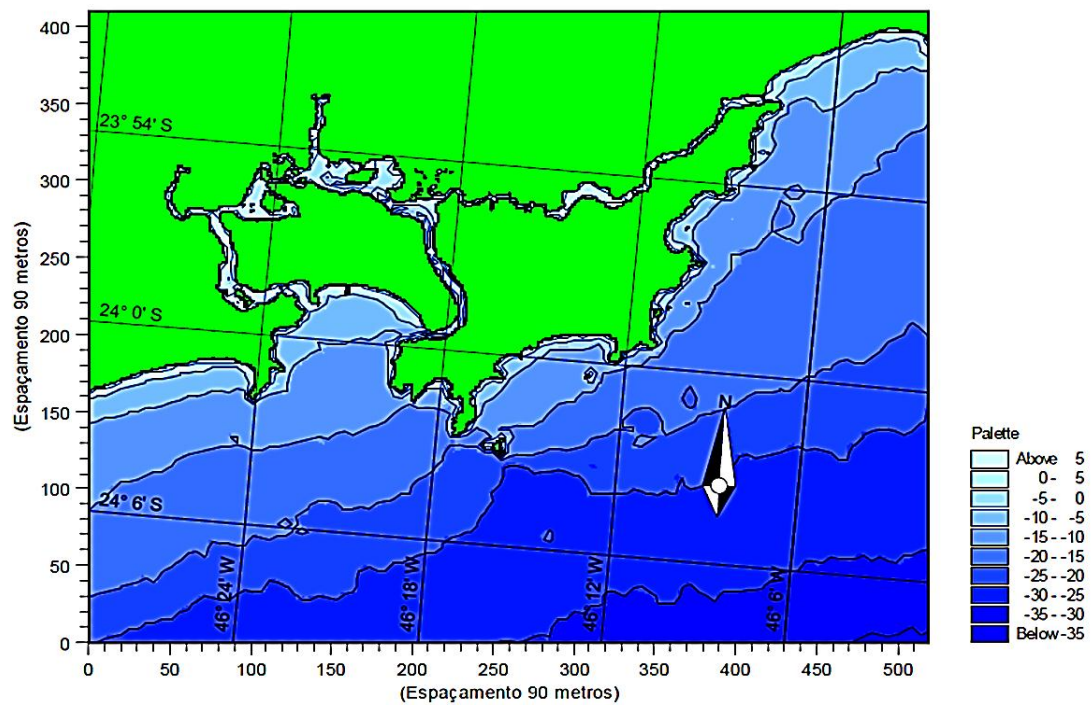
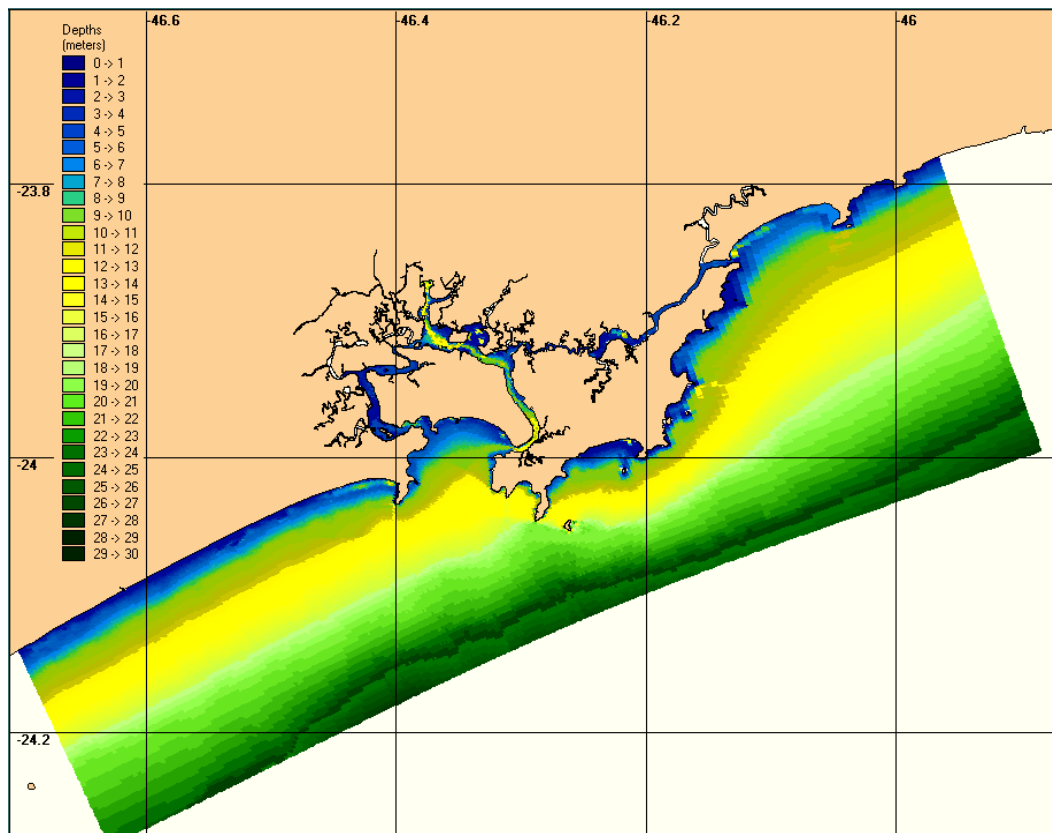


Figura 6 – Batimetria da área em estudo (SEREC, 2011; BAPTISTELLI, 2008).

2.3.2. Características das águas costeiras

A estratificação da coluna de água depende fundamentalmente da salinidade e/ou da temperatura. Devido às diferenças de salinidade entre as águas da Baía de Santos e as águas oriundas do estuário, há uma tendência de que as águas mais salinas circulem próximas ao fundo e de que as menos salinas circulem próximas à superfície, gerando uma estratificação da coluna de água, conforme Figura 7 (OCCHIPINTI, 1973).

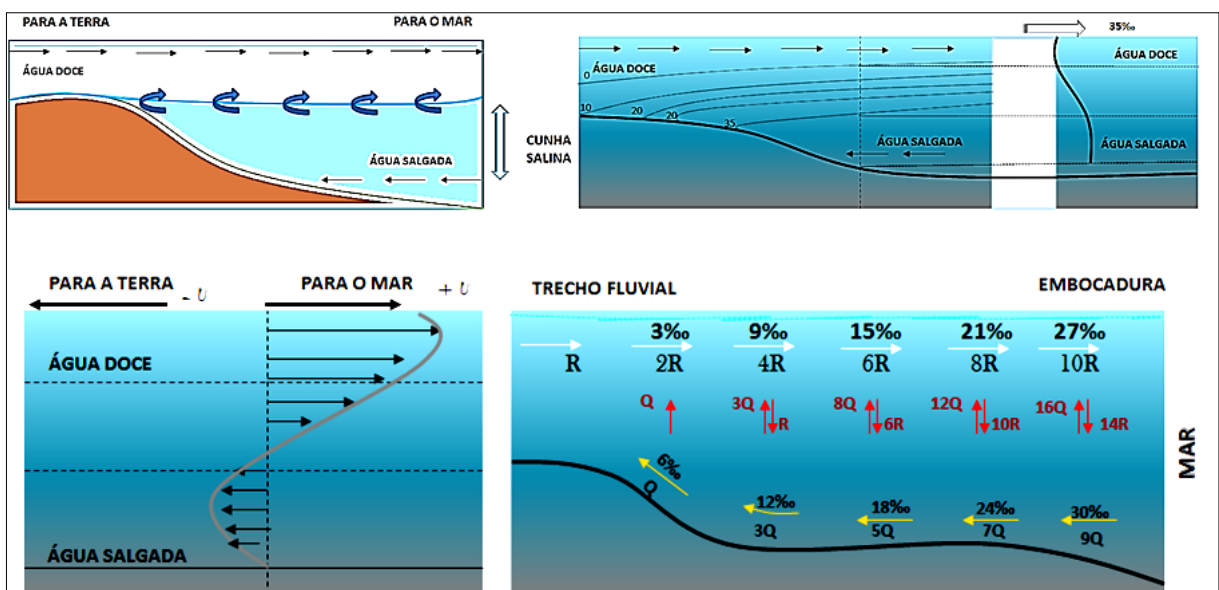


Figura 7 - Embocadura com cunha salina (ALFREDINI, 2011. Adaptado pelo autor)

A afluência das águas costeiras na baía de Santos se faz, sobretudo pelo fundo, em estratificações de até 2m de profundidade. Esta condição predomina em cerca de 80% do tempo, porém, quando ocorre a passagem de frentes frias ou fenômenos derivados, a estratificação não ocorre, dando lugar a uma coluna de água mais homogênea (OCCHIPINTI, 1973).

O principal objetivo das análises realizadas nas águas salinas e sedimentos marinhos é avaliar o grau de contaminação de origem orgânica, nutrientes e bactérias de origem fecal. Tais análises, associadas aos estudos sobre a estrutura das comunidades bentônicas, planctônicas e aos estudos ecotoxicológico, podem fornecer informações importantes sobre a influência dos emissários submarinos na qualidade do corpo receptor (ENCIBRA, 2006).

Em ambiente costeiro, existem áreas com maior “sensibilidade”, nas quais estão sujeitas a eutrofização, isso se deve ao enriquecimento de nutrientes de origem antrópica, provocando a proliferação de macroalgas e organismos patogênicos, resultando em vários problemas para o uso recreacional e para a saúde humana.

Em muitos estuários, sobretudo onde o tempo de detenção hidráulica é elevado, a produção primária do fitoplâncton pode aumentar consideravelmente levando a hipoxia⁸ e em cenário extremo a anoxia⁹ (ORIVE, et al, 2000).

Os indicadores microbiológicos de poluição fecal utilizados em águas salinas são os mesmos preconizados no controle das águas de recreação de contato primário. Embora o risco à saúde representado pela presença de micro-organismos patogênicos em águas esteja estabelecido, não é razoável analisar uma eventual presença para cada micro-organismo patogênico. Uma vez que esses são diversos e podem ser encontrados em baixa densidade, dificultando a sua quantificação. A metodologia analítica seria morosa, além do alto custo com equipamentos e materiais.

Devido a importantes doenças de veiculação hídrica estarem associadas a micro-organismos de transmissão fecal-oral, esses indicadores são em geral bactérias presentes em fezes humanas e de animais de sangue quente (HACHICH, 2011).

Algumas características ou atributos dos indicadores são bem definidos. A mais importante é que o organismo ou grupo de organismos estejam presentes em ambiente aquático concomitantemente com os patogênicos. Eles não devem crescer em meio aquoso, para que se possa ter uma relação com a fonte de poluição (HACHICH, 2011).

Na Tabela 2 é apresentada a composição qualitativa dos micro-organismos da microbiota fecal humana.

⁸ **A hipóxia:** é um fenômeno de baixa concentração de Oxigênio que ocorre em ambientes aquáticos. Ocorre quando a concentração de oxigênio dissolvido (OD) encontra-se a níveis reduzidos, ao ponto de causar danos nos organismos aquáticos presentes no ecossistema

⁹ **Anoxia:** é a "ausência" de oxigênio

Tabela 2 - Composição qualitativa dos micro-organismos da microbiota fecal humana. (Levantamento em 30 adultos)

Micro-organismos	Espécies	Em 30 amostras	Presença (%)	Frequência
Bactérias aeróbias gram negativas	<i>Escherichia coli</i>	30	100	Constante
	<i>Citrobacter - Levinia</i>	20	66	Alta
	<i>Klebsiella</i>	15	50	Média
	<i>Enterobacter</i>	Três	10	Rara
Bactérias aeróbias gram positivas	<i>Enterococcus</i>	30	100	Constante
	<i>Staphylococcus</i>	15	50	Média
	<i>Bacillus</i>	28	93	Alta
Bactérias anaeróbias gram negativas	<i>Bacteroides</i>	30	100	Constante
Bactérias anaeróbias gram positiva	<i>Lactobacillus</i>	30	100	Constante
	<i>Clostridium</i>	23	76	Alta
Leveduras	-	20	66	Alta
Bolores	-	16	53	Média

Fonte :LECLERC, H.et al, p.25, 1977.

Muito embora as bactérias anaeróbias sejam as mais abundantes, como é mostrada na Tabela 3, sua análise é tecnicamente mais complexa. Além disso, têm curta sobrevivência na água.

“[...] A preferência é para bactérias aeróbias facultativas, dentre os gram-negativos o grupo dos coliformes¹⁰, destacando-se a *Escherichia coli*, e dentre os gram positivos, os *Enterococcus* são os mais utilizados. [...]” (HACHICH, 2011, grifo nosso)

Portanto os micro-organismos mais utilizados como indicadores, são as bactérias pertencentes ao grupo dos Coliformes Termotolerantes¹¹ (anteriormente analisados como coliformes fecais), *Enterococcus/Streptococcus fecais* e a bactéria *Escherichia coli* (HACHICH, 2011).

¹⁰ **Coliformes: conceituados** como bactérias pertencem à família *Enterobacteriaceae* que possuem a enzima β -D-galactosidase. Grandes partes das bactérias do grupo coliforme são dos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, entre outros. Além de indicador fecal, elas podem ser encontradas em águas com elevada matéria orgânica em decomposição.

¹¹ **Coliformes Termotolerantes:** são definidos como microrganismos do grupo coliforme capazes de fermentar a lactose a 44-45°C, sendo representados principalmente por *Escherichia coli* e, também por algumas bactérias dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*, entre outros. Somente *Escherichia coli* é de origem exclusivamente fecal, estando sempre presente, em densidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal.

Tabela 3 – Composição quantitativa dos micro-organismos da microbiota fecal humana. (Levantamento em 30 adultos)

<i>Micro-organismos</i>	<i>Espécies</i>	<i>Média (UFC*/g)</i>	<i>Nº de amostras positivas (n = 30)</i>
Total de bactérias	-	$1,5 \times 10^{11}$	24
Total de bactérias aeróbias	-	7×10^8	30
Bactérias aeróbias gram negativas	<i>Escherichia coli</i>	4×10^8	30
	<i>Citrobacter</i>	1×10^6	20
	<i>Klebsiella</i>	5×10^4	14
	<i>Enterobacter</i>	1×10^5	3
Bactérias aeróbias gram positivas	<i>Enterococcus</i>	2×10^8	30
	<i>Staphylococcus</i>	8×10^6	15
	<i>Bacillus</i>	3×10^4	28
Bactérias anaeróbias gram negativas	<i>Bacteroides</i>	1×10^{10}	30
Bactérias anaeróbias gram positivas	<i>Lactobacillus</i>	1×10^9	30
	<i>Clostridium</i>	4×10^6	23
Leveduras	-	5×10^4	20
<i>Bolores</i>	-	4×10^4	16

* Unidades Formadoras de Colônias

Fonte :LECLERC, H.et al,p.26, 1977

2.3.3. Modelagem aplicada: física, matemática/computacional.

Os modelos matemáticos visam representar os fenômenos naturais, através de equações. Estas equações necessitam do uso de coeficientes obtidos em medições locais, ou até mesmo estimado em modelos físicos. Na modelagem matemática, nem sempre é possível a resolução de forma eficaz. Portanto faz-se necessário desprezar alguns termos e formular hipóteses sobre a distribuição espacial de certas grandezas, ou discretizar ¹²o tempo e o espaço. A escolha adequada do modelo e das hipóteses é fundamental para a qualidade dos resultados obtidos. Os dados obtidos em campo são comumente utilizados nas etapas de inicialização, calibração e validação dos modelos matemáticos.

A modelagem matemática e, sobretudo o cálculo computacional, adquiriram nas últimas décadas uma importância evidente. As engenharias ligadas às áreas de recursos hídricos e saneamento possuem maior interação no assunto, utilizando a

¹² O processo de discretização é a forma como a estrutura deve ser construída, para que o algoritmo gere a sequência desejada.

modelagem como ferramenta na avaliação dos emissários.

*“[...] A utilização de modelos computacionais como ferramenta para simulações do **padrão de circulação hidrodinâmica e de qualidade da água, tem importância fundamental nos estudos costeiros**, sobretudo no que diz respeito aos estudos ambientais [...]” (BAPTISTELLI, 2008, grifo nosso).*

Há mais de 20 modelos de circulação (BLENINGER, 2006), sendo que a maioria é utilizada em estudos oceanográficos.

Nos estudos de emissão do efluente tratado em águas costeiras, a modelagem da pluma formada é relevante. A dispersão possui fases distintas (como mostra a Figura 8), entre estas fases podemos destacar:

- Fase 1: a diluição inicial, onde o efluente deixa a fonte até que ele encontre uma superfície horizontal (fundo ou superfície do mar) ou até que seja neutralizada a força de empuxo, esta fase também é conhecida como a fase do jato. Há duas características peculiares nesta fase: a diferença de concentração do efluente e do corpo receptor e a velocidade de lançamento do efluente;
- Fase dois: esta fase representa o colapso dinâmico, onde o efluente dispersa na profundidade de estabilização. Esta diferença tende a diminuir com o tempo (a influência do jato na dispersão será menor), sendo a dispersão passiva (onde a pluma não possui um movimento próprio e segue a dinâmica local).
- Fase três: que consiste na difusão turbulenta passiva e na advecção produzida pelas correntes na região de estudo.

	CAMPO PRÓXIMO	TRANSIÇÃO	CAMPO AFASTADO	DILUIÇÃO EM LARGA ESCALA
	DILUIÇÃO INICIAL			
		ESTABILIZAÇÃO		
			DISPERSÃO PASSIVA	
	DISPERSÃO PASSIVA E ADVECCÃO PRODUZIDA PELAS CORRENTES			
				DILUIÇÃO EM LARGA ESCALA
				FORMAÇÃO DE SEDIMENTOS
			1 HORA	1 DIA
				1 SEMANA
				1 MÊS
Tempo (min)	10	10 ²	10 ³	10 ⁴
				10 ⁵
		1 Km	10 Km	100 Km
Espaço (m)	10	10 ²	10 ³	10 ⁴
				10 ⁵

Figura 8 - Escala aproximada de tempo/espaço da dispersão (PHILIP, 2010, adaptado pelo autor).

Para análise das zonas de mistura são comumente utilizados os seguintes modelos hidrodinâmicos.

Quadro 2 – Modelos hidrodinâmicos comumente utilizados para a Zona de Mistura

Modelo utilizado em campo próximo	Condição
CORMIX, PLUMES, RSB entre outros	Alta/baixa vazão, baixa corrente, profundidade, dispersão da pluma, estratificação entre outros.
Delft 3D, Mike 3, POM/ECOM, ROMS, Telemac 3 entre outros	Regiões costeiras complexas, quanto à batimetria, topografia e Correntes complexas

Os programas de modelagem utilizados no campo próximo descrevem as características da pluma na zona de mistura¹³, permitindo aos usuários simular uma única pluma ou mesclar outras com características distintas.

Entre os recursos utilizados podemos destacar:

- Produção gráfica dos dados gerados;

¹³ **Zona de mistura:** região do corpo receptor, estimada com base em modelos teóricos aceitos pelo órgão ambiental competente, que se estende do ponto de lançamento do efluente, e delimitada pela superfície em que é atingido o equilíbrio de mistura entre os parâmetros físicos e químicos, bem como o equilíbrio biológico do efluente e os do corpo receptor, sendo específica para cada parâmetro.

- Produção de banco de dados próprio;
- Conversor próprio para várias unidades de medida;
- Utilização de variáveis adversas do meio ambiente;
- A capacidade de análise com maior rapidez;
- As características para o decaimento bacteriano pode ser avaliada, utilizando as temperaturas (ar e amostra), salinidade, radiação solar e a absorção da luz na coluna de água; e
- Pode ainda verificar o desempenho de um emissário durante longos períodos, simulando a diluição de determinados parâmetros em condições normais ou extremas.

A Agência Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), utiliza o *Software* CORMIX (*Cornell Mixing Zone*) que é um instrumento de análise e prognóstico do lançamento e dispersão do efluente no corpo d'água, permitindo a verificação do atendimento quanto aos parâmetros de qualidade do corpo receptor em relação à legislação vigente (CETESB, 2004) ¹⁴.

Este modelo matemático computacional é recomendado pela USEPA, em função de sua eficiência e confiabilidade.

Uma série de publicações técnicas descreve as bases científicas do sistema, inclusive a demonstração da comparação e validação de dados de campo com experiências em laboratório (JIRKA; AKAR, 1991; JIRKA et al, 1996; JIRKA; LEE, 1994).

Na Figura 9 apresenta a configuração da zona de mistura e os pontos de amostragem realizada pela CETESB e preconizados pelas Resoluções CONAMA 430/2011 e 357/2005.

¹⁴ Parecer Técnico Nº25/04/EEEL/EEQL

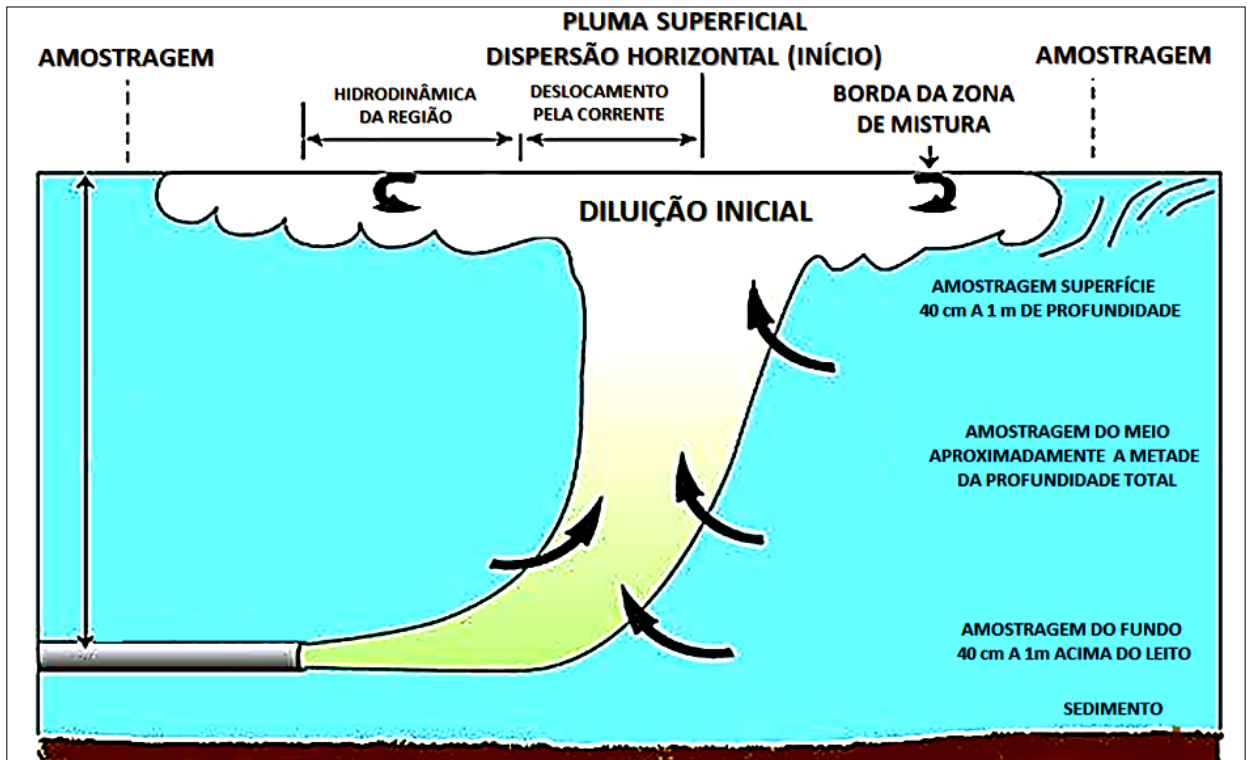


Figura 9 – Pontos de amostragem e características da zona de mistura (USEPA, 2011, adaptado pelo autor).

A Figura 10 resume os principais processos utilizados pelo CORMIX na zona de mistura.

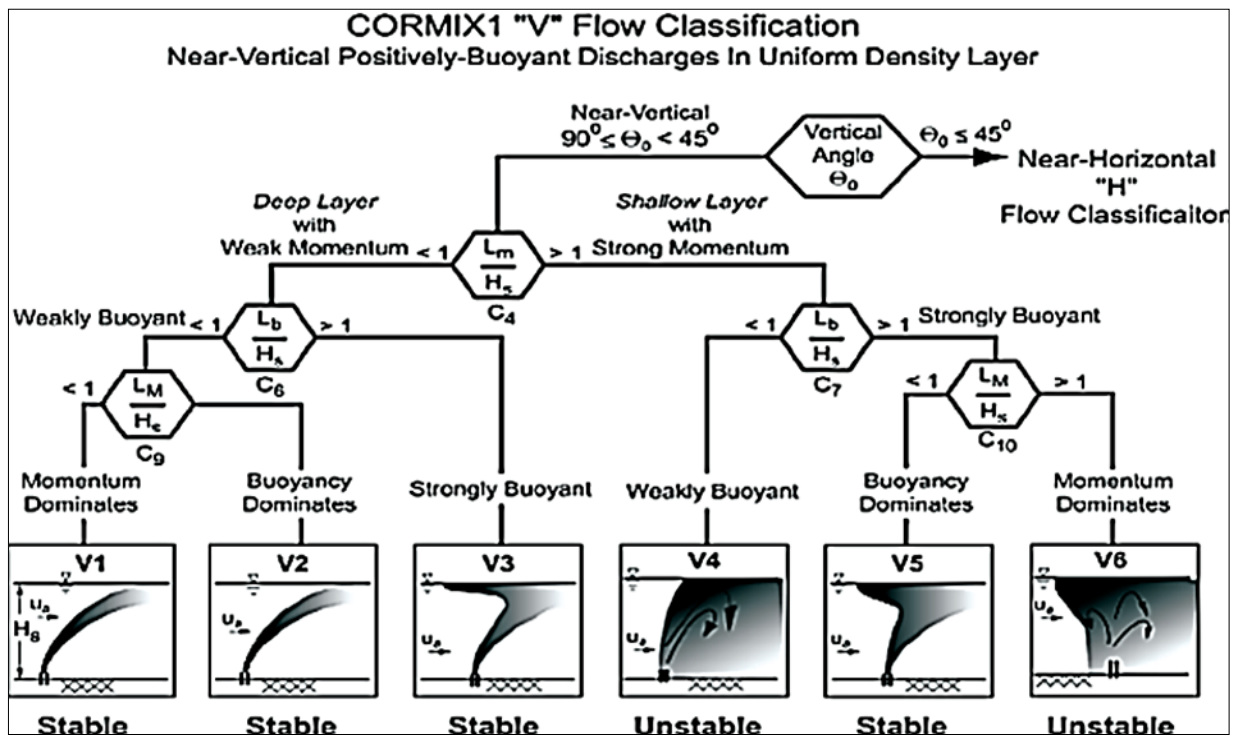


Figura 10. Fluxo para um único lançamento em um layer de densidade uniforme (SÃO PAULO, 2006).

Obs.: O sistema possui cerca de 80 classes de fluxo genérico

A modelagem física se torna útil quando utilizada para a calibração de modelos

numéricos.

Em ensaios teóricos, realizados pelo Centro Tecnológico de Hidráulica – CTH/EPUSP foram utilizadas descargas submersas de jatos simples com número de *Froude densimétrico* na descarga $Fd_0 = 6, 11$ e 20 (Pinheiro; Ortiz, 1997 e 1999).

A Fórmula (1) apresenta os resultados ao longo do eixo longitudinal do jato/pluma, comparado com resultados de literatura, para a condição de lançamento de orifício único com $Fd_0 = 11$, onde:

$$Fd_0 = \frac{u_0}{\sqrt{g \frac{\Delta\rho}{\rho_a} d_0}} \quad (1)$$

Sendo:

u_0 – velocidade média do jato na secção de descarga;

g – aceleração da gravidade

$\Delta\rho$ – diferença entre a massa específica do líquido ambiente e a massa **específica** do efluente;

ρ_a – massa específica do líquido ambiente

d_0 – diâmetro do orifício de descarga

Os resultados apresentados na Fórmula (1) permitem a comparação entre os valores experimentais, obtidos para $Fd_0=11$, com os valores obtidos pela utilização do software *CORMIX*, e com outros valores da literatura. Os resultados são satisfatórios comparados à aplicação ao campo próximo.

O *CORMIX* é um *software* baseado no método integral e na hipótese de distribuição *gaussiana* de velocidade e de concentração a partir da região de descarga do efluente, com amplo espectro de aplicação, considerando descargas simples ou múltiplas, superficial ou profunda (JIRKA; AKAR, 1991).

Embora sua utilização seja importante para uma primeira avaliação do campo próximo, sua aplicação o quadro de transição e o campo distante são mais restritos.

Os Resultados experimentais para $Fdo=11$, comparados com a aplicação do software CORMIX e literatura, são demonstrados na Figura 11.

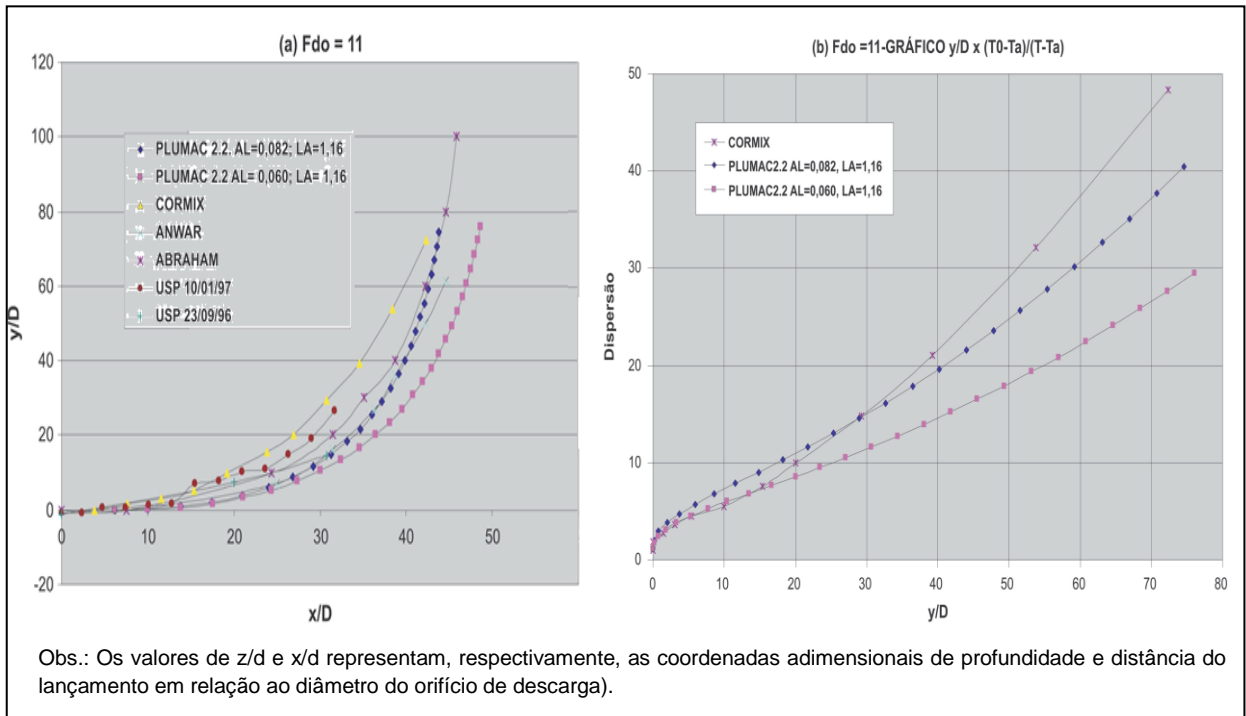


Figura 11 – Resultados experimentais para $Fdo=11$, comparados com a aplicação do software CORMIX e literatura (MARCELLINO, 2001).

Em um estudo realizado para o emissário de Santos/São Vicente em 2000, as seguintes etapas foram envolvidas (SÃO PAULO, 2006 p.91)¹⁵:

- Identificação e mapeamento dos padrões de dispersão da pluma de esgoto no emissário de Santos através da análise de imagens *TM – Landsat e HRV- SPOT*;
- Utilização de dados ambientais como subsídio à interpretação dessas imagens; e
- Comparação com resultados gerados pelo *CORMIX*.

¹⁵ O trabalho apresentado contou com suporte do CNPq em 2000/2001, através do apoio ao projeto individual de pesquisa do Prof. Jayme Ortiz (proc. n° 463552/00-8), além da colaboração da Marinha do Brasil, CETESB e da SABESP, no que se refere à obtenção de dados de campo, de projeto e operação do emissário submarino. No período de 2002/2004. Houve também o apoio do programa internacional CAPES/DAAD/PROBRAL (Programa Brasil-Alemanha) através do projeto n° 139/02.

O processamento das imagens foi realizado pelo software *SPRING 3.5* (Sistema de processamento de informações georeferenciadas).

Como resultados formaram seis plumas a partir do lançamento do esgoto tratado em períodos distintos. Para delimitação das plumas foram utilizadas as imagens de satélite *TM-Landsat HVR-Spot* e fotografias acopladas à modelagem computacional (Figura 12).

Os padrões de pluma apresentados podem ser entendidos usando as simulações com o *CORMIX* (Figura 13), na qual mostra que a pluma pode ou não atingir a superfície (verificando que no campo próximo a pluma chega à superfície, mas em seguida submerge na direção do campo distante), o que é confirmado nas imagens de satélite apresentadas.

+

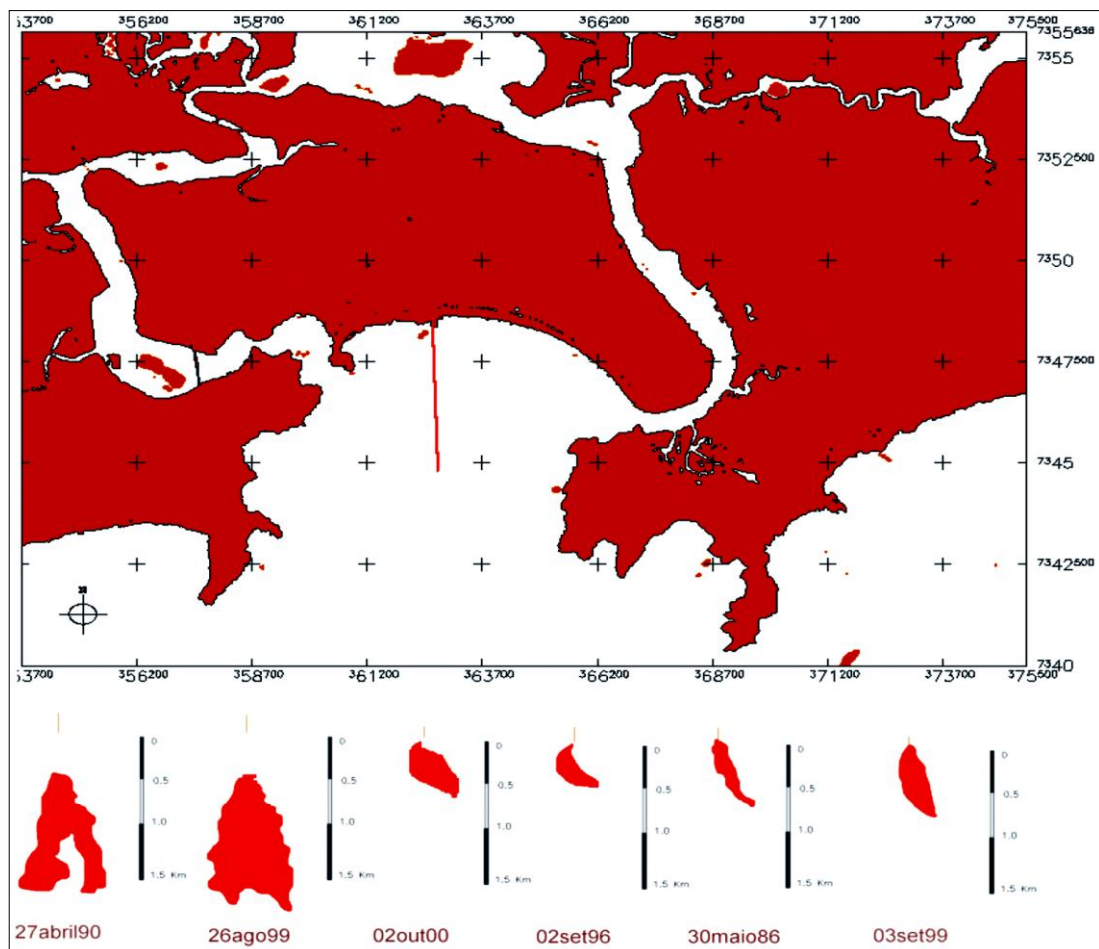


Figura 12 – As plumas resultantes na Baía de Santos (SÃO PAULO, 2006).

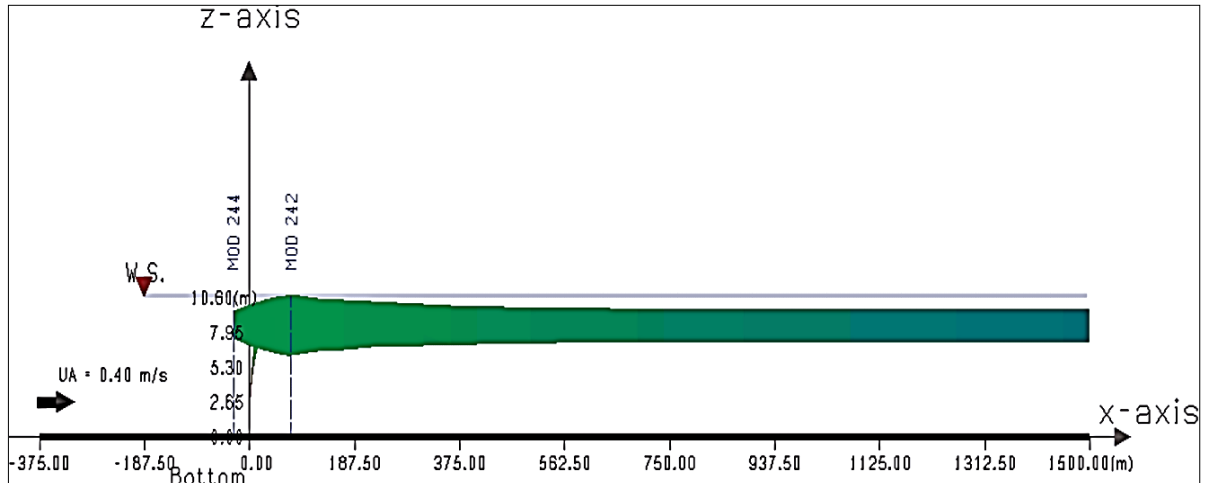


Figura 13 – Vista lateral da pluma analisado pelo *CORMIX*, o surgimento na superfície no campo próximo e o posterior distanciamento desta em relação à superfície no campo distante (SÃO PAULO, 2006).

No Tabela 4 são apresentadas as dimensões da pluma, analisadas em situações comparativas com imagens de satélite e utilizando o *CORMIX*.

Tabela 4– Comparação de diferentes plumas a partir da extensão dos difusores

Distância a partir do difusor (m)	Largura da pluma (m) Analisadas pelas imagens	Largura da pluma (m) Analisadas pelo <i>CORMIX</i>
730	380 - 411	500 - 640
1.030	560 - 570	660 - 920
1.700	911 - 926	920 - 960

Fonte: SÃO PAULO, 2006.

Já no Tabela 5 é demonstrado os resultados obtidos pelo *CORMIX* para ambiente não estratificado, em relação à descarga do emissário de Santos/São Vicente.

Tabela 5 – Resultados obtidos pelo *CORMIX*, em 2000.

Variáveis	Emissário de Santos/ São Vicente		
	Cenário		
	1	2	3
Vazão atual (m ³ /s)	3,0		
Vazão 1ª etapa (m ³ /s)		3,0	
Vazão final de plano (m ³ /s)			7,0
<i>Coliformes fecais</i> , na saída do emissário (NMP/100mL)	4,5. 10 ⁶	4,5. 10 ⁶	4,5.
Nº de bocais operando	32	40	80
Concentração de <i>Coliformes fecais</i> (NMP/100mL) na faixa de proteção - à 300 m da costa	225	224	558

Fonte: SÃO PAULO, 2006.

2.3.4. Sistema de esgotamento sanitário, índices de coleta e tratamento.

Os municípios paulistas, situados em regiões costeiras comumente utilizam o sistema de esgotamento parcial ¹⁶ ou unitário¹⁷, que somada à baixa cobertura de coleta e tratamento de esgotos, traz algumas características à região, entre elas:

- Projeto, construção e operação de sistemas de tratamento de esgoto inadequado para a região;
- Lançamento dos esgotos em rios, córregos ou em sistema de drenagem de águas pluviais;
- Dimensionamento: Rede de esgotamento inadequada; e
- Carreamento dos dejetos até o corpo d'água próximo, onde posteriormente afluem ao mar de forma direta ou indireta, como carga difusa.

O Índice de Coleta de Tratamento dos Esgotos gerados pela População Urbana de Municípios – ICTEM, mostra a remoção efetiva da carga orgânica, em relação àque-la gerada pela população (carga potencial).

Esse índice considera inclusive outros elementos responsáveis pela formação do sistema de tratamento de esgotos, tais como a coleta, o afastamento e o tratamento dos esgotos, bem como o atendimento à legislação. O índice foi criado em atendimento à demanda da Secretaria do Meio Ambiente e de forma a incluir ponderações sobre a coleta e tratamento de esgotos na composição geral do índice do Projeto Município Verde/Azul. Situações distintas de vários municípios podem ser comparadas considerando a evolução ou estado de conservação de um sistema público de tratamento de esgotos. Em relação à Baixada Santista, a Tabela 6 mostra a situação atual dos municípios, no que tange ao esgotamento sanitário, mostrando o

¹⁶ **Sistema de esgotamento parcial:** Uma parcela das águas de chuva, proveniente de telhados e pátios são encaminhadas juntamente com as águas residuárias e águas de infiltração do subsolo para um único sistema de coleta e transporte de esgotos. Portanto, no sistema separador parcial o sistema de esgotos urbanos é, também, constituído de redes de esgoto e de galerias de águas pluviais.

¹⁷ **Sistema de esgotamento unitário, ou sistema combinado** é o sistema em que as águas residuárias (domésticas e industriais), águas de infiltração (água de subsolo que penetra no sistema através de tubulações e órgãos acessórios) e águas pluviais veiculam por um único sistema.

percentual de esgoto tratado e o corpo receptor impactado.

Tabela 6 – População, situação do sistema de esgotamento e ICTEM para a região da Baixada Santista.

Município	Responsável	População (IBGE/2010)			Atendimento (%)		Eficiência	Carga Poluidora (Kg.DBO/dia)		ICTEM	Corpo Receptor
		Total	Urbana	% Urb.	Coleta	Tratamento	(%)	Potencial	Remanes.		
Bertioga	SABESP	47.572	46.818	98,42	59	100	81,6	2.569	1.332	6,0	Rio Itapanhaú
Cubatão		118.797	118.797	100	36	100	70	6.415	4.798	4,2	Rio Cubatão
Guarujá		290.607	290.556	99,98	51	0	-	15.693	15.693	1,0	Enseada/ Est. de Santos
Itanhaém		87.053	86.238	99,06	7	75	96	4.701	4.464	1,9	Rio Poço, Itanhaém e Curitiba.
Mongaguá		46.310	46.108	99,56	22	100	88	2.501	2.017	3,6	Mar
Peruibe		59.793	59.125	98,88	21	100	79	3.229	2.693	3,2	Rio Preto
Praia Grande		260.769	260.769	100	49	0	-	14.082	14.082	0,9	Mar
Santos		419.757	419.443	99,93	97	0	-	22.667	22.667	1,7	Baía de Santos e Canal S.Jorge
São Vicente		332.424	331.792	99,81	64	30	87,5	17.951	14.935	2,7	Rios Mariana /Branco/ Est. Santos /Baía de Santos

Fonte: CETESB, 2011

Na Fórmula (2) está representado o Cálculo do ICTEM

$$\text{ICTEM} = ((0,015 \times C) + (0,015 \times T) + (0,065 \times E) + D + Q) \quad (2)$$

Sendo:

C - % da pop. urbana com rede de coleta de esgotos;

T - % da pop. urbana com rede de esgotos e provida de tratamento;

E - redução global da carga orgânica do município (%);

D - Destino dos resíduos da ETE (adequado = 0,2; inadequado = 0,0);

Q - Qualidade do corpo receptor (não desenquadrada = 0,3; desenquadrada = 0,0).





FAIXA		Obs.: A nota no ICTEM reflete a relação entre o investimento realizado em saneamento e a porcentagem de coleta e tratamento de esgoto, associada à eficiência em remoção à carga orgânica.
	7.6 - 10	
	5.1 - 7.5	
	2.6 - 5	
	0 - 2.5	

Figura 14 - Faixas de ICTEM e qualificação (CETESB, 2011)

Outro aspecto relevante são as atividades portuárias, peculiares em ambientes regionais costeiros, demonstrada na Figura 15. Essas atividades formam um vasto potencial de impactos ambientais, sobretudo nas águas costeiras. Somam-se neste rol as dragagens (disposição dos materiais dragados), os acidentes ambientais com derramamento de produtos, a geração de resíduos sólidos, contaminações por lavagens de embarcações e drenagens de instalações, introdução de organismos exóticos nocivos embarcados em outras partes do Planeta, nas águas de lastro dos navios, lançamento de resíduos e efluentes líquidos (CIRM, 1998; Porto e Teixeira, 2002).

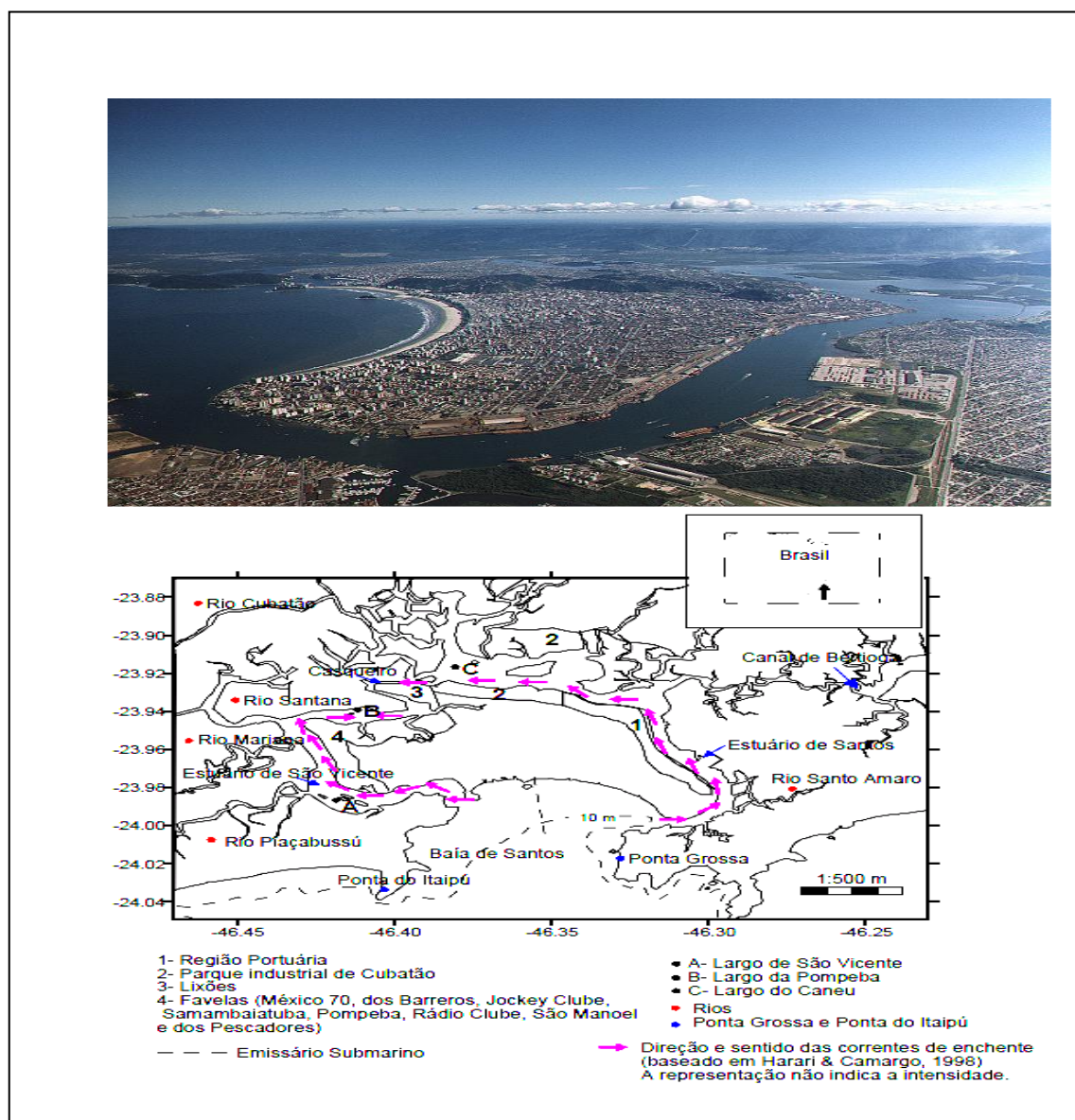


Figura 15 – Vista geral do Porto de Santos e as possíveis influências na Baía (BRITO NEVES, 2011; ENCIBRA, 2006).

3. LEGISLAÇÕES PERTINENTES

3.1 Legislação referente à Zona Costeira no Brasil

O uso da legislação pertinente é um dos instrumentos legais utilizados na gestão das águas costeiras.

Considerado parte integrante da Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM) e da Política Nacional do Meio Ambiente, o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) foi instituído pela Lei Nº 7.661, de 16 de maio de 1988, com o objetivo de orientar a utilização racional dos recursos naturais em Zona Costeira, de forma a contribuir para a qualidade de vida da população, e a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultura (BRASIL, 1988).

A Resolução Nº 005, de 03 de dezembro de 1997 aprova o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II), buscando adequar o PNGC à sua prática atual, contemplando assim, a experiência acumulada, incorporando as novas demandas no âmbito da sociedade, cujo marco balizador está representado nos documentos gerados pela Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como RIO-92. Ressalta-se a "Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento" e a "Agenda 21" (BRASIL, 1997).

A Lei Nº 10.019, de 3 de Julho de 1998, institui o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro, que estabelece os objetivos, diretrizes, metas e os instrumentos para sua elaboração, aprovação e execução, com a finalidade de disciplinar e racionalizar a utilização dos recursos naturais da Zona Costeira, visando a melhoria da qualidade de vida das populações locais e a proteção dos ecossistemas (SÃO PAULO, 1998).

A Zona Costeira é o espaço geográfico delimitado pela zona de interação entre o mar e o território, incluindo seus recursos renováveis ou não (BRASIL, 1988).

A divisão da Zona Costeira é representada no Quadro 3 e Figura 16.

Quadro 3– Divisão da Zona Costeira

ZONA	EXTENSÃO	CARACTERÍSTICAS LEGAIS
Mar Territorial	Até 12 milhas a partir da costa ou linhas de base de cada país	É considerada parte do território costeiro, na qual o país exerce sua soberania e jurisdição.
Zona Contíguo	12 milhas adicionais a partir do Mar Territorial	O país tem direito de controlar a imigração, alfândega e poluição.
Zona Econômica Exclusiva	Até 200 milhas a partir da costa	Direitos de soberania para fins de exploração, aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais das águas sobrejacentes ao leito do mar até o seu subsolo
Plataforma Continental	Compreende o leito e o subsolo das áreas submarinas até a borda da margem continental. Mínima de 200 e máxima de 350 milhas da costa	O país tem direito aos recursos minerais desta plataforma, inclusive petróleo.
Mar Aberto	Zona marítima, além das áreas de jurisdição nacional.	Uso comum

Fonte: BRASIL, 1993

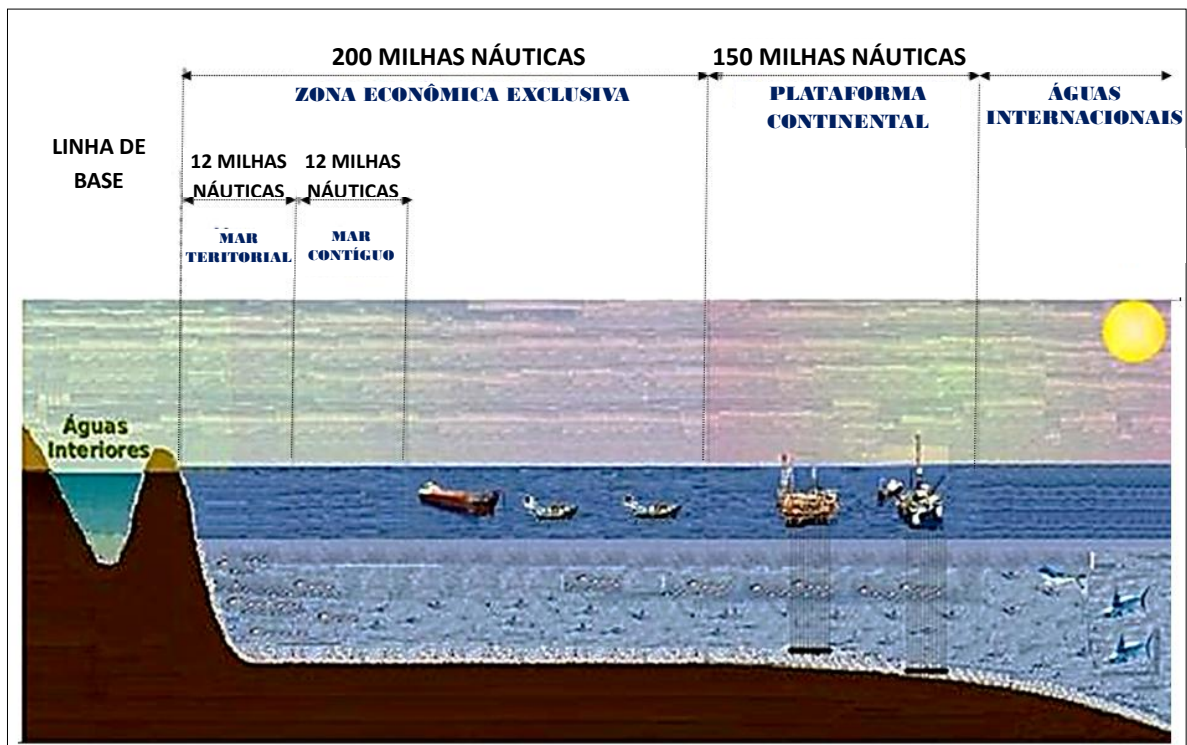


Figura 16 – Delimitação da Zona Costeira (Brasil, 1993, adaptado pelo autor).

No âmbito federal o Decreto Nº 5.300 de 7 de dezembro de 2004 estabelece os limites, princípios, objetivos, instrumentos e competências para a gestão, bem como as regras de uso e ocupação da zona costeira, especialmente a orla marítima.

No âmbito estadual o Decreto Nº 49.215, de 7 de dezembro de 2004, dispôs sobre o zoneamento do Litoral Norte, considerando a necessidade de promover o ordenamento territorial e disciplinando os usos e atividades de acordo com a

capacidade de suporte do ambiente, ainda assim, estabelece as formas e os métodos de manejo dos organismos aquáticos, bem como procedimentos relativos às atividades de pesca e aquicultura de modo a resguardar a pesca artesanal.

Sua importância está também no fato de fornecer os subsídios necessários à fiscalização e ao licenciamento ambiental.

3.2. Condições e padrões de qualidade das águas

Sendo os emissários submarinos fontes potenciais de poluição, devem ser submetidos ao licenciamento ambiental, preconizado pela Resolução CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997 e na Resolução da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – SMA 54, de 19 dezembro de 2007.

O conjunto de condições e padrões de qualidade das águas necessárias ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros é estabelecido pela legislação ambiental em vigor e pelos órgãos administrativos de meio ambiente.

As condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor, preconizados no Quadro 4, fornecem subsídios para resguardar o uso preponderante destes.

A Figura 17 retrata os pontos de identificação das condições de lançamento em rede pública, padrões de qualidade e lançamento em águas salinas.

No Estado de São Paulo e no Brasil os efluentes líquidos devem atender as condições e padrões de emissão, “*end of pipe*”¹⁸, e não conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com seu enquadramento (NIETO, 2011).

¹⁸ *End of pipe* – Expressão para a condição e padrão do efluente final tratado, para lançamento em corpo Hídrico

Quadro 4 – Condições e Padrões utilizados no monitoramento do Emissário Submarino

Padrão de qualidade do corpo receptor.	Regulamento da Lei do Estado de São Paulo 997 de 31.05.76, aprovado pelo Decreto 8468 de 08.09.76. Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de Março de 2005.
Lançamento de Efluentes	Artigo 18 do Regulamento da Lei do Estado de São Paulo 997 de 31.05.76, aprovado pelo Decreto 8468 de 08.09.77. Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de Maio de 2011 que altera parcialmente e complementa a Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005.
Condições e padrões de balneabilidade, necessárias à recreação de contato primário.	Resolução CONAMA Nº 274, de 29 de Novembro de 2000.

Fonte: Legislação vigente



* Artigo 19-A do Regulamento da Lei do Estado de São Paulo Nº 997 de 31.05.76, aprovado pelo Decreto Nº 8468 de 08.09.77.

Figura 17 – Representação das Condições e Padrões de Qualidade e de Lançamento em águas salinas (Elaborado pelo autor)

As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes.

As águas possuem a seguinte definição, mostrado no Quadro 5:

Quadro 5 – Classificação das águas, quanto à salinidade.

Tipos	Salinidade
Águas doces	Inferior a 0,5 ‰
Águas salobras	Superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰
Águas salinas	Igual ou superior a 30 ‰

Fonte: CONAMA Nº 357/2005

No Quadro 6 é apresentada a classificação das águas doces, salinas e salobras quanto à legislação estadual e federal.

Quadro 6 – Classificação das águas quanto à legislação estadual e federal.

Águas Doces		Águas Salinas		Águas Salobras	
São Paulo ⁽¹⁾	Federal ⁽²⁾	São Paulo ⁽¹⁾	Federal ⁽²⁾	São Paulo ⁽¹⁾	Federal ⁽²⁾
Classe 1	Classe Especial	-	Classe Especial	-	Classe Especial
-	Classe 1 ⁽³⁾	Classe 1 ⁽⁵⁾	Classe 1 ⁽³⁾	Classe 1 ⁽⁵⁾	Classe 1 ⁽³⁾
Classe 2	Classe 2 ⁽³⁾	-	Classe 2 ⁽⁴⁾	-	Classe 2 ⁽⁴⁾
Classe 3	Classe 3 ⁽⁴⁾	-	Classe 3	-	Classe 3
Classe 4	Classe 4	-	-	-	-

(1) Regulamento da Lei Nº 997/76, aprovado pelo Decreto Nº 8468/76.
(2) Resolução CONAMA Nº 357/05.
(3) Não deve ser verificado efeito tóxico crônico à organismos.
(4) Não deve ser verificado efeito tóxico agudo à organismos.
(5) Como as águas salinas e salobras no Estado de São Paulo não foram enquadradas, as mesmas, de acordo com o Artigo 42 da Resolução CONAMA 357/05 são consideradas como sendo Classe 1.

Fonte: NIETO, 2011

Notadamente as águas salinas são definidas como corpo receptor em sistemas que utilizam o emissário submarino¹⁹. A classificação para águas salinas, quanto à legislação federal é apresentado no Quadro 7.

Quadro 7 – Classificação e usos preponderantes para águas salinas

Classe	Destino
Classe Especial	- À preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e - À preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
Classe 1	- À recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA Nº 274/2000; - À proteção das comunidades aquáticas; e - À aquicultura e à atividade de pesca.
Classe 2	- À pesca amadora; e - À recreação de contato secundário.
Classe 3	- À navegação; e - À harmonia paisagística

Fonte: BRASIL, 2005

As águas salinas e salobras no Estado de São Paulo não possuem classificação

¹⁹ Para o uso de emissários em águas salobras e/ou doces, usam-se a denominação “Emissário Subfluvial”, considerando o corpo receptor rios, canais entre outros que possuem águas com tais características.

própria e, de acordo com o Artigo 42 da Resolução CONAMA Nº 357/05, são consideradas como Classe 1.

*“[...] Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as **salinas e salobras classe 1**, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente. “ (BRASIL,2005, grifo nosso)*

Desta forma, no Artigo 18 da Resolução CONAMA Nº 357/2005 são apresentadas as condições e padrões para as águas salinas de Classe 1, com as características descritas a seguir e, sucintamente mostrada na Tabela 7:

Efeito tóxico crônico a organismos – Não verificação de efeito, e de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

Materiais flutuantes: virtualmente ausentes

Óleos e graxas: virtualmente ausentes

Carbono Orgânico Total (TOC ou COT): até 3 mg/L;

Oxigênio Dissolvido (OD): não inferior a 6 mg/L ;

pH: 6,5 a 8,5

Substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes

Corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes

Resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes

Tabela 7 – Características da água salina de Classe 1

Parâmetros Inorgânicos	Valor máximo (mg/L)	Parâmetros Inorgânicos	Valor máximo (mg/L)
Alumínio dissolvido	1,5	Manganês total	0,1
Arsênio total	0,01	Mercúrio total	0,0002
Bário total	1,0	Níquel total	0,025
Berílio total	0,0053	Nitrato	0,40
Boro total	5,0	Nitrito	0,07
Cádmio total	0,005	Nitrogênio amoniacal total	0,40
Chumbo total	0,01	Polifosfatos ^b	0,031
Cianeto livre	0,001	Prata total	0,005
Cloro residual total ^a	0,01	Selênio total	0,01
Cobre dissolvido	0,005	Sulfetos (<i>H₂S não dissociado</i>)	0,002
Cromo total	0,05	Tálio total	0,1
Ferro dissolvido	0,3	Urânio Total	0,5
Fluoreto total	1,4	Zinco total	0,09
Fósforo total	0,062		
Parâmetros orgânicos	Valor máximo (µg/L)	Parâmetros orgânicos	Valor máximo (µg/L)
Aldrin + Dieldrin	0,0019	Lindano (<i>γ-HCH</i>)	0,004
Benzeno	700	Malation	0,1
Carbaril	0,32	Metoxicloro	0,03
Clordano (<i>cis + trans</i>)	0,004	Monoclorobenzeno	25
2,4-D	30,0	Pentaclorofenol	7,9
DDT ^g	0,001	PCB-Bifenilas Policloradas	0,03
Demeton ^e	0,1	Substâncias tensoativas ^d	200
Dodecacloro Pentaciclodecano	0,001	2,4,5-T	10,0
Endossulfan (<i>α + β + sulfato</i>)	0,01	Tolueno	215
Endrin	0,004	Toxafeno	0,0002
Etilbenzeno	25	2,4,5-TP	10,0
Fenóis totais ^c	60	Tributilestanho	0,01
Gution	0,01	Triclorobenzeno ^f	80,0
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001	Tricloroeteno	30,0

^a - Combinado + livre
^b - Determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total
^c - Substâncias que reagem com 4-aminoantipirina
^d - Que reagem com o azul de metileno
^e - Demeton-O + Demeton-S
^f - 1, 2,3-TCB + 1,2,4-TCB
^g - p,p'-DDT+p,p'-DDE+p,p'-DDD

Fonte: BRASIL, 2005

Para o parâmetro coliforme termotolerante, devem ser respeitadas as seguintes condições.

i. Para o uso de recreação de contato primário: de acordo com a Resolução CONAMA Nº 274/2000, as águas salinas destinadas à balneabilidade, terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria. As águas salinas consideradas **próprias** são subdivididas em categorias descritas no Quadro 8:

Quadro 8 – Subdivisão das águas salinas consideradas próprias

Excelente	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 <i>Escherichia coli</i> ou 25 <i>Enterococcus</i> por 100 mililitros
Muito Boa	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 <i>Escherichia coli</i> ou 50 <i>Enterococcus</i> por 100 mililitros
Satisfatória	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 <i>Escherichia coli</i> ou 100 <i>Enterococcus</i> por 100 mililitros.
Obs.: Quando for utilizado mais de um indicador microbiológico, as águas terão as suas condições avaliadas de acordo com o critério mais restritivo, sendo os <i>Enterococcus</i> aplicados somente às águas marinhas.	

Fonte: BRASIL, 2000

As águas salinas serão consideradas **impróprias**, quando, no trecho avaliado, for verificada uma das seguintes ocorrências:

- Não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas salinas próprias;
- Valor obtido na última amostragem for superior a 2.500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2.000 *Escherichia coli* ou 400 *Enterococcus* por 100 mililitros; Incidência elevada ou anormal, na região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias;
- Presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável para recreação;
- Floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;
- Outros fatores que contraindiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

“[...] Consideram-se ainda, como passíveis de interdição, os trechos em que ocorram acidentes de médio e grande porte, tais como: derramamento de óleo e extravasamento de esgoto, a ocorrência de toxicidade ou formação de nata decorrente de floração de algas ou outros organismos e, no caso de águas doces, a presença de moluscos transmissores potenciais de esquistossomose e outras doenças de veiculação hídrica [...]” (BRASIL, 2000).

ii Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana - a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros, com um mínimo de 5 amostras por ano.

iii Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, com um mínimo de 6 amostras durante o período de 1 (um) ano, sendo o monitoramento bimestral (BRASIL, 2005. Artigo 18, Inciso G).

Para as águas salinas, para uso de pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente, como mostra a Tabela 8:

Tabela 8 – Águas salinas de classe 1, com uso de pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo

Parâmetros Inorgânicos			Valor máximo (µg/L)
Arsênio total			0,14
Parâmetros orgânicos	Valor máximo (µg/L)	Parâmetros orgânicos	Valor máximo (µg/L)
Benzeno	51	1,2-Dicloroetano	37
Benzidina	0,0002	1,1-Dicloroetano	3
Benzo(a)antraceno	0,018	3,3-Diclorobenzidina	0,028
Benzo(a)pireno	0,018	Heptacloro (epóxido + Heptacloro)	0,000039
Benzo(b)fluoranteno	0,018	Hexaclorobenzeno	0,00029
Benzo(k)fluoranteno	0,018	Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018
2-Clorofenol	150	PCB - Bifenilas Policloradas	0,000064
2,4-Diclorofenol	290	Pentaclorofenol	3,0
Criseno	0,018	Tetracloroetano	3,3
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018	2,4,6-Triclorofenol	2,4

Fonte: BRASIL, 2005

3.3. Condições e padrões para o lançamento

O CONAMA, em 13 de maio de 2011, por meio da Resolução Nº 430 apresenta as condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, alterando parcialmente e complementando a Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005.

Em São Paulo é utilizado, concomitantemente com a Resolução do CONAMA Nº 430/2011, o Artigo 18 do Regulamento da Lei do Estado de São Paulo 997 de 31.05.76, aprovado pelo Decreto 8468, de 08.09.76.

Para todos os efeitos as condições e padrões de lançamento de efluentes, **segue o critério mais restritivo entre a legislação federal e estadual.**

Para o caso específico de lançamento, utilizando o emissário submarino a Resolução CONAMA Nº 430/2011 preconiza em seu Artigo 20 as condições e padrões de lançamento do efluente tratado.

*“[...] Art. 20. O lançamento de efluentes efetuado **por meio de emissários submarinos** deve atender, após tratamento, aos padrões e condições de lançamento previstas nesta Resolução, aos **padrões da classe do corpo receptor, após o limite da zona de mistura**, e ao padrão de balneabilidade, de acordo com normas e legislação vigentes.”*

*“[...] A **disposição de efluentes por emissário submarino em desacordo com as condições e padrões de lançamento** estabelecidos nesta Resolução **poderá ser autorizada** pelo órgão ambiental competente, desde que [...]” “[...] realizado o estudo ambiental tecnicamente adequado conforme previsto nos incisos III e IV do art. 6º: [...]” (BRASIL, 2011, grifo nosso).*

A responsabilidade e os custos pela realização do estudo ambiental serão do empreendedor, responsável pelo lançamento. Deve ser apresentado o tratamento proposto frente às exigências. O estudo ambiental definido deverá conter no mínimo (BRASIL, 2011, art.20, Parágrafo Único):

- I - As condições e padrões específicos na entrada do emissário;
 II - Programa de monitoramento ambiental; e
 III - O estudo de dispersão na zona de mistura, com dois cenários:

- a) primeiro cenário: atendimento aos valores preconizados na Tabela 9; e
 b) segundo cenário: condições e padrões propostos pelo empreendedor.

Tabela 9 – Padrões para lançamento do esgoto tratado, segundo a Resolução CONAMA Nº 430/2011.

Parâmetros Inorgânicos	Valor máximo (mg/L)	Parâmetros Inorgânicos	Valor máximo (mg/L)
Arsênio total	0,5	Ferro dissolvido	15,0
Bário total	5,0	Fluoreto total	10,0
Boro total ^a	5,0	Manganês total	1,0
Cádmio total	0,2	Mercúrio total	0,01
Chumbo total	0,5	Níquel total	2,0
Cianeto total	1,0	Nitrogênio amoniacal total ^e	20,0
Cianeto livre ^b	0,2	Prata total	0,1
Cobre dissolvido	1,0	Selênio total	0,3
Cromo hexavalente	0,1	Sulfeto	1,0
Cromo trivalente	1,0	Zinco total	5,0
Estanho total	4,0		
Parâmetros Orgânicos	Valor máximo (mg/L)	Parâmetros Orgânicos	Valor máximo (mg/L)
Benzeno	1,2	Estireno	0,07
Clorofórmio	1,0	Etilbenzeno	0,84
Dicloroetano ^c	1,0	Fenóis totais ^d	0,5
Tetracloroeto de Carbono	1,0	Tolueno	1,2
Tricloroetano	1,0	Xileno	1,6
a - Não se aplica para o lançamento em águas salinas b - Destilável por ácidos fracos c - somatório de 1,1 + 1,2cis + 1,2 trans d - substâncias que reagem com 4-aminoantipirina e - Não se aplica para o tratamento de esgoto sanitário			

Fonte: BRASIL, 2011

Para o lançamento de efluentes oriundos de esgotos sanitários por meio de emissários submarinos, deve ser precedido de tratamento que garanta o atendimento às seguintes condições e padrões específicos, sem prejuízo de outras exigências cabíveis (BRASIL, 2011, Artigo 22):

- I – pH: entre 5 e 9;
 II – Temperatura: menor que 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo

receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;

III – Exigida a desarenação.

IV – Sólidos grosseiros e materiais flutuantes: virtualmente ausentes; e

V – Sólidos em suspensão totais: eficiência mínima de remoção de 20%, após desarenação.

No âmbito Estadual, no Artigo 18 do Regulamento da Lei do Estado de São Paulo 997 de 31.05.76, aprovado pelo Decreto 8468 de 08.09.76, são apresentados os critérios a serem observados para efluentes de qualquer fonte poluidora, lançados direta ou indiretamente nos corpos hídricos.

I – pH : entre 5,0 e 9,0 ;

II – Temperatura: menor que 40°C;

III – Materiais Sedimentáveis: até 1,0 ml/L em uma hora no "Cone de Imhoff"²⁰;

IV - Substâncias solúveis em Hexana: até 100 mg/l ;e

V – DBO_{5, 20}: Máximo de 60 mg/L .²¹

VI – Limites de concentrações para os parâmetros dispostos na Tabela 10.

Tabela 10 – Padrões para lançamento do esgoto tratado, segundo a legislação do Estado de São Paulo.

Parâmetros Inorgânicos	Valor máximo (mg/L)	Parâmetros Inorgânicos	Valor máximo (mg/L)
Arsênio total	0,2	Fenol	0,5
Bário total	5,0	Ferro solúvel	15,0
Boro total	5,0	Fluoreto total	10,0
Cádmio total	0,2	Manganês solúvel	1,0
Chumbo total	0,5	Mercúrio	0,01
Cianeto total	0,2	Níquel	2,0
Cobre dissolvido	1,0	Prata total	0,02
Cromo Hexavalente	0,1	Selênio	0,02
Cromo total	5,0	Zinco	5,0
Estanho total	4,0		

Fonte: ESTADO, 1976, Artigo 18.

²⁰ **Cone de Imhoff** - Recipiente de vidro ou plástico rígido em formato de cone, transparente e incolor, graduado em até 1000 mL, com superfície interna lisa e plana.

²¹ **Obs.:** O limite de DBO_{5, 20}, poderá ser ultrapassado no caso do sistema de tratamento atender, no mínimo, 80% de eficiência em remoção da carga orgânica.

VII – Outras substâncias, potencialmente prejudiciais, em concentrações máximas a serem fixadas, para cada caso, a critério da CETESB;

VIII – Regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média diária.

*“[...] § 1º - Além de obedecerem aos limites deste artigo, os efluentes **não poderão conferir ao corpo receptor características em desacordo com o enquadramento do mesmo, na Classificação das Águas.**” (ESTADO, 1976, grifo nosso).*

No Artigo 23 da Resolução CONAMA Nº 430/2011, é mencionado:

*“[...] Os efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários **poderão ser objeto de teste de ecotoxicidade no caso de interferência de efluentes com características potencialmente tóxicas ao corpo receptor, a critério do órgão ambiental competente**” (BRASIL, 2011, grifo nosso).*

Para o Estado de São Paulo os testes de ecotoxicidade em efluentes tratados pelo sistemas de tratamento de esgotos sanitários estão preconizados na Resolução SMA Nº 3, de 22 de fevereiro de 2000.

Um dos objetivos da ecotoxicidade é subsidiar ações de gestão da bacia contribuinte aos referidos sistemas, indicando a necessidade de controle nas fontes geradoras de efluentes com características potencialmente tóxicas ao corpo receptor. As ações de gestão são compartilhadas entre as empresas de saneamento, as fontes geradoras e o órgão ambiental competente, a partir da avaliação criteriosa dos resultados obtidos no monitoramento.

*“[...] Considerando eventuais interações entre as substâncias no efluente, este **não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor**, de acordo com as relações que fixam a toxicidade permissível [...]” (ESTADO, 2000, grifo nosso)*

O cálculo utilizado para fixar a toxicidade do efluente é dado pela fórmula (3):

$$DER \leq \frac{CE_{50} \text{ OU } CL_{50}}{100} \quad \text{OU} \quad DER \leq \frac{CENO}{10}$$

Onde :

$$DER = \frac{\text{Vazão Média do efluente} \times 100}{\text{Vazão Média do efluente} + Q_{7,10} \text{ do Corpo Receptor}}$$

(3)

DER – Diluição do Efluente no Corpo Receptor, em %.

CE₅₀ – Concentração do efluente que causa efeito agudo a 50% dos Organismos Aquáticos, em um determinado período de tempo, em %.

CL₅₀ – Concentração do efluente que causa efeito agudo (letalidade) a 50% dos Organismos Aquáticos, em um determinado período de tempo, em %.

CENO – Concentração do efluente que não causa efeito crônico observável, em %.

Os organismos utilizados nos testes de toxicidade, assim como os métodos de ensaio, são definidos pelo órgão ambiental competente no Estado de São Paulo (CETESB), através de normas técnicas específicas. Os limites de toxicidade são estabelecidos para cada efluente, podendo ser reavaliados, desde que o empreendedor, responsável pelo lançamento do efluente, apresente estudos sobre: toxicidade do efluente a pelo menos três espécies de organismos aquáticos, variabilidade da toxicidade ao longo do tempo e, dispersão do efluente no corpo receptor.

*“[...] Em ambientes marinhos e estuarinos a **DER** deverá ser estimada com base no estudo de dispersão do efluente no corpo receptor. [...]” (ESTADO, 2000, grifo nosso).*

Ainda nos Artigos 24 até o 28 a Resolução CONAMA Nº 430/2011 preconiza as Diretrizes para Gestão de Efluentes, realizado pelo agente poluidor, incluindo:

- O automonitoramento;
- Avaliação da qualidade do corpo receptor;
- Amostragem representativa;
- Busca nas práticas de gestão de efluentes, com vistas ao uso eficiente da água, à aplicação de técnicas para redução da geração e melhoria da qualidade de efluentes gerados; e
- A realização de ensaios por laboratórios acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) ou por outro organismo signatário do mesmo acordo de cooperação mútua do qual o INMETRO faça parte ou em laboratórios aceitos pelo órgão ambiental competente. A CETESB, através da Resolução SMA Nº 37, de 30/08/2006, define:

[...] Art. 2º - Todos os laudos analíticos submetidos à apreciação dos órgãos integrantes do SEAQUA, seja para o licenciamento ambiental de atividades, em decorrência de processos de imposição de penalidades ou em qualquer outra situação, deverão atender ao seguinte:

*a) resultados de **ensaios físicos, químicos orgânicos e inorgânicos, microbiológicos, biológicos e toxicológicos** somente serão aceitos quando realizados por laboratórios de ensaio acreditados, nos parâmetros determinados, **segundo a Norma ABNT NBR ISO/IEC 17.025**, pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, ou outro organismo reconhecido por ele, quando houver laboratórios nestas condições no Brasil;*

*b) quando **não houver laboratórios que atendam a alínea “a”** do artigo 2º, os ensaios deverão ser realizados por laboratório que possua outros parâmetros acreditados, de acordo com critérios da CETESB, e*

*c) os resultados deverão ser apresentados em um relatório, ou qualquer outro documento análogo, em sua versão original, **devidamente aprovado e assinado por profissional habilitado** e com o selo da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE) ou outra instituição reconhecida pelo INMETRO. [...]* (ESTADO, 2008, grifo nosso)

3.4. Diretrizes preconizadas pela Agência Ambiental dos Estados Unidos (USEPA)²²

Segundo a USEPA, as questões relacionadas a proteção e o gerenciamento das águas costeiras envolvem os seguintes assuntos, a saber:

- Coleta, tratamento e disposição de águas residuárias; e
- Gestão de águas pluviais.

Em 1993, a USEPA solicitou a elaboração de um relatório á *National Research Council*²³ (NRC) de forma a orientar o Congresso Americano, sobre a gestão de águas residuais em regiões costeiras. Esse relatório abordou questões ambientais

²² *United States Environmental Protection Agency*

²³ **NRC** - Instituição privada, sem fins lucrativos que fornecem consultoria com renomados especialistas sobre assuntos de interesse nacional e mundial. Conhecido como Academia Nacional, a organização produz relatórios inovadores que ajudaram a moldar as políticas públicas.

importantes como: políticas públicas para regulamentação, inovações tecnológicas, técnicas de gestão, sistemas de análise e projeto, modelagem ambiental entre outras. A NRC, na ocasião do estudo, contestou as políticas ou decisões anteriormente tomadas. Ao invés, identificou oportunidades de melhoria no atual sistema de gerenciamento das águas residuárias e pluviais.

*“[...] Pelo menos 37% da população americana residem ao longo da costa, sobretudo em áreas urbanas. Mais de **1.400 estações de tratamento de esgotos municipais atendem as regiões costeiras.** São mais de 10 bilhões de galões (18,93 bilhões de litros) de esgotos tratados por dia. **O custo operacional estimado está entre US\$ 300 a US\$ 500 para cada 1 (um) milhão de litros de efluente tratado (US\$5,7 milhões a US\$9,5 milhões/dia) [...].**” (NRC,1993, p.2, tradução e negrito nosso)*

Os principais instrumentos de gestão das águas costeiras, de acordo com a NRC, são as estações de tratamento de esgotos e os emissários submarinos. Entretanto há outros instrumentos menos visíveis que compõem a gestão de águas costeiras, são eles:

- I. Os serviços de dragagem;
- II. A influência de esgotos “clandestinos” em sistema de drenagem urbana;
- III. A educação ambiental; e
- IV. Métodos adequados para o descarte de resíduos inerentes à região, tais como óleo de automóvel, entre outros.

Em geral, os indicadores de esgotos sanitários são considerados preocupantes e representam um risco²⁴. A NRC, prevê atenção especial em determinados parâmetros descritos no Quadro 9.

²⁴ **O risco** é o potencial avaliado das consequências prejudiciais que podem resultar de um perigo, expresso em termos de Probabilidade e Severidade, tomando como referência a pior condição possível.

Quadro 9 – Parâmetros prioritários para monitoramento dos efluentes, segundo a NRC.

Prioridade	Grupo de poluentes	Descrição
Alta	Nutrientes	Causador da eutrofização em águas costeiras, geralmente originadas do estuário ou em lançamentos de efluentes (ex: Série de Nitrogênio e Fósforo).
	Patógenos.	Mais de 100 micro-organismos patogênicos são identificados no esgoto sanitário. Entretanto a extensão real do risco por patógenos em regiões costeiras não é plenamente conhecida.
	Compostos Orgânicos	Fontes de indústrias ou pontuais lançadas ocasionalmente em esgotos sanitários HPAS, PCBS, COV , ²⁵ entre outros. Afetam o sedimento e organismos costeiros.
Intermediária	Metais	Concentrações elevadas de metais potencialmente tóxicos, como Mercúrio, Cádmio, Estanho, Chumbo são encontrados em alguns organismos e sedimentos, notadamente em áreas urbanizadas/ industrializadas e/ou em área portuária.
	Hidrocarbonetos	Derivados do petróleo. Impactos ambientais imediatos e devastador. São encontrados comumente em áreas industriais e urbanizadas.
	Produtos Perigosos	Solventes, saneantes, entre outros. Utilizados em ambientes industriais e urbanos. Podem ainda ser originados pelo derrame no transporte de cargas perigosas.
	Materiais Flutuantes	Óleos e graxas, plásticos, entre outros. Provenientes dos resíduos urbanos mal destinados, a incidência é maior em períodos de chuvas ou veraneio.
Baixa	DBO	Em mar aberto, como é o caso do lançamento por emissários, a preocupação com a DBO é baixa, visto que o pré tratamento remove 90% (secundário) , além do que, a diluição prevista certamente não afetará a depleção ²⁶ do Oxigênio
	Sólidos	Sólidos Sedimentáveis e Suspensos , originados pelo lançamento através do emissário submarino são os mais preocupantes, visto que são formadores de sedimentos próximo ao leito do lançamento impactando a região. Solucionados à medida que há tratamento primário ou primário avançado comumente utilizado em “ <i>emissários longos</i> ”.

Fonte: NRC, 1993

A Resolução Americana *Clean Water Act* (33 USC 1251 et seq.) proíbe qualquer descarga de efluentes sem tratamento prévio. Esta Resolução foi o marco para o monitoramento do corpo receptor e a preservação dos usos múltiplos da água. (USC, 1972). Para lançamentos em águas costeiras ou interiores a USEPA exige um tratamento a nível secundário.

Basicamente são apresentadas três alternativas para diminuição do impacto causado pelo esgoto sanitário, estas atividades devem ser praticadas

²⁵ Respectivamente: Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, Bifenila Policloradas, Compostos Orgânicos Voláteis

²⁶ Decréscimo do Oxigênio dissolvido na massa líquida (SPERLING, 2007. p.309)

individualmente ou em conjunto com outras medidas desenvolvidas pelos municípios situados em regiões costeiras, são elas:

- I. A prevenção da poluição: consiste na adoção de medidas públicas, de modo a mitigar os impactos ambientais no corpo receptor, evitando e/ou reduzindo a poluição em sua fonte (anterior à sua produção efetiva). Estudos anteriores mostram que esta medida é eficaz no controle do poluente na ETE (USC, 1990);
- II. Adequação no Tratamento Prévio: refere-se tanto às condições em que os esgotos sanitários e industriais, após tratamento adequado, são dispostos em rede pública ou em corpo receptor. Esta medida tem sido fundamental para o monitoramento de sistemas de tratamento de esgotos, administrados pelos órgãos municipais (POTWS)²⁷; e
- III. O reuso do efluente final tratado: esta medida envolve o efluente tratado em produto potencial, reutilizando-o como insumo em ambiente propício às características físico, químicas e biológicas do efluente tratado ou readequando-o através de tratamento complementar, em usos mais exigentes.

As condições e padrões são monitorados no lançamento do emissário, nos limites da zona de mistura e após a mistura completa.

No estado da Flórida, para lançamento em águas de Classe III (para águas de recreação- FAC 62-302.400,2010)²⁸ são utilizados, entre outros indicadores, as seguintes condições e padrões para lançamento:

- Demanda Bioquímica de Oxigênio ($DBO_{5,20}$): 20 mg/L ou eficiência mínima de 85%.
- Sólidos Suspensos Totais (SST): 20 mg/L, ou eficiência mínima de 90% em $DBO_{5,20}$
- pH - 6 a 8,5
- Máximo de 200 Coliformes Fecais/100 ml, após desinfecção.

²⁷ **POTWS** - Publicly Owned Treatment Works

²⁸ **Águas de Classe III:** Recreação e manutenção de uma população saudável, bem equilibrada de peixes e outros organismos

Quando o Cloro é utilizado como agente de desinfecção, é observado um tempo mínimo de contato com o efluente tratado de 15 minutos, originando na saída do tratamento, um efluente com concentração de 0,5 mg/L de Cloro livre (FAC 62-600.440, 1996).²⁹ Além destes limites, são realizados os testes de ecotoxicidade no efluente tratado (FAC 62-650, 1989).

A zona de mistura é caracterizada pela USEPA como sendo a área na qual a pluma (mistura do efluente tratado e a água do mar) atinge o padrão para as águas de Classe III. A FAC permite que uma área da Zona de Mistura seja no máximo 502.655 m² ou 400 m de distância do ponto de lançamento (FAC 62- 4.244, 2005).

Os valores orientadores para o padrão de qualidade requerido após a zona de mistura são demonstrados na Tabela 11.

Tabela 11 – Valores orientadores para o padrão de qualidade em águas de Classe III (Federal e na Flórida), para determinados grupos de bactéria.

Grupo	Média mensal geométrica (colônias/ 100 ml)	Limite em %	Valor máximo unitário (colônias /100 ml)	Valores encontrados em esgoto bruto (colônias/ 100 ml)
Coliformes Fecais	200	No máximo 10%, acima de 400 amostras.	≤800	8 x 10 ⁶
Coliformes Totais	1.000	No máximo 20%, acima de 1.000 amostras.	≤2.400	22 x 10 ⁶
Enterococcus	35	No máximo 10%, acima de 70 amostras.	≤140	1,6 x 10 ⁶

Fonte: USEPA, 2011

Os indicadores microbiológicos têm sido utilizados por anos como orientador confiável de poluição por dejetos humanos em corpo de água. Os micro-organismos comumente utilizados são aqueles encontrados em concentrações elevadas em fezes humanas. Os indicadores típicos usados nos EUA incluem Coliformes Totais, Coliformes Fecais, *Escherichia coli* e *Enterococcus*.

²⁹ A quantidade de Cloro Livre deve ser apenas para atender às condições e padrões de qualidade do corpo receptor. Uma dosagem exagerada na cloração em efluentes contendo materiais orgânicos pode resultar em criação de compostos organoclorados, tais como Trihalometanos, que são associados a riscos à saúde humana (USEPA, 2011, p.6)

Os coliformes totais e fecais foram recomendados pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA (USEPA, 1976). Em 1986, a USEPA trocou a referência, especificando o uso de *Escherichia coli* e *Enterococcus* como indicadores (USEPA, 1986). Muitos estados americanos, no entanto, optaram por utilizar o indicador mais antigo, já consolidado pela EPA (USEPA, 2000).

O Estado do Havaí, no entanto, utiliza como indicador adicional o *Clostridium perfringens*³⁰ para o monitoramento da qualidade da água da praia. O *Clostridium perfringens* persiste por longos períodos de tempo e, a sua detecção pode não ser um indicador de contaminação recente.

A escolha de qual indicador a ser utilizado, tem sido fonte de debate entre os órgãos responsáveis pelo monitoramento e pela comunidade envolvida em saúde pública. O resumo dos micro-organismos indicadores comumente utilizados, para o contato primário, é apresentado no Quadro 10.

Quadro 10 - Diretrizes para águas costeiras utilizadas nos Estados Unidos.

Indicador	Critério	Desenvolvido ou utilizado
<i>Escherichia coli</i>	Não recomendado para águas marinhas. Utilizado em água doce para uma média geométrica de $\leq 126/100$ mL ou $235/100 \leq$ mL para uma única amostra	(USEPA, 1986)
<i>Enterococcus</i>	A média geométrica dos $\leq 35/100$ mL ou $104/100 \leq$ mL para uma única amostra	(USEPA, 1986) (FDOH, 2001)
Coliformes Fecais	A média mensal (geométrica) até 200/100 ml, ou $\leq 400/100$ mL em 10% das amostras, ou $\leq 800/100$ mL para uma única amostra.	(USEPA, 1976) (FDOH, 2001) (FAC, 2010)
Coliformes Totais	A média mensal (geométrica) até 1000/100 mL \leq , ou $\leq 1000/100$ mL em 20% das amostras, ou \leq ml 2400/100 para uma única amostra.	(USEPA, 1976) (FAC, 2010)
<i>Clostridium perfringens</i>	A média geométrica até ≤ 5 mL / 100 (mar aberto) Estado do Hawaii A média geométrica até $\leq 50/100$ mL (águas interiores)	(HDH, 2000)

³⁰ ***Clostridium perfringens***: (anteriormente conhecida como *Clostridium welchii*) é uma bactéria, em forma de bastão, anaeróbica e formadoras de esporos. O *Clostridium perfringens* está onipresente na natureza podendo ser encontrado como um componente normal da vegetação apodrecida, sedimentos marinhos, trato intestinal de seres humanos e outros vertebrados, insetos e do solo.

3.5. Diretrizes preconizadas pela legislação na Europa.

A Directiva 2000/60/CE é o principal instrumento orientador para a Comunidade Europeia - CE na gestão das águas interiores, de transição³¹, costeiras e das águas subterrâneas.

O documento da CE, intitulado “*Diretrizes para Emissário Submarino no Mediterrâneo para pequenas e médias comunidades costeiras*”, preconiza em seu bojo a metodologia para o monitoramento de emissários submarinos. O monitoramento periódico deve ser realizado em todos os emissários submarinos de médio e grande porte, que atendam mais de 50.000 E.P.³².

Para eventuais lançamentos industriais na rede são previstas as instalações de coletores automáticos em rede ou amostragens periódicas avaliando o os contaminantes remanescente (UNEP, 1996).

O equivalente Populacional pode ser calculado pela seguinte fórmula 4.

$$\underline{EP = CE \div Cpc} \quad (4)$$

E.P - Equivalente populacional

CE - Carga da cidade ou empreendimento (Kg DBO. dia)

Cpc - Contribuição per capita (Kg.DBO/hab. Dia)

Obs.: A contribuição per capita comumente utilizada - 0,054 Kg/hab. dia.

Segundo a UNEP (1996), o programa de monitoramento com vistas a avaliar o padrão de qualidade do corpo receptor deve contemplar:

- A amostragem na superfície e em outras profundidades da coluna d'água.
- Uma grade amostral pré-estabelecida (± 12 pontos) situada em torno do ponto de lançamento, realizado pelo emissário.
- Concomitantemente as amostras realizadas na água, devem ser avaliados os

³¹ **Águas de transição:** águas superficiais, próximas da foz dos rios, possui uma característica salobra devido à proximidade das águas costeiras.

³² **E.P** - equivalente populacional

sedimentos da região a uma distância de 100 a 500 m do ponto de lançamento.

- Avaliações periódicas, onde deverão ocorrer de duas a quatro vezes por temporada (ano), suficiente para a avaliação do desempenho do tratamento e possíveis impactos.
- A inclusão de vistorias para a identificação de eventuais danos ao emissário sofrido por ondas, ação dos navios, além de possíveis transtornos no acúmulo de lodo na tubulação ou obstrução nos difusores.

O Conselho das Comunidades Europeia – CEE em sua Directiva 2006/7/CE, de 15 de Fevereiro de 2006 que revogou a Directiva 76/160 de 8 de Dezembro de 1975 - Relativa à qualidade das águas balneares declara que:

“[...] As informações e resultados de monitoramento da qualidade das águas balneares deverão ser públicas, bem como as medidas de gestão e dos riscos, utilizando estes dados como ferramentas de prevenção à saúde, especialmente em episódios previsíveis de poluição de curta duração ou de situações anormais. [...] Deverão ser aplicadas novas tecnologias que permitam a informação ao público, de uma forma eficiente e compatível, sobre a qualidade das águas balneares em toda a Comunidade [...]

“[...] A conformidade deverá ser utilizada como ferramenta de gestão, garantindo o padrão de qualidade e não se resumir apenas em medições e cálculos. As informações deverão fornecer uma melhor compreensão dos riscos de forma a constituir uma base para as medidas de gestão [...]” (CEE, 2006, grifo nosso).

A Tabela12 apresenta os parâmetros para classificação das águas costeiras e de transição.

Tabela 12 – Classificação das águas costeiras e de transição, segundo o CEE.

Parâmetro	Excelente	Boa	Suficiente	Método de análise
<i>Enterococcus</i> (ufc/100mL)	100 (*)	200 (*)	185 (**)	ISO 7899-1 ou ISO 7899-2
<i>Escherichia coli</i> (ufc/100mL)	250 (*)	500 (*)	500 (**)	ISO 9308-3 ou ISO 9308-1

* Em 95 % das amostras

Fonte: CEE, 2006, p. 12

A Directiva 91/271/CEE, de 21 de Maio de 1991, trata do padrão de lançamento e tratamento de águas residuárias em toda Comunidade Europeia, visto que os corpos

de água, em muitos casos, são de uso comum entre os Estados- membros.

“[...] Para evitar que o ambiente seja deteriorado pelo lançamento de águas residuais urbanas insuficientemente tratadas, se faz necessário o tratamento secundário dessas águas [...]” (CEE, 1991, p.2. grifo nosso).

O tratamento secundário atende os requisitos apresentados na Tabela 13:

Tabela 13 – Requisitos exigidos pela Comunidade Europeia para o lançamento do efluente proveniente de tratamento secundário

Parâmetro	Limite máximo (mg/L)	Eficiência (%)	Características da Amostragem
^e DBO ₅	25	90 e 40 ^(d)	Amostra homogeneizada e não filtrada
DQO	125	75	
^f Sólidos Suspensos Totais (SST)	35 ^(b) e 60 ^(c)	90 ^(b) e 70 ^(c)	Filtração de uma amostra representativa através de um filtro de membrana de 0,45 µm ³³
^a Fósforo Total	2 ^(g) e 1 ^(h)	80	-
^a Nitrogênio Total ³⁴	15 ^(g) e 10 ^(h)	70-80	-

a. Utilizado apenas em zonas sensíveis, sujeitas a eutrofização.
b. EP. Superior a 10.000
c. EP. Entre 2.000 e 10.000
d. Em regiões montanhosas (mais de 1.500m acima do nível do mar) em que seja difícil aplicar um tratamento biológico eficaz devido às baixas temperaturas poderão sofrer um tratamento menos rigoroso que o previsto, desde que haja estudos indicando que o lançamento não comprometerá o corpo receptor.
e. Pode ser substituído pelo Carbono Orgânico Total - **COT**, entretanto deve estabelecer uma relação entre **DBO₅**
f. Este parâmetro é facultativo
g. EP. Entre 10.000 e 100.000
h. EP. Superior a 100.000

Fonte: CEE, 1991, p.13

Entretanto, para as zonas menos sensíveis³⁵ pode ser considerado apropriado o tratamento primário.

“[...] Considerando que é necessário exigir um tratamento mais rigoroso nas zonas sensíveis e que em zonas menos sensíveis pode ser considerado apropriado um tratamento primário [...]” (CEE, 1991, p.2. grifo nosso)

³³ A amostra proveniente de lagoas de tratamento poderá ser filtrada, no entanto, a concentração de SST não poderá exceder 150 mg/L.

³⁴ **Nitrogênio Total** - a soma do Nitrogênio Kjeldahl (Nitrogênio orgânico e amoniacal) com o teor de Nitrogênio Nitrato e Nitrito.

³⁵ **As zonas sensíveis** são consideradas Zonas eutróficas ou em vias de eutrofização

É considerado tratamento primário o sistema que contém processo físico e/ou químico que envolva a decantação (remoção de sólidos em suspensão) ou por outro processo em que garanta ao efluente tratado as características, apresentadas na Tabela 14:

Tabela 14 – Requisitos exigidos para o lançamento do efluente proveniente de tratamento primário

Parâmetro	Eficiência (%)
DBO ₅	20
Sólidos Suspensos Totais (SST)	50

Fonte: CEE, 1991, p.3

O esgoto industrial deve ter tratamento adequado, antes de seu lançamento na rede pública, onde estará sujeito a autorização prévia e específica do órgão competente.

4 - MONITORAMENTOS REALIZADOS PELO GOVERNO DE SÃO PAULO EM ÁGUAS COSTEIRAS

Para assegurar os padrões de qualidade das águas costeiras do Estado de São Paulo, a CETESB desenvolve uma série de monitoramentos regulares em cidades litorâneas do Estado de São Paulo (Figura 18).

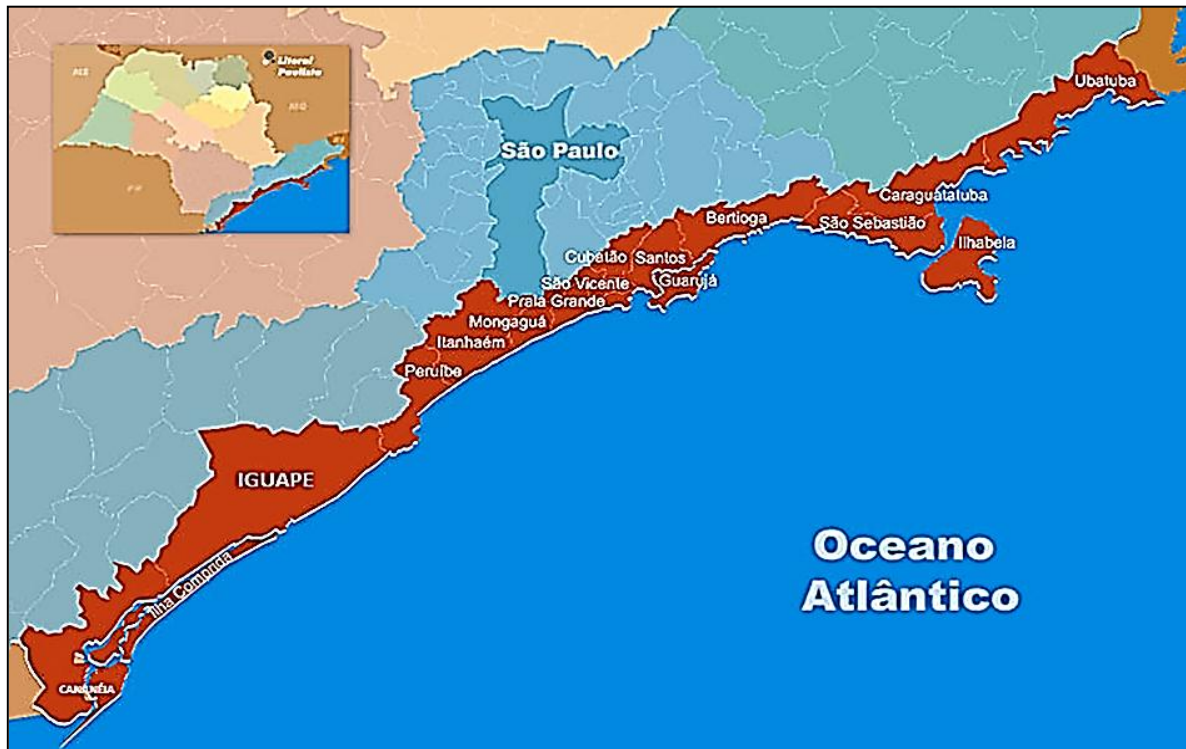


Figura 18 – Municípios do litoral paulista monitorados pela CETESB (CETESB, 2010, adaptado pelo autor).

O Programa da CETESB para monitoramento das águas costeiras no Estado de São Paulo, seu histórico e demais informações são apresentados sucintamente na Tabela 15 e na Figura 19.

Tabela 15 – Programa de monitoramento das águas costeiras no Estado de São Paulo

Programa	Início	Término	Matriz	Frequência	Pontos de amostragem	Parâmetros avaliados	
						Água	Sedimento
Praias	1968	-	A	Semanal	156	2	-
Cursos d'água	1984	-	A	Semanal	605	2	-
Emissário	2002	2009	A/S	Semestral	70	29	29
Monitoramento Costeiro	2005	2009	A/S	Semestral	23	29	29
Rede Costeira	2010	-	A/S	Semestral	54	32	46

A – Água

S – Sedimento

Fonte: CETESB, 2011

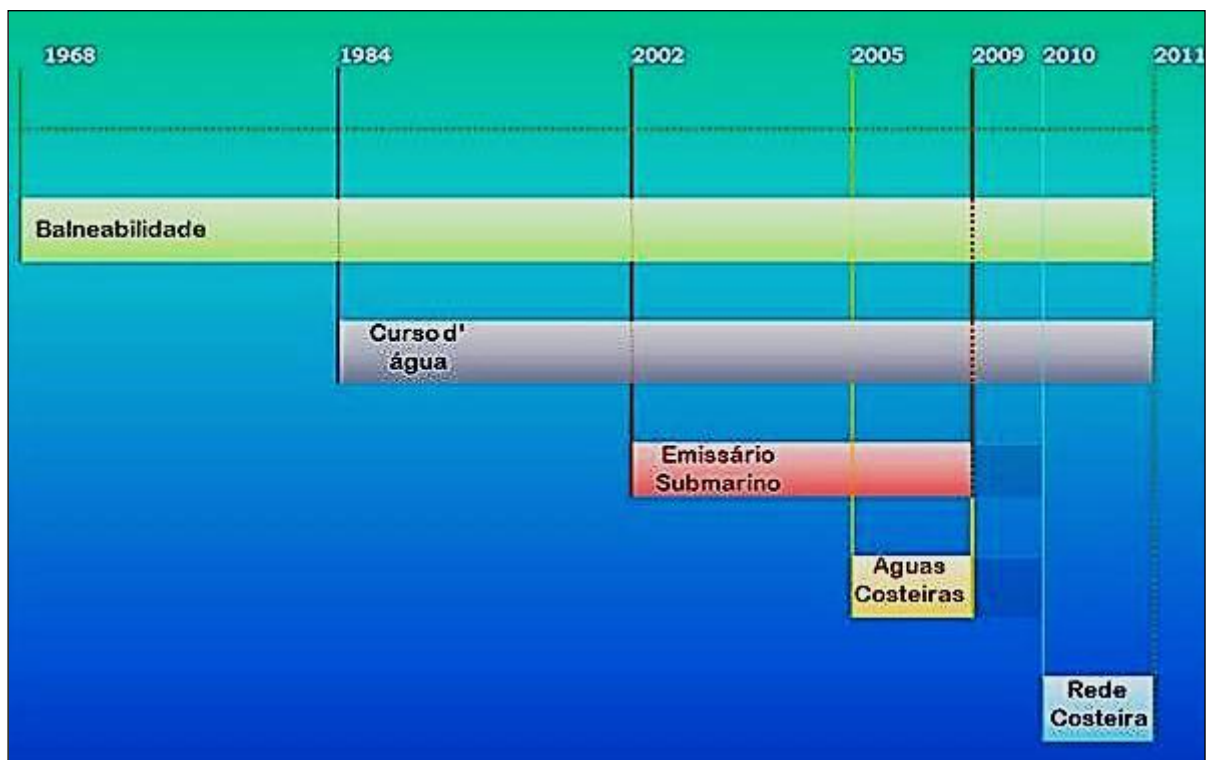


Figura 19 – Programas de monitoramento para as águas salinas e salobras realizados e seu cronograma de implantação pela CETESB (CETESB, 2011, adaptação do autor).

4.1. Balneabilidade

Para as água utilizadas à recreação de contato primário³⁶ ou secundário³⁷, há critérios baseados em indicadores, de modo que, quando confrontados com padrões pré-estabelecidos possam identificar as condições de balneabilidade em determinado local; definindo, inclusive, classes de balneabilidade para melhor orientação aos usuários.

Os micro-organismos e doenças associadas à recreação em águas impróprias para contato primário são apresentados no Quadro 11.

Quadro 11 – Micro-organismos e doenças associadas à recreação em águas impróprias para contato primário.

Micro-organismos	Doenças associadas
Bactérias	Febre Tifóide, Febre Paratifóide, outras Salmoneloses, Shigelose (Disenteria Bacilar), diarreia por <i>Escherichia coli</i> Patogênica, Cólera, Legionelose.
Vírus	Gastroenterite por rotavírus ou por outros vírus, Enteroviroses, Hepatite A e Hepatite E.
Protozoários	Amebíase, Giardíase, Criptosporidíase.
Helmintos (Vermes)	Esquistossomose, Ascaridíase

Fonte: CETESB, 2011

Dentre as doenças de veiculação hídrica, as gastroenterites são mais frequentes 90% dessas doenças apresentam diarreia acompanhada de vômitos ou mal estar, cólicas abdominais, calafrios, febre, etc. O diagrama na Figura 20 mostra o grupo de indicadores microbiológicos comumente utilizados.

Entretanto a simples presença destes indicadores, não confere uma condição infectante.

³⁶ **Contato primário:** entendido como um contato direto e prolongado com a água (natação, mergulho, esqui-aquático, etc.), no qual, a possibilidade do banhista ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada.

³⁷ **Contato Secundário:** associado a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é pequena, como na pesca e na navegação

Estes micro-organismos não são por si só, prejudiciais à saúde humana, indicando apenas a possibilidade de um risco iminente, pela presença de algum organismo patogênico de origem fecal.

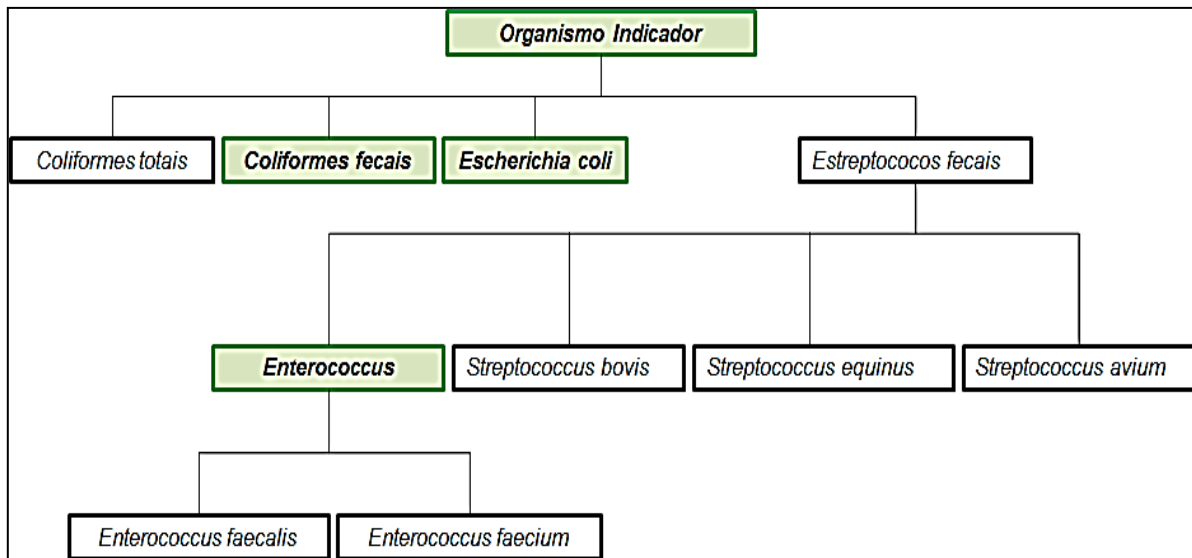


Figura 20 – Indicadores microbiológicos comumente utilizados (verde) pela CETESB (USEPA, 2001³⁸, adaptação nossa).

4.2. Classificação das praias

Segundo os critérios estabelecidos na Resolução CONAMA Nº 274/2000, as praias são classificadas segundo a balneabilidade, em 2 categorias: Própria e Imprópria sendo que a primeira reúne 3 subdivisões distintas: Excelente, Muito Boa e Satisfatória. A classificação é feita de acordo com a densidade de bactéria fecal resultantes de análises realizadas em cinco semanas consecutivas. A legislação prevê o uso de três indicadores microbiológicos de poluição fecal:

- *Coliformes termotolerantes* (anteriormente analisados como *Coliformes fecais*);
- *Escherichia coli*; e
- *Enterococcus*.

O **Quadro 12** indica os limites de densidade dessas bactérias na água, por categoria, utilizados para a classificação.

³⁸ Protocol for Developing Pathogen TMDLs, p.19

Quadro 12 – Classificação das praias segundo CONAMA 274/2000

		Coliformes Termotolerantes (UFC*/100 mL)	Escherichia coli (UFC*/100 mL)	Enterococcus (UFC*/100 mL)
Própria	Excelente	Máximo de 250 em 80 % ou mais de tempo	Máximo de 200 em 80 % ou mais de tempo	Máximo de 25 em 80 % ou mais de tempo
	Muito Boa	Máximo de 500 em 80 % ou mais de tempo	Máximo de 400 em 80 % ou mais de tempo	Máximo de 50 em 80 % ou mais de tempo
	Satisfatória	Máximo de 1.000 em 80 % ou mais de tempo	Máximo de 800 em 80 % ou mais de tempo	Máximo de 100 em 80 % ou mais de tempo
Imprópria	Condição 1	Superior a 1.000 em mais de 20 % do tempo	Superior a 800 em mais de 20 % do tempo	Superior a 100 em mais de 20 % do tempo
	Condição 2	Maior que 2.500 na última medição	Maior que 2.000 na última medição	Maior que 400 na última medição

* (Unidade Formadora de Colônia) – Contagem obtida em placas pela técnica de membrana filtrante

Fonte: BRASIL, 2000

Como critério de avaliação a CETESB adotou a condição demonstrada na Figura 21, para um conjunto de 5 amostras (5 semanas), em águas marinhas :

<p>Condição Imprópria</p> <p>Indicador ➡ Enterococcus</p> <p>Acima de 100 UFC */100 mL em duas ou mais amostras no período de 5 semanas Ou acima de 400 UFC */100 mL na última amostragem</p>
--

* (Unidade Formadora de Colônia) – Contagem obtida em placas pela técnica de membrana filtrante

Figura 21 – Condição para avaliação em águas marinhas (CETESB, 2011)^b.

*[...] A condição Imprópria tem como objetivo indicar ao usuário o comprometimento quanto à qualidade das águas de recreação e por consequência o indica um comprometimento na qualidade sanitária das águas, implicando em um **aumento no risco de contaminação do banhista e tornando desaconselhável a sua utilização para o banho.** [...] (CETESB, 2011 p.29, grifo nosso)*

A “Qualificação Anual” das praias, apresentado nos relatórios da CETESB, tem como objetivo avaliar as praias durante 1 ano (52 semanas), utilizando a classificação CONAMA Nº 274/200 e reclassificando-as em 4 categorias, mostradas no Quadro 13. Esta qualificação é importante por avaliar por um período maior, expressando as características e comportamento da balneabilidade em regiões monitoradas.

Quadro 13 – Critérios adotados pela CETESB para a “Qualificação Anual” das praias do Estado de São Paulo em amostras semanais.

Ótima	Praias classificadas como Excelentes em 100% do período avaliado
Boa	Praias classificadas como Próprias em 100% do período avaliado, exceto quando classificada como Excelente
Regular	Praias classificadas como Impróprias em 25% do período avaliado
Ruim	Praias classificadas como Impróprias em 25% a 50% do período avaliado
Péssima	Praias classificadas como Impróprias mais de 50% do período avaliado

Fonte: CETESB, 2011, negrito nosso

Também é possível avaliar a qualidade das águas marinhas utilizando a densidade de *Enterococcus* obtida em cada amostragem mensal, no período de 1 (um) ano, conforme Quadro 14 :

Quadro 14 – Critérios adotados pela CETESB para a “Qualificação Anual” das praias do Estado de São Paulo, utilizando a densidade de *Enterococcus* em amostras mensais.

Ótima	Concentração de <i>Enterococcus</i> até 25(UFC*/100 mL) em pelo menos 80% do ano
Boa	Concentração de <i>Enterococcus</i> superior a 100 (UFC*/100 mL) em até 20% do ano
Regular	Concentração de <i>Enterococcus</i> superior a 100 (UFC*/100 mL) entre 20% e 30% do ano
Ruim	Concentração de <i>Enterococcus</i> superior a 100 (UFC*/100 mL) entre 30% e 50% do ano
Péssima	Concentração de <i>Enterococcus</i> superior a 100 (UFC*/100 mL) em mais de 50% do ano

**(Unidade Formadora de Colônia) – Contagem obtida em placas pela técnica de membrana filtrante*

Fonte: CETESB, 2011, negrito nosso

A CETESB utiliza também a metodologia de avaliação das praias de acordo com os critérios da Organização Mundial da Saúde – OMS, apresentados na Tabela 16, na qual utilizam como referência valores microbiológicos das águas de recreação com o percentil 95 da concentração de *Enterococcus* intestinais.

*[...] isto é, 95% das amostras, de um determinado período, apresentam concentração de *Enterococcus* abaixo desse valor) e está **associada diretamente com o risco em se contrair gastroenterites e doenças respiratórias febris, baseado em estudos epidemiológicos realizados na Europa. [...]***

[...] A OMS considera aceitável um risco inferior a **2% (equivalente a 19 indivíduos contraindo a doença em 1000 banhistas)** para doenças respiratórias febris e inferior a 5% (equivalente a 1 indivíduo contraindo a doença em 20 banhistas) para gastroenterites. [...] (CETESB, 2011 p.31, grifo nosso)

Tabela 16 – Critério de avaliação das Praias associado ao risco, utilizado pela OMS.

Classificação	Percentil 95 <i>Enterococcus</i> UFC/100mL	Risco de contrair Gastroenterite	Risco de contrair Doenças respiratórias febris
A – Muito Boa	≤40	<1%	<0,3%
B – Boa	De 41 a 200	1 a 5%	0,3 a 1,9%
C – Regular	De 201 a 500	5 a 10%	1,9 a 3,9%
D – Ruim	> 500	>10%	>3,9%

Fonte: WHO, 2003 p.113

Os pontos de monitoramento são definidos, considerando vários fatores que possam de alguma forma impactar diretamente ou indiretamente, comprometendo assim a balneabilidade.

Os fatores já mencionados (fisiografia da praia, sistema de esgotamento sanitário da região, atividades portuárias, serviços de marinas e disposição final de resíduos sólidos) são alguns dos critérios utilizados para a seleção do número de pontos e sua localização. Porquanto, a prioridade está na frequência de banhistas.

[...] Desse modo, as praias que fazem parte da rede de monitoramento de balneabilidade, **possuem frequência elevada de banhistas, além da ocorrência de adensamento urbano próximo que represente possível fonte de poluição.** [...] (CETESB, 2011 p.33, *Negrito nosso*).

Estes pontos são revistos anualmente desde 1974 (quando a rede de monitoramento foi implantada), conforme cresce a urbanização e o número de atividades nestas regiões, crescem também o número de pontos a serem monitorados, como mostra a Figura 22.

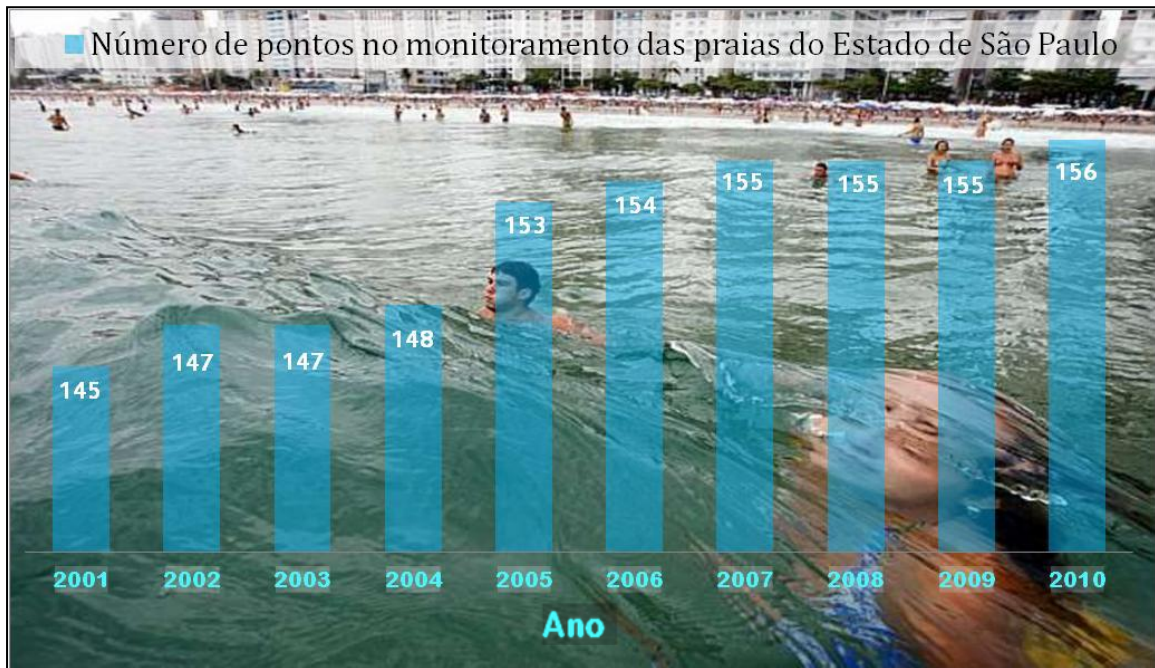


Figura 22 – Evolução do número de pontos monitorados nos últimos dez anos (CETESB, 2011 p.33, adaptado pelo autor).

O resumo da rede de monitoramento para a balneabilidade, no ano de 2010 é apresentado na Tabela 17. Ressalta-se que o município de Cubatão, embora não possua praia litorânea, passou a integrar o Programa de Balneabilidade da CETESB em 1997, com um ponto de amostragem, localizado no Rio Perequê, onde há grande frequência, sobretudo nos finais de semana e feriados.

Dos 428 km de extensão do litoral paulista, cerca de 236 km possui monitoramento permanente, o que resulta em 1 ponto a cada 1,8 Km, atendendo a 15 municípios litorâneos do Estado de São Paulo, com exceção ao município de Cananéia

Tabela 17 – Resumo da rede de monitoramento de balneabilidade em 2010.

	Município	Extensão da costa (Km)	Extensão monitorada		Pontos de rede	Total de praias (Nº)	Praias monitoradas	
			(Km)	(%)			(Nº)	(%)
Litoral Norte	Caraguatatuba	29	28	96,5	15	20	13	65
	Ilhabela	14	7,5	50	13	44	13	29,5
	São Sebastião	33	33	100	29	42	27	64,3
	Ubatuba	53	28	52,8	26	78	24	30,8
	Total	129	96,5	74,80	83	184	77	41,80
Litoral da Baixada Santista	Bertioga	36	30	83,3	9	7	4	57,1
	Cubatão	0	0	0	1	0	1	-
	Guarujá	19	13	68,4	11	20	7	35
	Itanhaém	22	22	100	10	11	10	91
	Mongaguá	13	12	92,3	6	6	6	100
	Peruíbe	39	16	41	6	18	3	16,7
	Praia Grande	22	22	100	12	12	12	100
	Santos	6	5,5	91,7	7	6	6	100
	São Vicente	6	4,5	58,3	6	6	6	100
	Total	163	125	76,68	68	86	55	63,95
Litoral Sul	Cananéia	45	0	0	0	13	0	0
	Iguape	27	7,5	27,8	2	6	2	33,3
	Ilha Comprida	64	7	10,9	3	7	3	42,8
	Total	136	14,5	10,70	5	26	5	19,23
Total Geral		428	236	55,14	156	296	137	46,28

Fonte: CETESB, 2011

4.3. Monitoramento dos cursos d'água afluentes às praias

Os afluentes à praia, que correspondem a canais, rios, córregos e outros tipos de corpos de água, são diretamente responsáveis pela balneabilidade das praias, pois além de receber as águas de drenagem urbana podem ter a contribuição indesejada de esgotos domésticos lançados de forma indevida

*[...] O conhecimento da **qualidade sanitária dessas águas, monitoradas duas vezes por ano, é fundamental** para se compreender os resultados observados no “Programa de Balneabilidade das Praias Paulistas” e orientar ações de gestão ambiental. [...]* (CETESB, 2011 p.35, Negrito nosso)

A escolha dos locais de amostragem nos cursos de água e sua representatividade são de extrema importância. Para a balneabilidade das praias, consideram-se representativos os locais cuja mistura da água do mar e seus afluentes esteja completa. A amostragem é realizada na profundidade de 1 metro.

Porquanto, nos cursos d'água costeiros, em zonas em que não haja influência das marés, são realizadas as determinações de coliformes termotolerantes, caracterizando os afluentes à praia.

Atualmente estão cadastrados em todo o litoral³⁹ 605 cursos d'água afluentes às praias. Mesmo sem a vazão dos cursos d'água, os valores obtidos de coliformes termotolerantes são interpretados levando-se em conta o porte do rio ou a sua carga poluidora.

Os corpos de água afluentes às praias avaliados pela CETESB estão enquadrados na Classe 2, segundo o Decreto Estadual Nº 10.755/77.

A Resolução CONAMA Nº 357/05 estabelece um limite máximo para Coliformes termotolerantes de 1.000 NMP/100mL , tanto para corpos de água doce de Classe 2 (Artigo 15) como para águas salobras de Classe 1 (Artigo 21) .

4.4. Monitoramento da rede costeira

O monitoramento da rede costeira, realizado pela CETESB, foi baseado em pontos monitorados em campanhas anteriores, somado a outros considerados relevantes para um estudo da qualidade da água costeira.

Os pontos de monitoramento ao longo do litoral do Estado de São Paulo (54 pontos) são apresentados na Figura 23, em função dos usos e atividades potencialmente

³⁹ Alguns desses córregos deixam de ser amostrados por não serem perenes.

poluidoras nessas regiões.

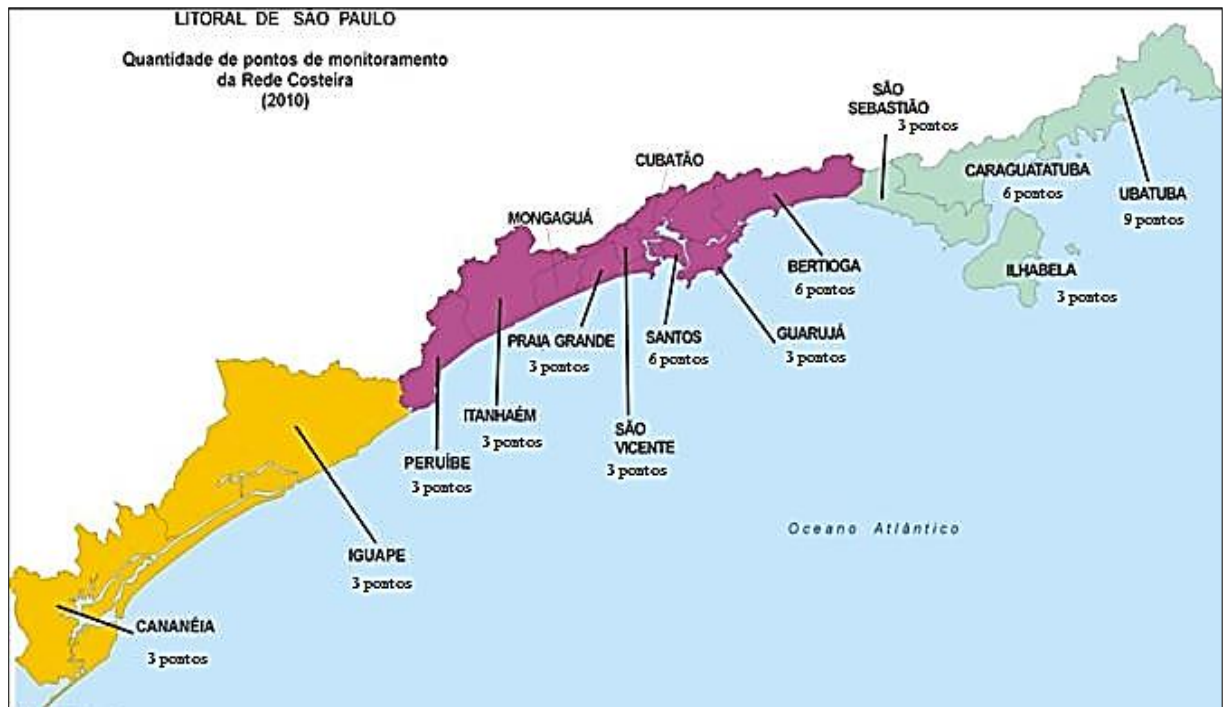


Figura 23 – Pontos de monitoramento da rede Costeira do Estado de São Paulo (CETESB, 2011).

A rede de monitoramento para as águas salinas e salobras, denominada Rede Costeira, foi criada definindo 18 locais de monitoramento contínuo com o objetivo de criar um diagnóstico e um acompanhamento da qualidade das águas. Os locais de amostragens variam de um a três quilômetros de distância da costa, exceção feita aos emissários de Santos e do Guarujá que estão a 4 km da costa (Quadro 15).

Quadro 15 – Localização, características e o número de pontos de monitoramento Costeiro do Estado de São Paulo

	Município	Local	Justificativa	APA Marinha (*)	Pontos
Litoral Norte	Caraguatatuba	Tabatinga	Uso intenso da água por banhistas e ancoragem de embarcações	LN – Setor Cunhambebe	3
		Cocanha	Área de maricultura	LN – Setor Cunhambebe	3
	Ilhabela e São Sebastião	Canal de São Sebastião	Área portuária e efluente de emissários submarinos	-	3
	São Sebastião	Barra do Una	Área de influência do Rio Una	LN – Setor Ypautiba	3
	Ubatuba	Picinguaba	Área de Preservação Ambiental	LN – Setor Cunhambebe	3
		Baía de Itaguá	Área de Influência de ocupação urbana contínua, com predomínio de população fixa e atividades de comércio e serviços.	LN – Setor Cunhambebe	3
		Saco da Ribeira	Existência de marinas	LN – Setor Cunhambebe	3
Total				21	
Litoral da Baixada Santista	Bertioga	Foz do Rio Itaguapé	Área de influência do Rio Itaguapé; Preservação Ambiental.	LC – Setor Guaiubé	3
		Canal de Bertioga	Área de manguezal e de influência da região portuária de Santos	-	3
	Guarujá	Emissário submarino do Guarujá	Área de influência do Emissário	LC – Setor Guaiubé	3
	Guarujá e Santos	Canal de Santos	Área de influência da região portuária de Santos	-	3
	Itanhaém	Foz do Rio Itanhaém	Área de influência do Rio Itanhaém	LC – Setor Carijó	3
	Peruíbe	Foz do Rio Preto	Área de influência do Rio Preto	LC – Setor Carijó	3
	Praia Grande	Emissário submarino - Praia Grande I	Área de influência do Emissário	LC – Setor Carijó	3
	Santos	Baía de Santos	Área de mistura da água da região portuária de Santos e São Vicente, efluente de emissário submarino.	-	3
	São Vicente	Canal de São Vicente	Área de manguezal e de influência de ocupação desordenada	-	3
Total				27	
Litoral Sul	Cananéia	Mar de Cananéia	Área de Preservação Ambiental	-	3
	Iguape e Ilha Comprida	Mar Pequeno	Área de influência do Valo Grande	-	3
Total				6	
Total Geral				54	

* APA Marinha: LN: Litoral Norte; LC: Litoral Centro.

Fonte: CETESB, 2011

4.5. Monitoramento de emissários submarinos

Em 2002, em função do crescente número de emissários submarinos no Estado de São Paulo na década anterior, a CETESB deu início ao monitoramento dos Emissários Submarinos.

Existem atualmente em funcionamento 10 emissários submarinos para esgotos sanitários. Desse total, 5 estão localizados na Baixada Santista e 5 no Canal de São Sebastião no Litoral Norte. Há ainda um emissário submarino utilizado para o esgoto industrial tratado, instalado no terminal aquaviário da Petrobras, em São Sebastião.

Para a localização dos pontos de monitoramento foi adotada uma malha espiral partindo do ponto de lançamento, como demonstrado na Figura 24 e Tabela 18. Os pontos de amostragem foram estabelecidos em vistorias prévias e em campo, sendo definidos caso a caso e cuja quantidade variou entre 12 e 18 dependendo do local.

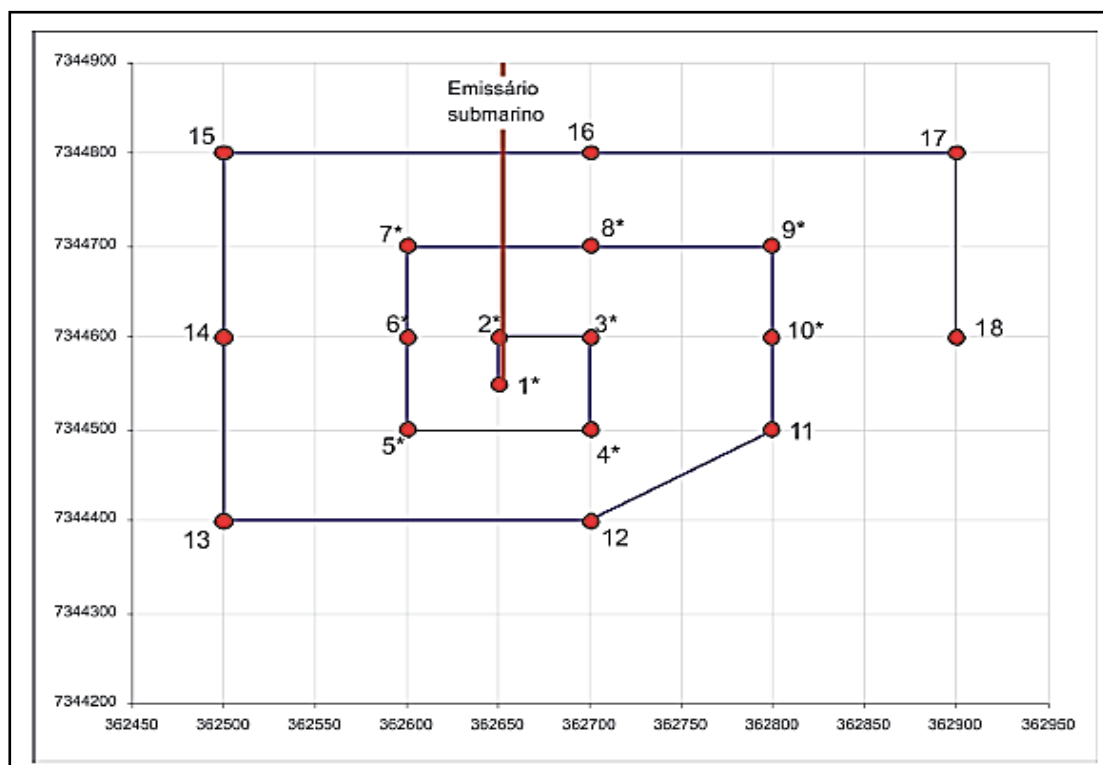


Figura 24 - Distribuição dos pontos de amostragem de água no Emissário de Santos em coordenadas UTM – obs.: Ponto 1: Saída do emissário (CETESB, 2011).

Tabela 18 – Localização dos pontos de amostragem de água e sedimento na área de influência do Emissário Submarino.

Ponto	UTM		lat	long
	S	E		
1	7344550	362650	24° 00' 18,1"	46° 21' 01,3"
2	7344600	362650	24° 00' 16,2"	46° 21' 01,3"
3	7344600	362700	24° 00' 16,5"	46° 20' 59,5"
4	7344500	362700	24° 00' 19,7"	46° 20' 59,5"
5	7344500	362600	24° 00' 19,7"	46° 21' 03,1"
6	7344600	362600	24° 00' 16,5"	46° 21' 03,1"
7	7344700	362600	24° 00' 13,2"	46° 21' 03,1"
8	7344700	362700	24° 00' 13,2"	46° 20' 59,5"
9	7344700	362800	24° 00' 13,2"	46° 20' 55,9"
10	7344600	362800	24° 00' 16,5"	46° 20' 55,9"
11	7344500	362800	24° 00' 19,7"	46° 20' 55,9"
12	7344400	362700	24° 00' 23,0"	46° 20' 59,5"
13	7344400	362500	24° 00' 23,0"	46° 21' 06,6"
14	7344600	362500	24° 00' 16,5"	46° 21' 06,6"
15	7344800	362500	24° 00' 09,9"	46° 21' 06,6"
16	7344800	362700	24° 00' 09,9"	46° 20' 59,5"
17	7344800	362900	24° 00' 09,9"	46° 20' 52,4"
18	7344600	362900	24° 00' 16,5"	46° 20' 52,4"

Fonte: CETESB, 2011

Os parâmetros preconizados para o monitoramento do padrão de qualidade da água salina, na área de influência do emissário, são descritos no Quadro 16.

Quadro 16 – Parâmetros utilizados para monitoramento do padrão de qualidade das águas salinas no Estado de São Paulo

Parâmetros	Descrição
Físico	Oxigênio Dissolvido, Temperatura da água, Transparência, Turbidez, Condutividade, Série de Sólidos.
Químico	Nutrientes
	Carbono Orgânico Total
	Fósforo Total
	Nitrogênio Kjeldahl Total
	Nitrogênio Amoniacal Total
Metais e Semi - Metais	Nitrato e Nitrito
Orgânicos	Arsênio, Alumínio, Cádmio, Cromo Total, Cobre Total, Estanho, Ferro, Mercúrio, Níquel, e Zinco.
Outros	PAH (Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos), PCB (Bifenilas Policloradas), Solventes Aromáticos, Fenóis Totais e Surfactantes.
Microbiológico	pH, Salinidade, Sulfeto, Óleos e Graxas
Hidrobiológico	<i>Enterococcus</i> e Coliformes Termotolerantes
Ecotoxicológico	Clorofila a e feofitina
	Toxicidade (Microtox)

Fonte: CETESB, 2011

Com o objetivo de verificar a estratificação da coluna d'água, é realizada a amostragem em três profundidades distintas:

- Superfície: 40 cm a 1m abaixo da superfície;
- Meio: Aproximadamente metade da profundidade da lamina de água; e
- Fundo: 40 cm a 1m acima do Leito.

Os possíveis materiais sedimentáveis lançado pelo emissário e deslocados pelas correntes marinhas são de difícil análise por meio da amostragem da água. Entretanto, ao analisar o sedimento pode ser verificado o aspecto qualitativo do leito da área impactada, pois será este um dos locais possíveis para detectar a presença de poluentes e até mesmo fornecer um histórico da região em suas camadas menos superficiais (BEVILAQUA, 2008).

Os sedimentos são compostos por componentes abióticos e bióticos, a saber:

- Componentes abióticos: minerais (silte, argila, areia e grãos), matéria orgânica (matéria húmica, detritos, material algal), água intersticial (extraída de sedimentos).
- Componentes bióticos: organismos bentônicos (macros invertebrados bentônicos, cianobactérias, e outros)

*“[...] No entanto, com o aporte da poluição doméstica e industrial, **mesmo progressa** há notáveis alterações nessa composição, por enriquecimento de matéria orgânica e nutrientes dos esgotos e traços de espécies químicas, tais como metais pesados e compostos orgânicos xenobióticos [...]”.* (BEVILAQUA, 2008)

A associação desses contaminantes ou sua redistribuição depende, por sua vez, das condições biogeoquímicas encontradas, tais como potencial redox, teor de matéria orgânica, pH entre outras variáveis ambientais.

Como não há padrões para sedimentos, tanto no Estado de São Paulo como no Brasil, os resultados são comparados com os critérios de qualidade estabelecidos

pela Legislação Canadense (CCME, 2002).

Este guia estabelece dois tipos de valores limites para substâncias tóxicas, um para o efeito limiar (ISQG – *Interim Sediment Quality Guidelines* ou TEL – *Threshold Effect Level*) e outro, acima do qual, são observados efeitos severos (PEL – *Probable Effect Level*). No Quadro 17 são apresentados os parâmetros analisados pela CETESB em sedimentos

Quadro 17 – Parâmetros analisados no monitoramento do sedimento costeiro no Estado de São Paulo

Parâmetros	Descrição	
Físico	Granulometria, umidade, Sólidos Voláteis.	
Químico	Nutrientes	Carbono Orgânico Total
		Fósforo Total
		Nitrogênio Kjeldahl Total
	Metais e Semi - Metais	Arsênio, Cádmio, Cromo Total, Chumbo, Cobre Total, Estanho, Mercúrio, Níquel, e Zinco.
	Orgânicos	BHC (Hexaclorobenzeno) e Congêneres, PAH (Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos), PCB (Bifenilas Policloradas), COV (Compostos Orgânicos Voláteis Aromáticos), Óleos e Graxas e Fenóis Totais.
Outros	pH, Arsênio, Potencial Redox	
Microbiológico	Coliformes Termotolerantes	<i>Clostridium perfringens</i>
Ecotoxicológico	Teste de Toxicidade Crônica de curta duração com <i>Lytechinus variegatus</i> ou Teste de Toxicidade com <i>Leptocheirus plumulosus</i>	

Fonte: CETESB, 2011

A frequência amostral adotada é semestral, considerada mínima em estudos desse tipo, pois existem características distintas nas massas d'água entre as épocas de verão e inverno, condicionadas por variáveis climáticas como temperatura e pluviosidade, assim como correntes marinhas, além da influência das atividades humanas na zona costeira que são sazonais.

Em períodos pré-estabelecidos é realizada a amostragem composta nas estações de pré-tratamento, concomitantemente ou não com a amostragem do corpo receptor, desde modo verifica-se o atendimento quanto ao lançamento e quanto ao padrão de qualidade.

Os emissários administrados pela SABESP com suas principais características e níveis de pré-condicionamento são apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 – Sistemas de disposição por Emissário Submarino administrado pela SABESP.

Município	Local	Pré-tratamento	Q máx. (L/s)	L (m)	D (m)	H (m)	Difusores	
							L (m)	Nº orifícios
Praia Grande I	Forte	G, CL	1.041	3.300	1,00	12,5	435	174
Praia Grande II	Vila Tupi	G, CL	1.361	3.415	1,00	13	570	228
Praia Grande III	V. Caiçara	G, CA, PEN, CL	1.400	4.000	1,00	12,7		
Santos	José Menino	G, CA, PEN, CL	3.500 (5.300) ^a	4.000	1,75	10	200	40
Guarujá	Enseada	G, CA, PEN, CL	1.447	4.500	0,90	14	300	150
São Sebastião	Centro (Araçá)	G, PEN, CL	150	1.061	0,40	8	10,1	17
São Sebastião	Cigarras	G, CL	11,6	1.068	0,16	8,5	3,5	7
São Sebastião (industrial)	TEBAR	STAR	208	1.500	0,25	22	60	6
Ilhabela (*)	Itaquanduba	G, CA, PEN, CL	130	941	0,45	36	36,25	8
Ilhabela	Saco da Capela	G, PEN, CL	30	220	0,25	24	2,5	24
Ubatuba (*)	Enseada	G, CL	15	300	0,20	-	-	-

L – Extensão; D – Diâmetro; H - altura.
 * Emissário a ser desativado
 a – vazão máxima de projeto
 G = grade; CA = caixa de areia; PEN = peneira; CL = cloração.

Fonte: MARCELLINO, 2004

Legalmente, a extensão da zona de mistura de um efluente em um corpo d'água pode ser definida como uma região onde os parâmetros de qualidade da água podem ser excedidos.

A Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005, demonstra um avanço na questão do estabelecimento de uma zona de mistura:

“[...] o órgão ambiental competente poderá autorizar, levando em conta o tipo de substância, valores em desacordo com os estabelecidos para a respectiva classe de enquadramento, desde que não comprometam os usos previstos para o corpo de água [...]”
 (BRASIL, 2005, Artigo 33)

A extensão e as concentrações de substâncias na zona de mistura deverão ser objeto de estudo, nos termos determinados pelo órgão ambiental competente, a expensas do empreendedor responsável pelo lançamento.

5. METODOLOGIA

O método de pesquisa utilizado possui um caráter exploratório, descrevendo a evolução do padrão de qualidade e o monitoramento na Baía de Santos até o estado atual.

A metodologia descreve as etapas utilizadas em atendimento aos objetivos propostos por este trabalho. O Projeto desta pesquisa foi idealizado e executado em 5 etapas distintas, a saber:

Primeira etapa – Compreende em atividades preliminares aos trabalhos de campo, tais como: revisão de literatura, obtenção de apoio institucional, contatos com profissionais da área em estudo, definição da área de investigação e planejamento das atividades de campo.

Segunda etapa – Compreende as atividades de campo, destacando o planejamento de amostragem na Estação de Pré-Condicionamento – EPC, na Baía de Santos, sobretudo na área de impacto do emissário de Santos/São Vicente. Além do levantamento de outros estudos realizados no local.

Terceira etapa – Realização da amostragem com metodologia adequada para coleta, preservação e acondicionamento das amostras.

Quarta etapa – Compreende as atividades de laboratório, envolvendo o preparo das amostras e análises físico-química, microbiológica e ecotoxicológica.

Quinta etapa – Formação de um banco de dados e avaliação qualitativa e quantitativa das amostras classificadas, validando a metodologia empregada.

A avaliação do impacto do emissário submarino foi analisada verificando suas condições de lançamento e o padrão de qualidade das águas na baía de Santos, preconizando a legislação vigente e, sobretudo os indicadores de contaminação fecal (Nitrogênio, Fósforo, Coliformes Fecais e termotolerantes). Foram observadas outras condições inerentes ao sistema e sua influência na área diretamente afetada.

Foram utilizadas referências de outras legislações ambientais (USEPA e CEE) como forma de comparação com a legislação utilizada pela CETESB.

Cada etapa é descrita, apresentando os procedimentos aplicados durante a execução do projeto, formalizando a metodologia aplicada e dando uma melhor compreensão das atividades envolvidas.

5.1. Primeira etapa – Atividades preliminares

Nesta etapa foi realizada a revisão da literatura sobre o assunto em questão e o levantamento da legislação pertinente. Na oportunidade, a grande dificuldade encontrada foi a bibliografia, sobretudo no que diz respeito ao monitoramento de emissários no Brasil. A maioria dos estudos são de origem estrangeira, sobretudo dos Estados Unidos e da Europa, onde as situações, nem sempre são adequadas à nossa realidade (aspectos hidrodinâmicos, clima, pluviometria, sistema de esgotamento, uso do corpo receptor, entre outros).

De modo a consolidar o estudo em epígrafe foram necessárias várias buscas em instituições com vasta experiência, as quais formaram a referência para este trabalho, dentre elas destacamos:

SABESP – Companhia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

USEPA – *United States Environmental Protection Agency*

WHO - *World Health Organization* (Organização Mundial da Saúde-OMS)

CTH/EPUSP – Centro Tecnológico de Hidráulica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

5.2. Segunda etapa – Planejamento campanha de amostragem

Consiste no levantamento de dados de monitoramento já realizados na EPC e na Baía de Santos, sobretudo na área de influência do emissário. Nesta etapa foram

definidos os parâmetros de avaliação para o corpo receptor e para a estação de pré – condicionamento EPC.

As campanhas de monitoramento utilizadas como base de dados históricos são apresentadas no Quadro 18.

Quadro 18 – Campanhas utilizadas como dados históricos da Baía de Santos

Campanha/ano	Local de estudo	Autor
Campanha de 1975	Baía de Santos	(PEREIRA; et al, 1975)
Campanha de 1979	Baía de Santos	(CETESB, 1979)
Campanha de 1986	Baía de Santos	(CETESB, 1987)
Campanha de 1986	EPC	(AGUDO, 1986)
Campanha de 2002 até 2010	Área de influência do Emissário/EPC/Canais	Relatório de qualidade das águas da CETESB
Campanha de 2005/2006	Área de influência do Emissário/Canais/EPC	SABESP/Consórcio ENCIBRA, FALCÃO BAUER, TECAM.

Objetivando a atualização dos dados, foram necessárias as seguintes campanhas de amostragem, como mostra o Quadro 19:

Quadro 19 – Campanha de amostragem realizada em 2011

Local de amostragem	Data	Amostragem/Período
Emissário de Santos/São Vicente	23/02/2011	Simples/ 9h até 17h
EPC de Santos	27/07/2011	Composta/10h20min até 18h30min
Emissário de Santos/São Vicente	27/07/2011	Simples/ 9h até 17h

5.2.1. Monitoramento da Baía de Santos em 1975

No período de outubro de 1974 a julho de 1975, a CETESB realizou estudos na Baía de Santos, com vista a avaliar o futuro impacto do emissário submarino a ser instalado na praia do José Menino. Foram analisados 24 pontos de amostragem, abran-

gendo toda a área da Baía. Além disso, foram estabelecidos 4 pontos ao longo das praias, na linha da maré (ver Figura 24).

As localizações dos pontos para caracterização da Baía de Santos na Campanha 1975 estão na Tabela 22.

Tabela 20 – Campanha de 1975 - localização dos pontos em UTM.

Ponto	N	E	Ponto	N	E
1	7347525	361034	15	7343168	362151
2	7347800	362167	16	7342967	362984
3	7347985	363273	17	7342727	363870
4	7347785	364218	18	7342605	364598
5	7346194	360858	19	7341748	358438
6	7346070	362057	20	7341297	360058
7	7345895	363088	21	7340987	361625
8	7345758	364057	22	7340831	362274
9	7345043	360567	23	7340600	363133
10	7344680	362103	24	7340325	364220
11	7344555	363124	25	7348219	361138
12	7344368	364157	26	7348354	361976
13	7343901	358747	27	7348319	362747
14	7343518	360234	28	7348203	363983

Fonte: PEREIRA, D.N. et al, 1975.

Nesta campanha foram utilizados os parâmetros: Fósforo total, Matéria orgânica, Coliformes fecais e Coliformes totais de forma a subsidiar o estudo desta dissertação.

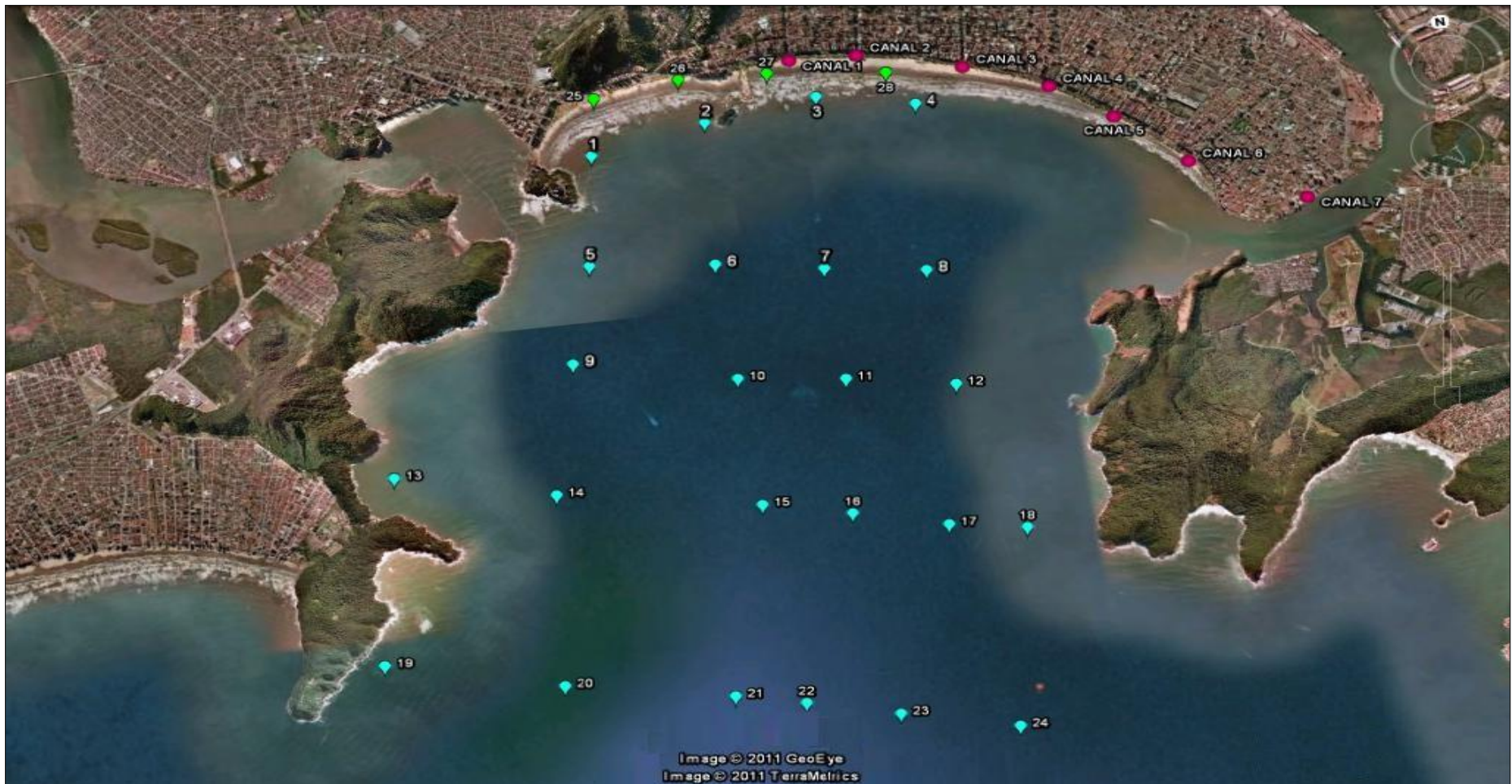


Figura 25 – Localização dos pontos de amostragem na baía de Santos em 1975 (PEREIRA, et al,1975, adaptado pelo autor).

5.2.2. Monitoramento da Baía de Santos em 1979

Na campanha 1979 a CETESB realizou o monitoramento na Baía de Santos, após a implantação do emissário submarino. O período de amostragem foi de julho a agosto desse ano (CETESB, 1979).

Para analisar a estratificação da coluna de água, os técnicos analisaram quatro profundidades: superfície, 2m, 5m e fundo, exceto quando a profundidade fosse menor do que 5 metros, neste caso eram realizados apenas 3 pontos – superfície, 2 m e fundo. Nesta mesma oportunidade, os técnicos avaliaram a região das praias, sendo coletadas amostras na profundidade de 1 metro, os parâmetros analisados foram Coliformes fecais e totais.

As localizações dos pontos para caracterização da Baía de Santos e das praias estão na Tabela 21 e sua disposição na Figura 26.

Tabela 21 - Campanha de 1979 - localizações dos pontos em UTM.

Ponto (Baía)	N	E	Ponto (Praia)	N	E
P0	7344103	362259	R1	7348199	359709
P1	7345635	366691	R2	7348098	361744
P2	7346763	364718	R3	7348143	363501
P3	7347075	362693	R4	7347723	365108
P4	7346434	360621	R5	7347352	365859
P5	7345113	360952	R6	7346796	366442
P6	7344618	362306	R7	7346264	366898
P7	7344911	363370			
P8	7345079	365069			
P9	7344206	365048			
P10	7342123	363659			
P11	7342323	361951			
P12	7342464	360279			

Fonte: CETESB, 1979.

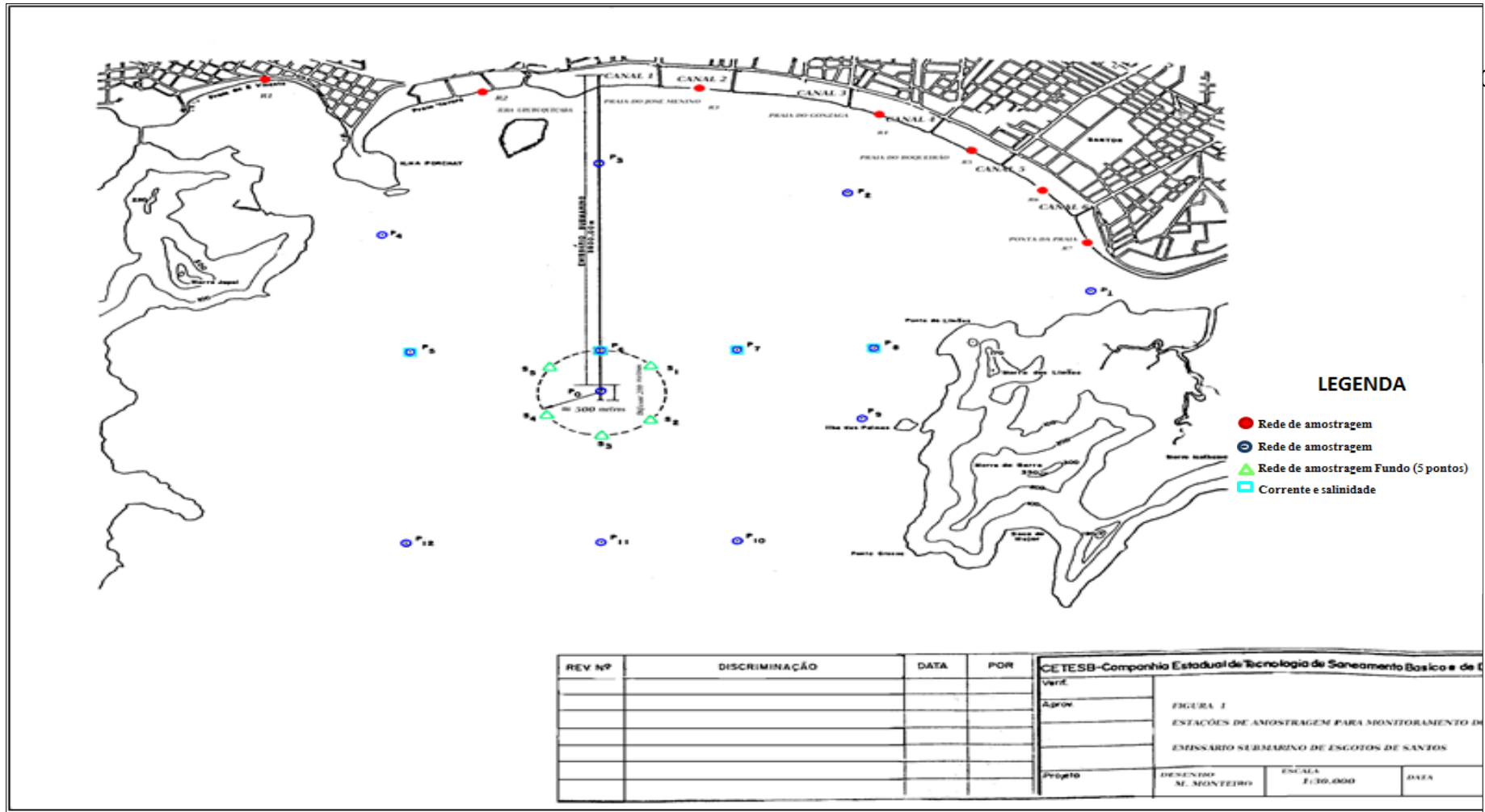


Figura 26 - Pontos selecionados para o 1º monitoramento do emissário submarino de Santos/São Vicente (CETESB, 1979, adaptado pelo autor)

5.2.3. Monitoramento da Baía de Santos e na EPC em 1986

Em 1986, entre os meses de abril e agosto, a CETESB realizou a campanha de amostragem na Baía de Santos, em quatro profundidades: superfície, 2m, 5m e fundo, exceto quando a profundidade fosse menor do que 5 metros, neste caso eram realizados apenas 3 pontos – superfície, 2 m e fundo. Na região próxima às praias, a profundidade de coleta foi de 1 metro. As amostras foram realizadas no período da manhã e da tarde

As localizações dos pontos para caracterização da Baía de Santos e das praias estão na Tabela 22 e no Figura 27

Tabela 22 - Campanha de 1986 - localizações dos pontos em UTM.

Ponto (Baía)	N	E	Ponto (Praia)	N	E
P0	7344103	362259	R1	7348199	359709
P1	7345635	366691	R2	7348098	361744
P2	7346763	364718	R3	7348143	363501
P3	7347075	362693	R4	7347723	365108
P4	7346434	360621	R5	7347352	365859
P5	7345113	360952	R6	7346796	366442
P6	7344618	362306	R7	7346264	366898
P7	7344911	363370			
P8	7345079	365069			
P9	7344206	365048			
P10	7342123	363659			
P11	7342323	361951			
P12	7342464	360279			

Fonte: CETESB, 1987.

Nesta campanha foram utilizados os parâmetros: Coliformes fecais e Coliformes totais de forma a subsidiar o estudo desta dissertação.

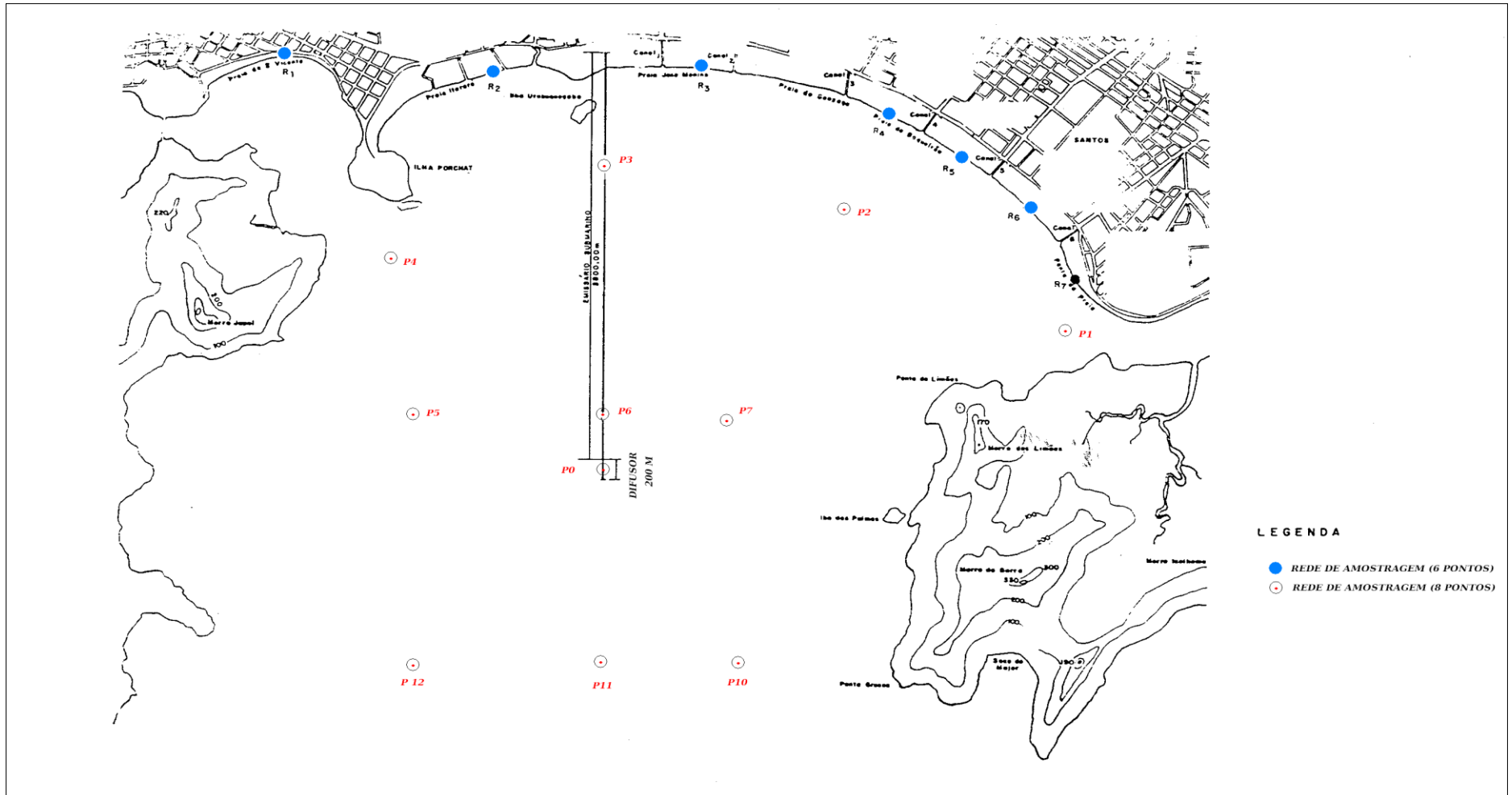


Figura 27 – Localização dos pontos de monitoramento do emissário submarino de Santos em 1986 (CETESB, 1987, adaptado pelo autor).

5.2.4. Monitoramento na Baía de Santos e na EPC entre 2005/2006

O monitoramento realizado na região de Santos/São Vicente deu início em janeiro/2005 e encerraram-se em meados de março/06. O Relatório foi elaborado pelo Consórcio ENCIBRA - FALCÃO BAUER - TECAM para cumprir o Contrato Nº 25.130/04 referente à “Execução de Programas de Monitoramento Ambiental da Área sob Influência do Emissário Submarino de Esgotos Sanitários de Santos/São Vicente”.

Este relatório contém as avaliações e interpretações dos resultados analíticos realizados durante o período de monitoramento, incluindo dados de qualidade da água do mar, sedimentos, efluentes e canais artificiais.

Os pontos de monitoramento nos canais e na Baía são apresentados respectivamente nas Tabelas 23 e 24 e demonstrado sua disposição na Figura 28.

Tabela 23 - Localizações dos pontos para caracterização dos canais, na Campanha 2005/2006.

Ponto	N	E	MC	Referência	
				Local	Município
CANAIS					
C1	7.348.701	363.128	45°	Canal 1	Santos
C2	7.348.656	363.787	45°	Canal 2	Santos
C3	7.348.401	364.791	45°	Canal 3	Santos
C4	7.348.041	365.588	45°	Canal 4	Santos
C5	7.347.623	366.195	45°	Canal 5	Santos
C6	7.346.981	366.838	45°	Canal 6	Santos
C7	7.346.323	367.879	45°	Canal 7	Santos
C8	7.347.904	360.520	45°	Praia dos Milionários	São Vicente

Fonte: ENCIBRA; et al, 2006

Tabela 24 - Localizações dos pontos para caracterização da Baía de Santos, na Campanha 2005/2006.

Ponto	N	E	MC	Referência	
				Local	Município
MAR					
CN1	7.348.117	358.183	45°	Mar Pequeno	São Vicente
CN2	7.346.585	368.714	45°	Estuário de Santos	Santos
M1	7.344.809	362.446	45°	Baía de Santos	Santos
M2	7.344.551	362.195	45°	Baía de Santos	Santos
M3	7.345.059	362.188	45°	Baía de Santos	Santos
M4	7.345.067	362.696	45°	Baía de Santos	Santos
M5	7.344.559	362.703	45°	Baía de Santos	Santos
M6	7.344.126	362.443	45°	Baía de Santos	Santos
M7	7.344.810	363.176	45°	Baía de Santos	Santos
M8	7.345.493	362.446	45°	Baía de Santos	Santos
M9	7.344.810	361.713	45°	Baía de Santos	Santos
M10	7.344.126	361.709	45°	Baía de Santos	Santos
M11	7.344.126	363.176	45°	Baía de Santos	Santos
M12	7.345.493	363.176	45°	Baía de Santos	Santos
M13	7.345.493	363.716	45°	Baía de Santos	Santos
M14	7.346.977	361.653	45°	Baía de Santos	Santos
M15	7.346.977	363.517	45°	Baía de Santos	Santos
M16	7.342.987	362.328	45°	Baía de Santos	Santos
M17	7.341.785	364.476	45°	Baía de Santos	Santos
M18	7.346.073	366.642	45°	Baía de Santos	Santos
M19	7.346.878	364.905	45°	Baía de Santos	Santos
M20	7.346.977	362.585	45°	Baía de Santos	Santos
M21	7.346.811	360.544	45°	Baía de Santos	Santos
M22	7.341.887	359.381	45°	Baía de Santos	Santos
M23	7.341.949	362.246	45°	Baía de Santos	Santos

Fonte: ENCIBRA; et al, 2006

Nesta campanha foram utilizados os parâmetros Coliformes termotolerante, *Enterococcus*, Carbono Orgânico Total – COT, Fósforo total e Nitrogênio Amoniacal, de forma a subsidiar o estudo desta dissertação.



Figura 28 – Localização dos pontos de Monitoramento realizado, através do serviço prestado pelo Consórcio ENCIBRA, FALCÃO BAUER e TECAM (ENCIBRA; et al, 2006, adaptado pelo autor)

5.2.5. Monitoramento do emissário entre 2002 a 2009.

Neste levantamento foram utilizados os dados gerados pelas campanhas de amostragem realizadas pela CETESB, entre 2002 e 2009.

Os pontos geográficos já foram apresentados na Tabela 18 e estão dispostos nas Figuras 24 e 29.

Nesta campanha foram utilizados os parâmetros Coliformes termotolerante, *Enterococcus*, Carbono Orgânico Total – COT, Fósforo total e Nitrogênio Amoniacal, de forma a subsidiar o estudo desta dissertação.

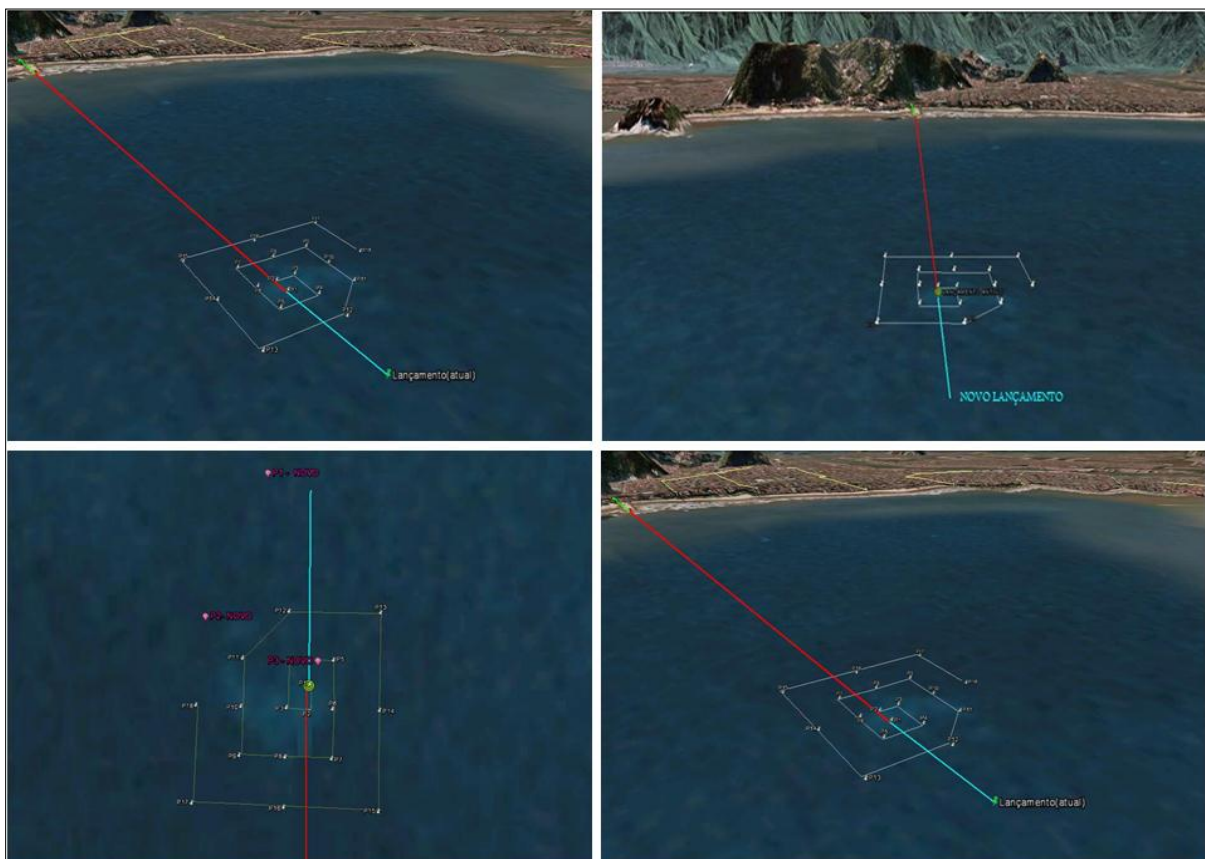


Figura 29 – Localização dos pontos de Monitoramento do emissário realizado pela CETESB, sendo que a partir de 2011 os pontos foram relocados devido à extensão do emissário (CETESB, 2011).

5.2.6. Monitoramentos realizados na EPC – Estação de pré-condicionamento.

O primeiro estudo referente ao tratamento na EPC foi realizado em 1986. Segundo AGUDO (1986), houve 2 (duas) campanhas com duração de 24 horas cada. Foram utilizados amostradores automáticos na entrada e saída da EPC.

Nesta campanha foram utilizados os parâmetros DBO, DQO, Sólidos Suspensos totais, Óleos e Graxas e Sólidos Sedimentáveis de forma a subsidiar o estudo desta dissertação.

A EPC era formada pelas seguintes unidades (vide Figura 30):

- Estação Elevatória Principal com sistema de gradeamento de 10 e 4 cm de espaçamento e capacidade máxima de $7\text{m}^3/\text{s}$;
- Estação Elevatória Terminal, já existente com capacidade máxima de $1,6\text{ m}^3/\text{s}$;
- Sistema de Peneiramento, contendo 10 peneiras de Aço inox com capacidade máxima de 350 L/s cada, com malha de 1,5 mm e separadas em duas linhas de 5 peneiras em cada linha;
- Unidade de Caixa de Areia Aerada, com retirada de 67 L/dia de areia ;
- Unidade de transporte de lodo por esteira mecanizada; e
- Sistema de Cloração, com dosagem de 15 ppm no poço de entrada e afluente à peneira, na caixa de chegada.

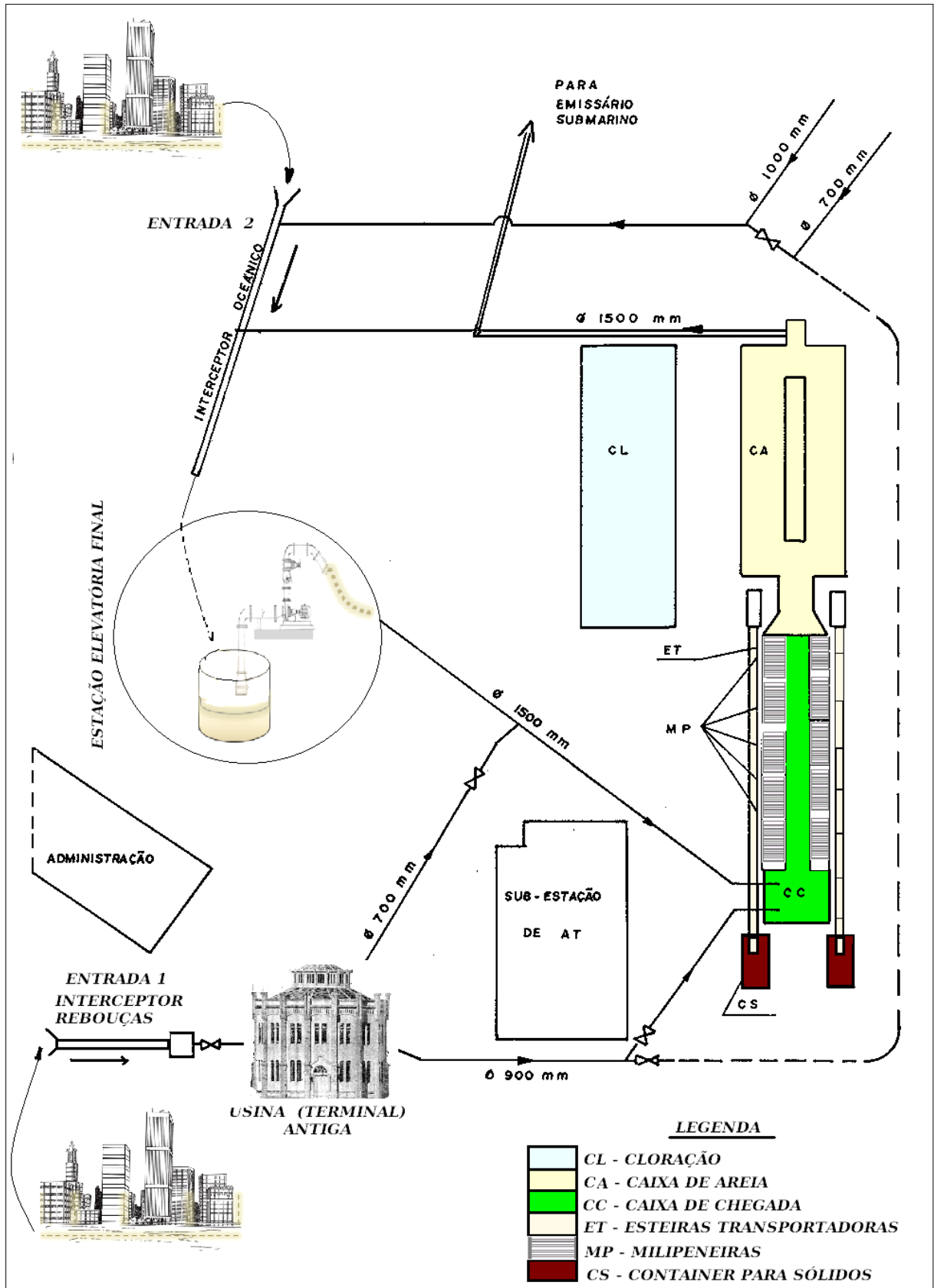


Figura 30 – Estação de Pré Condicionamento de Santos em 1986 (AGUDO, et al,1986, adaptado pelo autor).

A CETESB, entre os anos de 2002 a 2003 e, por meio de uma amostra simples (pontual) e comitadamente com a campanha no mar, avaliou o lançamento do efluente tratado pela EPC. Em 2004, foi realizada uma campanha de amostragem composta no período de 24 horas.

Nesta campanha foram utilizados os parâmetros DBO, DQO, Sólidos Suspensos totais, Óleos e Graxas e Sólidos Sedimentáveis de forma a subsidiar o estudo desta dissertação.

5.3. Terceira etapa - Monitoramento na Baía de Santos e na EPC em 2011

De modo a analisar a situação atual da EPC e do emissário foram realizadas, no ano de 2011, as campanhas demonstradas no Quadro 19 ⁴⁰.

Em 23/02/2011 foram avaliados 3 pontos (pontos 1, 2 e 3) ainda localizados na malha antiga da Baía de Santos, conforme mostra a Figura 29,. Nesses pontos foram avaliados 3 profundidades distintas:

- Superfície: 40 cm a 1m abaixo da superfície;
- Meio: Aproximadamente metade da profundidade da lamina de água; e
- Fundo: 40 cm a 1m acima do Leito.

Os parâmetros analisados foram os mesmos preconizados no Quadro 16. As amostras foram coletadas com garrafa *Van Dorn*⁴¹, verificada nas Fotografias 1,2,3 e 4, transferidas para frascos específicos e devidamente preservadas e acondicionadas, conforme recomendações da Resolução da ANA nº 724, datada de 03 de outubro de 2011 e do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos (CETESB/ANA, 2011) mostrada no Quadro 20. Este guia está em consonância com o manual do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

⁴⁰ A partir de 2011 os pontos analisados na área de influência sofreram mudança na sua localização, visto que houve a extensão de 420m do emissário de Santos.

⁴¹ Tubo cilíndrico que através de mensageiros (pesos) coleta água em diferentes profundidades



Fotografias 1, 2, 3 e 4 – Campanha de amostragem em 23/02/2011 na Baía de Santos, coleta realizada com garrafa *Van Dorn* em diferentes profundidades (Fotos do Autor).

Quadro 20 - Normas de amostragem e medições em campo utilizadas pela CETESB

Norma interna CETESB	Finalidade
SQPR/LB-128	Estratégia para coleta de água de superfície, de profundidade, abastecimento, e águas residuárias.
SQPR/LB-130	Controle de qualidade e coleta
SQPR/LB-132	Estratégia para preservação da amostra
SQIOT/LB-001	Numeração e identificação de amostras
SQIOT/LB-298	Operação de equipamentos de coleta
SQIOT/LB-251	Armazenamento e transporte de medidores, sondas e eletrodos de pH, condutividade e Oxigênio Dissolvido
SQIOT/LB-299	Determinação de temperatura do ar e da água
SQIOT/LB-300	Preenchimento do rascunho de campo e ficha de coleta

Fonte: CETESB, 2011.

Para cada ponto de amostragem, foi realizado um perfil da coluna d'água com medições contínuas utilizando-se a sonda multiparâmetros (vide Fotos 5, 6, 7 e 8).

Essa sonda possui vários eletrodos, que são sensores capazes de medir e de fornecer resultados imediatamente ao entrar em contato com a água. A sonda registra resultados das seguintes variáveis: Oxigênio Dissolvido, Temperatura, pH, Condutividade, Turbidez, Profundidade, Cloreto, Salinidade, Clorofila a, Sólidos Totais Dissolvidos e Potencial Redox.



Fotografias 5, 6, 7 e 8 – Campanha de amostragem em 23/02/2011 na Baía de Santos, análise com a sonda multiparâmetros (Fotos do Autor).

Mesmo não sendo fonte de análise desta dissertação, vale salientar que nesses pontos foram realizadas as coletas dos sedimentos as **Fotos 9, 10, 11 e 12** mostram o aspecto visual, sua coleta e preservação.



Fotografias 9, 10, 11 e 12 – Campanha de amostragem em 23/02/2011 na Baía de Santos, coleta do sedimento realizada com Pegador de Petersen (Fotos do Autor).

Nesta campanha foram utilizados os parâmetros Coliformes termotolerante, *Enterococcus*, Carbono Orgânico Total – COT, Fósforo total e Nitrogênio Amoniacal, de forma a subsidiar o estudo desta dissertação.

Na EPC foi realizado um monitoramento de 10h20min até 18h30min no dia 27/07/2011 com o intuito de atualizar os dados de eficiência da EPC, além das características do esgoto afluente e efluente tratado. Os parâmetros analisados são mostrados nos Quadros 21 e 22.

Quadro 21 - Parâmetros para Esgoto Bruto na EPC de Santos

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO _{5,20})	Sólidos Dissolvidos Voláteis (SDV)
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	Sólidos Dissolvidos Fixos (SDF)
Sólidos Suspensos Totais (SST)	Sólidos Totais (ST)
Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)	Sólidos Voláteis Totais (SV)
Sólidos Suspensos Fixos (SSF)	Sólidos Fixos Totais (SF)
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	Teste Toxicidade Aguda (<i>Vibrio fischeri</i>)

Quadro 22 - Parâmetros para o efluente tratado na EPC de Santos

DBO 5,20	Nitrogênio Amoniacal total	Cromo total
DQO	Nitrogênio Kjeldahl total	Cromo Hexavalente
Sólidos Fixos Totais (SF)	Fósforo total	Estanho total
Sólidos Voláteis Totais (SV)	Fenóis totais	Ferro Solúvel
Sólidos Totais (ST)	Sulfeto total	Fluoreto total
Sólidos Suspensos Fixos (SSF)	Óleos e Graxas	Manganês dissolvido
Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)	Alumínio total	Mercúrio total
Sólidos Suspensos Totais (SST)	Arsênio total	Níquel total
Sólidos Dissolvidos Fixos (SDF)	Bário total	Prata total
Sólidos Dissolvidos Voláteis (SDV)	Cádmio total	Selênio total
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	Chumbo total	Sulfato total
Nitrogênio Nitrato	Cianeto total	Zinco total
Nitrogênio Nitrito	Cobre dissolvido	
Varredura de Compostos Orgânicos Voláteis		
Clorofórmio	1,3,5Trimetilbenzeno	m,p Xileno
1,1 - Dicloro-1-Propeno	1,3 Diclorobenzeno	n - Butilbenzeno
1,1,1 Tricloroetano	1,3 Dicloropropano	n-Propilbenzeno
1,1,1,2 Tetracloetano	1,4 Diclorobenzeno	o-Xileno
1,1,2 Tricloroetano	1 Cloro 2 Metilbenzeno	n-Butilbenzeno
1,1,2,2 Tetracloetano	1 Cloro 4 Metilbenzeno	n-Propilbenzeno
1,1 Dicloroetano	Benzeno	o-Xileno
1,1 Dicloroetano	Bromobenzeno	p-Isopropilbenzeno
1,2 Diclorobenzeno	Bromoclorometano	sec-Butilbenzeno
1,2 Dicloroetano	Bromofórmio	terc.Butilbenzeno
1,2,3 Triclorobenzeno	cis 1,2 Dicloroetano	Tetracloroeto de Carbono
1,2,3 Tricloropropano	Clorobenzeno	Tetracloroetano
1,2,4 Triclorobenzeno	Dibromometano	Tolueno
1,2,4 Trimetilbenzeno	Estireno	trans-1,2- Dicloroetano
1,2 Dibromoetano	Etilbenzeno	Tricloroetano
1,2 Dicloropropano	Hexaclorobutadieno	
1,3,5 Triclorobenzeno	Isopropilbenzeno	
Binelinas Policloradas		
Congenere 101	Congenere 153	Congenere 52
Congenere 1118	Congenere 180	
Congenere 138	Congenere 28	
Pesticidas Organoclorados		
Metoxicloro	Endossulfan I	Lindano
Aldrin	Endossulfan II	Mirex
alfa BHC	Endossulfan Sulfato	pp'DDD
beta BHC	Endrin	pp' DDE
cis Clordano	Heptacloro	pp' DDT
delta BHC	Heptacloro Epóxido	Toxapheno
Dieldrin	Hexaclorobenzeno	trans Clordano
Pesticidas Organofosforados		
Clorpirifos	Demeton S	Malation
Demeton O	Gution	Palation

Nesta campanha foram utilizados os parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, Série de Sólidos, Série de Nitrogênio, Fósforo total e Óleos e graxas, de forma a subsidiar o estudo desta dissertação.

5.4. Quarta etapa - Atividades em laboratório, envolvendo o preparo das amostras e análises físico-química, microbiológica e ecotoxicológica.

Para assegurar a confiabilidade dos resultados analíticos, foram utilizadas as normas internas da CETESB em consonância com o *Standard Methodos for the Examination of Water and Wastewater* e atendendo a Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025, conforme preconiza a Resolução SMA Nº. 37/2006. No Quadro 23 é demonstrada a metodologia utilizada para os parâmetros analisados na campanha de 2011.

Quadro 23 – Normas internas da CETESB, utilizadas para análise dos parâmetros.

Metodologia	Parâmetro
SQ PR/LB- 018 - Sistema <i>Microtox</i>	Teste de Toxicidade Aguda com <i>Vibrio fischeri</i> –
SW 846- <i>Test Methods for Evaluating Solid Waste</i> (1998) Método EPA 8082 by <i>Gas Chromatography</i>	PCB - Bifenilas Policloradas
SW 846 - <i>Test Methods for Evaluating Solid Waste</i> (1998) Método EPA 8260C(COV) by <i>Gas Chromatography/Mass Spectrometry</i>	COV – Compostos Orgânicos Voláteis
SW 846 - <i>Test Methods for Evaluating Solid Waste</i> (1998) Método EPA 8141B by <i>Gas Chromatography/Capillary Column Technique</i>	Pesticidas Organofosforados
SW 846 - <i>Test Methods for Evaluating Solid Waste</i> (1998) Método EPA 8081B by <i>Gas Chromatography</i>	Pesticidas Organoclorados
<i>Standard Methodos for the Examination of Water and Wastewater</i> ⁴² (método 2540) , Gravimetria	Série de Sólidos
<i>Standard Methodos for the Examination of Water and Wastewater</i> (método 3120B), Espectrometria ótica de emissão com plasma de Argônio-ICP/OES	Alumínio total, Bário total, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cromo total, Estanho total, Ferro solúvel, Manganês solúvel, Níquel total, Prata total, Zinco total
<i>Standard Methodos for the Examination of Water and Wastewater</i> (método 3113), Espectrometria de absorção atômica	Arsênio total, Selênio total
<i>Standard Methodos for the Examination of Water and Wastewater</i> (método 4500CN, itens B,C e D), Colorimetria com Piridina /Ácido Barbitúrico	Cianeto
<i>Standard Methodos for the Examination of Water and Wastewater</i> (método 7196A), Espectrofotometria com Difenil Carbazida	Cromo Hexavalente

⁴² – APHA-AWWA-WEF- em versão online

Quadro 23 – Normas internas da CETESB, utilizadas para análise dos parâmetros. (continuação)

Metodologia	Parâmetro
<i>Standard Methodos for the Examination of Water and Wastewater</i> (método 5210B), Incubação a 20°C em ausência de luz por 5 dias	DBO
<i>Standard Methodos for the Examination of Water and Wastewater</i> (método 5220 D), digestão térmica em sistema fechado e Quantificação Colorimétrica	DQO
<i>Standard Methodos for the Examination of Water and Wastewater</i> (método 5530 D), Colorimetria com Amino-Antipirina	Fenóis totais
<i>Standard Methodos for the Examination of Water and Wastewater</i> (método 4110 C), Cromatografia Iônica	Fluoreto total, Sulfato total
<i>Standard Methodos for the Examination of Water and Wastewater</i> (método 4500 P, itens B e C), colorimetria automática com Molibdato de Amônio e Ácido Ascórbico após digestão ácida em meio sulfúrico	Fósforo total
<i>Standard Methodos for the Examination of Water and Wastewater</i> (método 3112) Espectrometria de absorção atômica com geração de vapor frio	Mercúrio total
<i>Standard Methodos for the Examination of Water and Wastewater</i> (método 4500N org. e NH ₃ B, ISO 14911/1998), digestão ácida, destilação e cromatografia iônica	Nitrogênio Kjeldahl total
<i>Standard Methodos for the Examination of Water and Wastewater</i> (método 4500NH ₃ B, ISO 14911/1998), destilação e cromatografia iônica	Nitrogênio Amoniacal
<i>Standard Methodos for the Examination of Water and Wastewater</i> (método 4110 C), cromatografia iônica	Nitrogênio Nitrato, Nitrito
<i>Standard Methodos for the Examination of Water and Wastewater</i> (método 5520D) gravimetria com extração por Soxhlet	Óleos e Graxas

Fonte: CETESB, 2011⁴³

5.5. Quinta etapa – Formatação de um banco de dados e avaliação qualitativa e quantitativa das amostras

Ao gerar um volume de dados foi preciso selecionar alguns parâmetros para poder correlacioná-los com outras campanhas. Os parâmetros escolhidos no monitoramento da Baía e na zona de mistura foram selecionados como forma de representar a contaminação fecal. Em relação aos parâmetros avaliados na EPC estes foram selecionados visando o atendimento da legislação vigente. O Quadro 24 apresenta os parâmetros selecionados por campanha.

⁴³ Manual de Normas da CETESB e Boletim de Análises

Quadro 24 – Parâmetros selecionados, por campanha, para subsidiar o estudo desta dissertação.

Monitoramento na água salina		
Campanhas	Local de amostragem	Parâmetros selecionados
1975	Baía de Santos	Fósforo total, Matéria orgânica, <i>Coliformes fecais</i> e Coliformes totais.
1979		<i>Coliformes fecais</i> e Coliformes totais.
1986		<i>Coliformes fecais</i> e Coliformes totais.
2005/2006	Baía de Santos, Canais e zona de mistura.	Coliformes termotolerante, <i>Enterococcus</i> , Carbono Orgânico Total – COT, Fósforo total e Nitrogênio Amniacal.
2002 a 2010	Zona de mistura e Canais	Coliformes termotolerante, <i>Enterococcus</i> , Carbono Orgânico Total – COT, Fósforo total e Nitrogênio Amniacal.
2011	Zona de mistura	
Monitoramento na EPC		
Campanhas	Local de amostragem	Parâmetros selecionados
1986	Tratado	DBO, DQO, Sólidos Suspensos totais, Óleos e Graxas e Sólidos Sedi-mentáveis.
2002 a 2004	Tratado	DBO, DQO, Sólidos Suspensos totais, Óleos e Graxas e Sólidos Sedi-mentáveis.
2011	Bruto e tratado	DBO, DQO, Série de Sólidos, Série de Nitrogênio, Fósforo, total, Óleos e graxas.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Campanha de 1975

Para todos os pontos amostrados na Baía de Santos (28), foram coletadas duas amostras em profundidades distintas, superfície e fundo. Na oportunidade os parâmetros selecionados foram: Fósforo total, Coliforme total, Coliforme fecal, Matéria Orgânica.

Para melhor visualização do impacto na Baía foi utilizado um gráfico de bolhas sobreposto à imagem do local em análise. Cada bolha representa o ponto de amostragem, porquanto o tamanho da bolha e a sua tonalidade variam com a concentração do parâmetro avaliado.

Foram formados gráficos de outubro/1974, janeiro/1975, abril/1975 e julho/1975.

Ressalta-se que nesta época a Usina de Henry Borden⁴⁴, segundo CBHBS & DAEE (2007) operava com 90 m³/s. Esta vazão foi fundamental para avaliação preliminar do regime hidráulico e dispersão do esgoto a ser lançado pelo emissário submarino de Santos.

. Os resultados são apresentados na Tabela 25 e nas Figuras 31, 32, 33 e 34.

⁴⁴ A Usina Henry Borden gerava até 889.000 kW, suficiente para atender à demanda de uma cidade com cerca de 2 milhões de habitantes. Seu sistema adutor capta água do Reservatório do Rio das

Pedras, e a conduz até o pé da Serra do Mar, em Cubatão, aproveitando o desnível existente de cerca de 720 m (EMAE, 2001 apud ANEEL, 2004).

Tabela 25 - Resultado em 28 pontos monitorados na baía de Santos no período entre outubro/74 até julho/75, para os parâmetros: Fósforo total, Coliforme total, Coliforme fecal, Matéria Orgânica.

Parâmetro	Unidade	Ponto	out/74		jan/75		abr/75		jul/75	
			Superfície	Fundo	Superfície	Fundo	Superfície	Fundo	Superfície	Fundo
Fósforo Total	mg/L	1	0,039	0,026	0,032	0,029	0,026	0,013	0,23	0,12
Coliforme Total	NMP/100mL		790	1300	13000	1300	7900	790	13000	490
Coliforme Fecal	NMP/100mL		490	490	700	49	2800	790	490	220
Matéria Orgânica	mg/L		2,6	3,2	0,8	2,8	1,4	3,1	-	-
Fósforo Total	mg/L	2	0,029	0,026	-	0,02	0,09	0,06	0,066	0,03
Coliforme Total	NMP/100mL		490	490	14000	1300	230	49	230	22
Coliforme Fecal	NMP/100mL		330	39	4600	110	79	49	79	5
Matéria Orgânica	mg/L		5	2,6	0,4	2,8	3,6	3,7	2	2,8
Fósforo Total	mg/L	3	0,035	0,026	0,042	0,016	0,05	0,05	0,106	0,118
Coliforme Total	NMP/100mL		3300	460	7900	230	230	79	790	3300
Coliforme Fecal	NMP/100mL		490	33	1700	230	33	33	170	490
Matéria Orgânica	mg/L		3,6	1,2	0,4	5,2	3,2	5,6	1,7	-
Fósforo Total	mg/L	4	0,02	0,029	0,049	0,029	0,06	0,08	0,054	0,161
Coliforme Total	NMP/100mL		330	230	17000	170	130	130	3300	1700
Coliforme Fecal	NMP/100mL		330	79	4600	130	130	8	490	330
Matéria Orgânica	mg/L		4,9	3,5	0,4	0,8	1,9	3,8	-	3,5
Fósforo Total	mg/L	5	0,052	0,045	0,035	0,016	0,2	0,11	0,035	0,038
Coliforme Total	NMP/100mL		2300	230	7900	490	7900	3300	33	79
Coliforme Fecal	NMP/100mL		490	230	490	33	2800	940	13	49
Matéria Orgânica	mg/L		3,1	2	0,8	0,8	1,6	-	-	-
Fósforo Total	mg/L	6	0,039	0,013	0,039	0,02	0,029	0,01	0,123	0,043
Coliforme Total	NMP/100mL		2300	230	2300	110	2300	490	2300	110
Coliforme Fecal	NMP/100mL		790	79	790	31	790	330	230	8
Matéria Orgânica	mg/L		3,4	1,8	0,4	4,03	1,1	0,8	2,02	1,06
Fósforo Total	mg/L	7	0,052	0,06	0,035	0,023	0,023	0,013	0,071	0,038
Coliforme Total	NMP/100mL		4900	130	2300	330	230	22	330	110
Coliforme Fecal	NMP/100mL		1300	49	490	130	49	2	130	17
Matéria Orgânica	mg/L		2,5	1,7	0,4	2,4	4,2	7,6	2,54	0,96
Fósforo Total	mg/L	8	0,145	0,026	0,035	0,02	0,013	0,02	0,066	0,052
Coliforme Total	NMP/100mL		4900	330	2300	280	79	46	230	79
Coliforme Fecal	NMP/100mL		490	49	330	70	17	11	130	49
Matéria Orgânica	mg/L		2,4	1,9	0,4	3,2	2,5	2,7	-	1,2
Fósforo Total	mg/L	9	0,13	0,078	0,066	0,02	0,016	0,01	0,106	0,08
Coliforme Total	NMP/100mL		7900	110	23000	49	330	230	790	49
Coliforme Fecal	NMP/100mL		700	27	2300	23	330	230	33	9
Matéria Orgânica	mg/L		3,6	2,1	0,41	0,8	2,84	2,7	-	-
Fósforo Total	mg/L	10	0,208	0,085	-	0,016	0,032	0,026	0,096	0,062
Coliforme Total	NMP/100mL		490	490	49000	49	130	170	1300	230
Coliforme Fecal	NMP/100mL		170	70	4900	23	130	49	33	49
Matéria Orgânica	mg/L		8,8	1,8	0,4	3,5	2,5	3,03	-	0,3
Fósforo Total	mg/L	11	0,078	0,052	0,062	0,023	0,023	0,02	0,118	0,02
Coliforme Total	NMP/100mL		700	230	33000	70	3300	490	3300	130
Coliforme Fecal	NMP/100mL		460	49	7000	7	3300	170	330	130
Matéria Orgânica	mg/L		3,1	1,06	0,4	1,6	8,4	5,9	-	-
Fósforo Total	mg/L	12	0,085	0,22	0,056	0,013	0,02	0,013	0,062	0,043
Coliforme Total	NMP/100mL		790	130	79000	79	3300	490	1300	33
Coliforme Fecal	NMP/100mL		330	49	6300	11	1700	170	490	13
Matéria Orgânica	mg/L		5	2,5	0,4	4,8	8,2	5,2	-	-
Fósforo Total	mg/L	13	0,06	0,016	0,049	0,016	0,029	0,02	0,03	0,076
Coliforme Total	NMP/100mL		130	490	7900	130	490	130	49	130
Coliforme Fecal	NMP/100mL		49	330	1700	23	330	33	2	23
Matéria Orgânica	mg/L		-	-	0,4	3,2	2,5	2,49	0,3	-
Fósforo Total	mg/L	14	0,085	0,013	0,042	0,016	0,013	0,039	0,09	0,07
Coliforme Total	NMP/100mL		330	460	13000	280	49	330	130	130
Coliforme Fecal	NMP/100mL		23	330	2300	13	23	130	17	8
Matéria Orgânica	mg/L		-	-	0,4	4,1	1	3	-	-
Fósforo Total	mg/L	15	0,056	0,025	0,035	0,013	0,013	0,07	0,146	0,106
Coliforme Total	NMP/100mL		230	790	22000	110	170	330	330	79
Coliforme Fecal	NMP/100mL		23	140	2600	26	79	170	79	17
Matéria Orgânica	mg/L		-	-	0,4	1,6	8,2	3,49	-	0,6
Fósforo Total	mg/L	16	0,09	0,023	0,049	0,01	0,039	0,016	0,134	0,02
Coliforme Total	NMP/100mL		130	1100	13000	23	1300	79	130	33
Coliforme Fecal	NMP/100mL		9	460	7900	2	790	27	2	9
Matéria Orgânica	mg/L		-	-	2,8	4,9	9,49	3,91	-	-
Fósforo Total	mg/L	17	0,233	0,023	0,039	0,013	0,026	0,016	0,112	0,02
Coliforme Total	NMP/100mL		790	330	4900	230	490	330	11000	17000
Coliforme Fecal	NMP/100mL		140	130	700	33	220	170	630	4600
Matéria Orgânica	mg/L		-	-	0,8	3,9	10,08	3,9	-	-
Fósforo Total	mg/L	18	0,085	0,052	0,023	0,016	0,02	0,016	0,096	0,043
Coliforme Total	NMP/100mL		330	33	11000	490	490	79	490	230
Coliforme Fecal	NMP/100mL		130	5	1700	79	49	7	130	49
Matéria Orgânica	mg/L		-	-	0,43	0,41	6,18	3,08	0,1	-
Fósforo Total	mg/L	19	0,039	0,026	0,032	0,016	0,016	0,023	0,097	0,071
Coliforme Total	NMP/100mL		49	790	7000	3300	230	230	49	280
Coliforme Fecal	NMP/100mL		5	79	4600	790	79	<2	49	33
Matéria Orgânica	mg/L		-	-	1,2	-	4,3	5,3	-	-
Fósforo Total	mg/L	20	0,049	0,016	0,023	0,01	0,016	0,026	0,05	0,062
Coliforme Total	NMP/100mL		33	79	3300	33	7000	130000	230	170
Coliforme Fecal	NMP/100mL		<2	11	3300	23	1700	4900	130	170
Matéria Orgânica	mg/L		-	-	0,8	2,4	0,3	2,7	3,7	8,8
Fósforo Total	mg/L	21	0,049	0,016	0,029	0,016	0,01	0,026	0,22	0,03
Coliforme Total	NMP/100mL		17	33	3100	790	160000	2300	330	130
Coliforme Fecal	NMP/100mL		2	11	790	330	160000	330	170	130
Matéria Orgânica	mg/L		-	-	-	2	0,9	13	2,9	6
Fósforo Total	mg/L	22	0,056	0,026	0,023	0,013	0,016	0,013	0,088	0,088
Coliforme Total	NMP/100mL		4900	13	4900	2300	490	3300	230	330
Coliforme Fecal	NMP/100mL		2	5	4900	1300	220	49	79	110
Matéria Orgânica	mg/L		-	-	1,2	1,6	2,7	10,9	-	-
Fósforo Total	mg/L	23	0,07	0,032	0,029	0,007	0,013	0,013	0,086	0,03
Coliforme Total	NMP/100mL		49	2	7900	330	160000	330	330	79
Coliforme Fecal	NMP/100mL		2	<2	1300	130	28000	130	79	22
Matéria Orgânica	mg/L		-	-	0,4	38	1,4	2,3	-	0,4
Fósforo Total	mg/L	24	0,09	0,013	0,028	0,007	0,023	0,07	0,086	0,045
Coliforme Total	NMP/100mL		23	8	2800	490	330	23	330	79
Coliforme Fecal	NMP/100mL		2	<2	700	330	110	2	170	17
Matéria Orgânica	mg/L		-	-	2,4	1,2	5,3	0,94	2,5	7,4
Coliforme Total	NMP/100mL	25	330	130	490	2300	230	140	3300	3300
Coliforme Fecal	NMP/100mL		330	33	490	790	130	8	230	700
Coliforme Total	NMP/100mL	26	330	230	490	700	790	700	700	2300
Coliforme Fecal	NMP/100mL		22	22	170	79	130	33	17	170
Coliforme Total	NMP/100mL	27	230	460	790	490	3300	330	140000	3300
Coliforme Fecal	NMP/100mL		130	49	330	490	1100	33	13000	460
Coliforme Total	NMP/100mL	28	2300	330	4900	130000	2300	490	3100	490
Coliforme Fecal	NMP/100mL		590	13	2230	49000	790	110	700	130

Fonte: PEREIRA, D.N. et al, 1975.



Figura 31 - Resultado de Fósforo total em 28 pontos amostrados na superfície e no fundo da baía de Santos, no período entre outubro/74 até julho/75 (PEREIRA, D.N. et al, 1975, adaptado pelo autor)



Figura 32 - Resultado de Coliformes totais em 28 pontos amostrados na superfície e no fundo da baía de Santos, no período entre outubro/74 até julho/75 (PEREIRA, D.N. et al, 1975, adaptado pelo autor)



Figura 33 - Resultado de Coliformes fecais em 28 pontos amostrados na superfície e no fundo da baía de Santos, no período entre outubro/74 até julho/75 (PEREIRA, D.N. et al, 1975, adaptado pelo autor)



Figura 34 - Resultado de Matéria orgânica em 28 pontos amostrados na superfície e no fundo da baía de Santos, no período entre outubro/74 até julho/75 (PEREIRA, D.N. et al, 1975, adaptado pelo autor)

Algumas conclusões podem ser verificadas na campanha de 1975, entre eles podemos destacar:

- I. Os valores dos indicadores são mais elevados na superfície comparados com os valores do fundo da baía. Este panorama é característico de um sistema com águas de diferentes concentrações e com contribuições de diferentes tipos de águas (salobras e doces), provenientes do estuário (OCCHIPINTI, 1973).
- II. Pode ser verificado o aumento nas concentrações de nutrientes e, sobretudo de Coliformes Fecais, estes comumente utilizados como indicadores de esgoto doméstico. Estes dados demonstram que a coleta e/ou tratamento dos esgotos não eram suficientes na região, uma vez que:
 - i. Os meses onde os valores se encontravam elevados coincidiam com o período de veraneio, onde ocorre o aumento da população local e consequentemente o aumento do volume de esgoto sanitário.
 - ii. As maiores concentrações, sobretudo de Coliformes, são localizadas próximas à saída do estuário e na região das praias. Este fato demonstra que há despejos de esgoto em grande quantidade nestas regiões (canais e estuário).
 - iii. Os valores encontrados na região do lançamento do esgoto (Itaipu) são modestos comparados àqueles encontrados próximo às praias.

6.2. Campanha de 1979

Foram analisados os parâmetros Coliformes totais e fecais em 13 pontos na Baía de Santos amostrados em 4 (quatro) profundidades distintas, já na região das praias foram avaliados 7 pontos, amostrados na profundidade de 1 m.

O objetivo dessa campanha foi verificar o impacto do emissário (instalado em 1978).

Os resultados encontrados nos 20 pontos monitorados são mostrados nas tabelas 26 e 27, e analisados na Figura 35.

Tabela 26 - Resultados de Coliformes fecais e totais na Baía de Santos, amostrados em quatro profundidades, exceto quando a profundidade fosse menor do que 5 metros, neste caso eram realizados apenas 3 pontos (julho/79 a setembro/79).

Parâmetro	Unidade	Ponto	Superfície	2m	5m	Fundo
Coliformes Totais	NMP/100mL	P0	10.300	13.700	-	4.560
Coliformes Fecais	NMP/100mL		1.100	1.110	-	9.160
Coliformes Totais	NMP/100mL	P1	11.800	2.380	918	882
Coliformes Fecais	NMP/100mL		2.000	485	160	150
Coliformes Totais	NMP/100mL	P2	6.590	2.020	-	566
Coliformes Fecais	NMP/100mL		1.340	451	-	104
Coliformes Totais	NMP/100mL	P3	1530	727	-	649
Coliformes Fecais	NMP/100mL		298	152	-	94
Coliformes Totais	NMP/100mL	P4	1.950	1.010	-	359
Coliformes Fecais	NMP/100mL		501	206	-	93
Coliformes Totais	NMP/100mL	P5	1.530	585	306	331
Coliformes Fecais	NMP/100mL		236	138	40	60
Coliformes Totais	NMP/100mL	P6	2.040	1.090	401	624
Coliformes Fecais	NMP/100mL		392	360	114	135
Coliformes Totais	NMP/100mL	P7	1.490	890	411	648
Coliformes Fecais	NMP/100mL		301	221	130	96
Coliformes Totais	NMP/100mL	P8	931	756	447	242
Coliformes Fecais	NMP/100mL		182	234	138	53
Coliformes Totais	NMP/100mL	P9	540	349	334	161
Coliformes Fecais	NMP/100mL		222	91	102	62
Coliformes Totais	NMP/100mL	P10	259	614	291	139
Coliformes Fecais	NMP/100mL		94	123	48	17
Coliformes Totais	NMP/100mL	P11	291	261	124	142
Coliformes Fecais	NMP/100mL		81	53	30	19
Coliformes Totais	NMP/100mL	P12	21	30	18	17
Coliformes Fecais	NMP/100mL		36	65	39	35

Fonte: CETESB, 1979

Tabela 27 - Resultado de Coliformes fecais e totais em 7 pontos, amostrados em 1 metro de profundidade (campanha de 1979).

Parâmetro	Unidade	Ponto/Resultado	Parâmetro	Unidade	Ponto/Resultado		
Coliformes Totais	NMP/100 mL	R1	4.390	Coliformes Totais	NMP/100 mL	R5	932
Coliformes Fecais	NMP/100 mL		1.680	Coliformes Fecais	NMP/100 mL		169
Coliformes Totais	NMP/100 mL	R2	600	Coliformes Totais	NMP/100 mL	R6	1.340
Coliformes Fecais	NMP/100 mL		146	Coliformes Fecais	NMP/100 mL		213
Coliformes Totais	NMP/100 mL	R3	1.850	Coliformes Totais	NMP/100 mL	R7	4.180
Coliformes Fecais	NMP/100 mL		419	Coliformes Fecais	NMP/100 mL		448
Coliformes Totais	NMP/100 mL	R4	2.150				
Coliformes Fecais	NMP/100 mL		625				

Fonte: CETESB, 1979

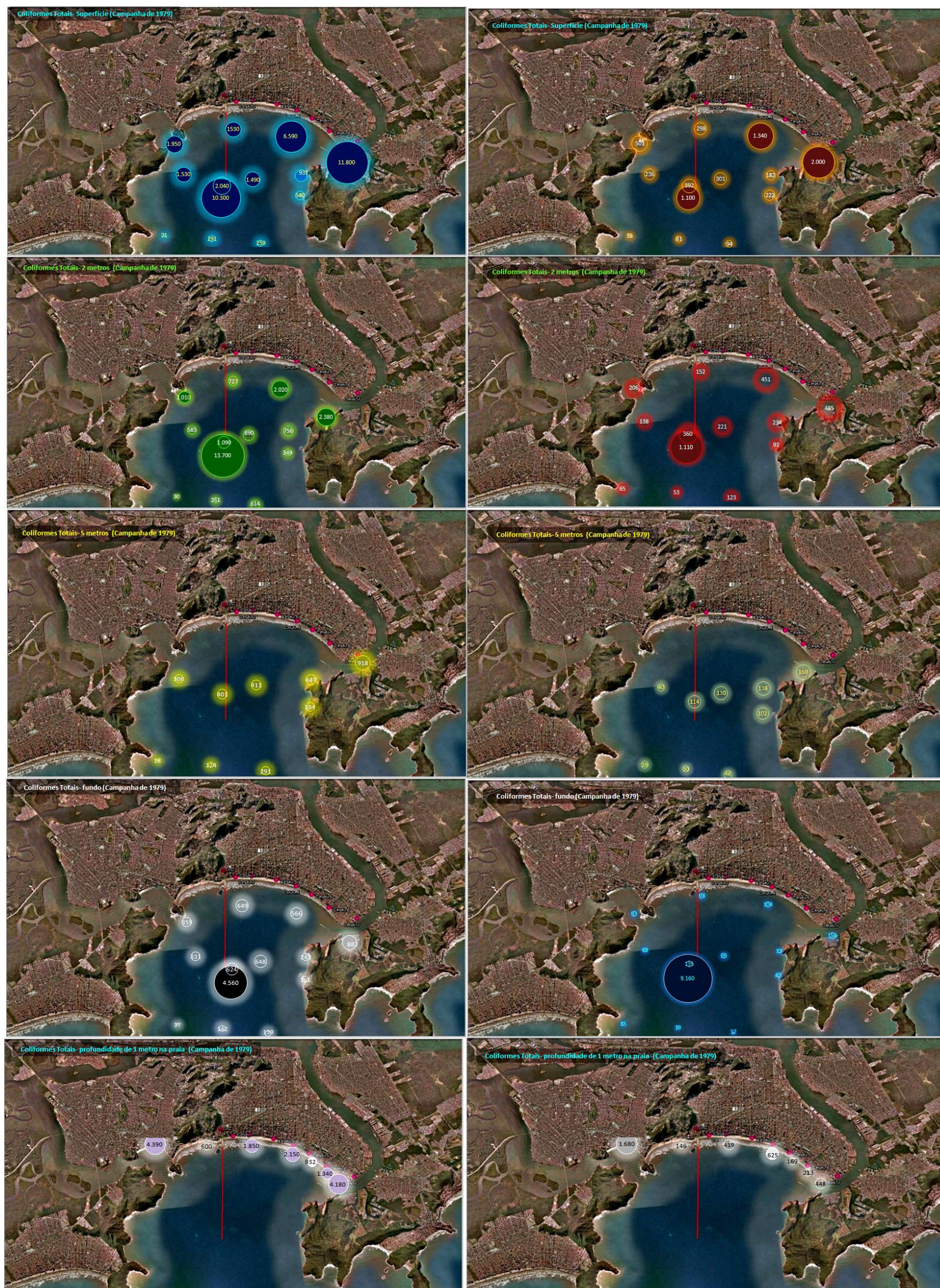


Figura 35 - Resultados da campanha de 1979 para Coliformes fecais e totais na Baía de Santos, amostrados em quatro profundidades e em 7 pontos, amostrados em 1 metro de profundidade (CETESB, 1979).

Como conclusão da campanha de 1979, pode ser verificada uma ligeira melhora na Baía. Entretanto, os valores permaneceram altos, sobretudo na área de lançamento do emissário submarino e na saída do estuário.

Os valores de coliformes fecais e totais observados nas águas de fundo, de um modo geral, mostraram-se baixos. Tal resultado é justificável, uma vez que a salinidade observada na Baía de Santos é menor na superfície, considerando a localização na Baía de Santos e a forte influência do aporte de águas com menor salinidade provenientes dos canais e estuário, sendo ainda a hidrodinâmica pouco favorável à dispersão.

Os resultados obtidos nas praias de Santos para os parâmetros de Coliformes totais e fecais mostram que há uma relação direta do estuário no padrão de qualidade das águas de recreação. Os valores de R1 e R7 são os mais acentuados, visto que representam a comunicação com o estuário.

Essa campanha foi de fundamental importância, demonstrando que a preservação das águas na Baía não deve ser limitada ao simples monitoramento da área próxima ao lançamento do emissário. Conclui-se que outras ações e atividades devem envolver futuros estudos na Baía, dentre os quais: o monitoramento no estuário e, sobretudo a gestão das águas de drenagem urbana.

6.3. Campanha de 1986

Foram avaliados 11 pontos de monitoramento na Baía de Santos, amostrados em 4(quatro) profundidades distintas, já na região das praias foram avaliados 7 pontos, amostrados na profundidade de 1 m. A diferença quanto às outras campanhas foram o período de amostragem (manhã e tarde).

Os parâmetros avaliados em todos os pontos foram os Coliformes totais e fecais, na Tabela 28 são apresentados os resultados encontrados nesses pontos.

Tabela 28 - Resultado da campanha de 1986 para Coliformes fecais e totais em 13 pontos, amostrados em quatro profundidades: superfície, 2m, 5m e fundo

Parâmetro	Ponto	04/08/1986 manhã				04/08/1986 tarde				05/08/1986 manhã				05/08/1986 tarde				06/08/1986 manhã				06/08/1986 tarde				12/08/1986 manhã				12/08/1986 tarde				13/08/1986 manhã				13/08/1986 tarde				14/08/1986 tarde			
		Sup.	2m	5m	Fundo	Sup.	2m	5m	Fundo	Sup.	2m	5m	Fundo	Sup.	2m	5m	Fundo	Sup.	2m	5m	Fundo	Sup.	2m	5m	Fundo	Sup.	2m	5m	Fundo	Sup.	2m	5m	Fundo	Sup.	2m	5m	Fundo	Sup.	2m	5m	Fundo				
Coliformes Totais	P0	3000	22000	1300	13000	130	80	50	130	50000	50000	13000	240000	80000	30000	1700	1700	8000	2300	2800	2300	3000	230	500	500	3000	3000	17000	2300	80000	50000	30000	80000	7.000	5.000	500	700	3000	2200	1300	500	1700	1300	1300	500
Coliformes Fecais		1300	3000	230	3000	7	9	13	30	3000	3000	1100	80000	5000	11000	300	170	1300	800	700	170	1700	130	60	50	70	80	27	30	11000	8000	11000	1700	7.000	500	300	140	500	800	300	220	300	170	110	80
Coliformes Totais	P1	11000	8000	300	80	5000	1300	700	5000	3000	1100	2300	1700	800	500	500	500	1100	3000	3000	2300	80	300	5000	800	3000	2300	1300	700	5000	800	230	140	8000	2300	230	300	13.000	3000	230	60	5000	7000	1300	700
Coliformes Fecais		1700	700	230	23	700	500	230	3000	300	300	300	130	170	300	170	130	300	1700	230	500	300	1400	130	300	500	800	500	110	500	110	30	30	1300	300	80	23	1.700	1.100	50	30	5000	1700	300	80
Coliformes Totais	P2	2300	300	-	230	230	500	-	5000	2200	1300	-	350	230	700	-	230	2300	1700	-	800	1300	800	-	500	500	800	-	5000	2300	800	-	300	5000	500	-	130	1.700	300	-	170	1300	2300	-	2300
Coliformes Fecais		140	130	-	80	80	300	-	500	110	170	-	30	130	300	-	130	1100	800	-	500	170	800	-	130	230	220	-	1100	800	800	-	130	1300	300	-	130	170	130	-	22	800	500	-	500
Coliformes Totais	P3	3000	800	-	300	23000	2300	-	300	2300	3000	-	800	500	500	-	110	1100	800	-	500	500	300	-	300	1300	300	-	1300	800	1700	-	130	800	500	-	300	1300	300	-	130	230	500	-	1300
Coliformes Fecais		230	230	-	17	170	500	-	30	300	79	-	200	230	130	-	80	300	230	-	230	130	130	-	300	230	30	-	8	50	1100	-	27	500	80	-	23	230	230	-	130	230	500	-	300
Coliformes Totais	P4	2300	700	-	230	230	170	-	220	2300	170	-	1300	500	170	-	300	24000	1700	-	1100	800	500	-	1100	500	50	-	170	1700	170	-	80	230	130	-	230	3.000	2200	-	130	700	800	-	230
Coliformes Fecais		800	500	-	80	30	17	-	23	220	23	-	230	80	110	-	80	2300	500	-	700	50	220	-	170	170	30	-	7	800	30	-	4	23	50	-	22	800	800	-	17	500	230	-	130
Coliformes Totais	P5	800	1100	80	500	8	8	50	140	3000	1300	300	300	500	500	30000	500	5000	3000	500	3000	700	700	800	300	140	70	80	220	500	300	8	130	800	230	130	230	1.300	80	230	130	230	1300	130	800
Coliformes Fecais		300	170	30	23	2	2	13	40	500	300	170	230	80	300	11000	130	800	1300	300	300	300	170	500	300	70	22	4	30	130	230	2	50	170	80	80	300	500	30	230	30	30	130	30	220
Coliformes Totais	P6	800	30000	3000	3000	30	50	70	800	3000	1100	3000	2300	3000	200000	17000	3000	7000	5000	1300	8000	280	300	230	230	800	1300	8	110	700	300	230	230	800	2300	300	80	1.400	500	230	230	2300	2300	500	300
Coliformes Fecais		300	300	17000	300	4	2	30	500	300	700	350	300	1100	30000	7000	800	500	11000	300	500	220	50	80	80	80	500	2	11	130	230	130	9	300	800	230	80	130	170	30	130	1300	800	130	170
Coliformes Totais	P7	13000	13000	230	80	130	80	8000	700	2800	500	500	500	17000	3000	800	500	300	50	1100	300	3000	8000	300	800	300	800	800	2300	1700	1300	800	130	300	5.000	230	300	800	1700	300	1300	3000	3000	500	230
Coliformes Fecais		300	800	80	50	50	17	3000	500	1100	80	50	130	23000	5000	130	130	130	30	220	130	500	2300	170	170	130	130	500	800	500	800	500	80	300	600	230	80	130	700	230	800	500	800	230	80
Coliformes Totais	P10	130	300	230	50	8	2	4	130	2300	300	700	230	11000	800	230	23	8000	800	13000	220	800	170	230	500	2300	1300	800	500	230	300	17	70	3.000	3.000	170	700	800	300	22	17	500	300	80	50
Coliformes Fecais		30	80	130	23	2	2	2	7	230	300	230	30	5000	500	50	8	2800	500	1300	30	170	22	80	220	800	800	170	130	230	230	2	4	500	23.000	170	500	230	170	13	8	230	230	14	30
Coliformes Totais	P11	80	130	500	130	70	7	2	500	600	500	3000	130	230	300	300	900	2300	2800	110	230	300	280	50	30	300	50	13	170	300	9000	300	230	1.700	3.000	500	30	2.800	700	230	1.100	80	80	50	50
Coliformes Fecais		2	22	30	17	70	2	2	26	130	130	30	23	230	110	170	300	500	700	30	50	80	110	30	7	230	50	4	30	230	3000	230	30	110	500	80	17	500	230	50	170	11	30	13	30
Coliformes Totais	P12	13	11	50	230	2	2	4	500	230	300	30	500	800	300	80	130	2300	1300	800	80	500	500	80	230	8	2	80	23	130	30	30	50	1.300	80	50	30	300	30	23	230	230	23	130	80
Coliformes Fecais		2	2	7	4	-	-	2	50	130	130	4	300	220	230	80	30	300	230	70	50	170	300	11	80	8	-	30	2	9	23	8	23	300	17	50	30	130	30	4	50	23	8	30	23

Fonte: CETESB, 1986

Uma vez que a relação Coliformes totais/ Coliformes fecais não representava discrepância, foram realizadas as médias para cada ponto e em cada período.

Tabela 29 – Médias da manhã e da tarde da campanha de 1986.

Parâmetro	Ponto	Média manhã				Média tarde			
		Superfície	2m	5m	Fundo	Superfície	2m	5m	Fundo
Coliformes Totais	P0	14200	16460	6920	51660	27972	13968	5808	13888
Coliformes Fecais		2534	1476	471	16668	3085	3352	1964	375
Coliformes Totais	P1	5220	3340	1426	1016	4813	2150	1327	1200
Coliformes Fecais		820	760	268	157	1395	852	152	595
Coliformes Totais	P2	2460	920	0	1302	1177	900	0	1417
Coliformes Fecais		576	324	0	368	358	472	0	235
Coliformes Totais	P3	1700	1080	0	640	4388	4383	0	378
Coliformes Fecais		312	130	0	96	173	432	0	145
Coliformes Totais	P4	5866	550	0	606	1155	668	0	343
Coliformes Fecais		703	221	0	208	377	235	0	71
Coliformes Totais	P5	1948	1140	218	850	540	481	5203	333
Coliformes Fecais		368	374	117	177	174	144	1963	128
Coliformes Totais	P6	2480	7940	1522	2698	1285	28908	3043	798
Coliformes Fecais		296	2660	3576	238	481	5209	1233	282
Coliformes Totais	P7	3340	3870	572	696	4272	2847	1783	610
Coliformes Fecais		392	328	216	238	4113	1603	710	293
Coliformes Totais	P10	3146	1140	2980	340	2223	312	97	132
Coliformes Fecais		872	4936	400	143	977	192	27	46
Coliformes Totais	P11	996	1296	825	138	630	1728	155	468
Coliformes Fecais		194	280	35	27	187	580	83	94
Coliformes Totais	P12	770	339	202	173	327	148	58	203
Coliformes Fecais		148	76	32	77	92	99	23	43

Fonte: CETESB, 1987

Foram realizadas as médias por ponto e em períodos distintos com os dados gerados na região das praias (Tabela 30). Desta maneira foi possível elaborar as Figuras 36 e 37 representando o impacto na região avaliada.

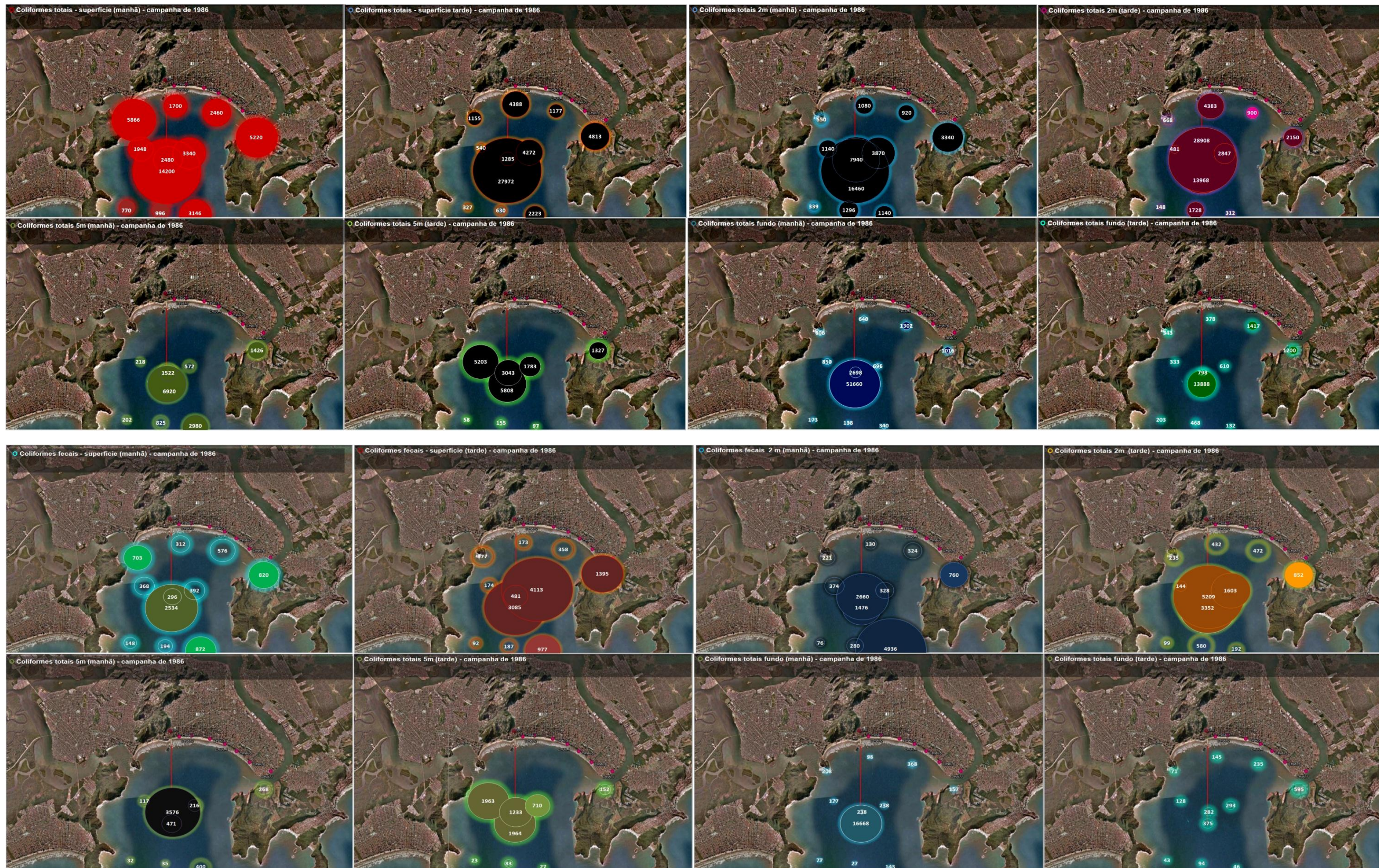


Figura 36 - Resultado da Camapna de 1986 para Coliformes fecais e totais em dois períodos e em quatro profundidades: superfície, 2m, 5m e fundo (CETESB, 1986, adaptado pelo autor).

Tabela 30 - Resultado de Coliformes fecais e totais em 7 pontos, amostrados em 1 metro de profundidade (campanha de 1986).

Parâmetro	Ponto	04/08/86 manhã	04/08/86 tarde	05/08/86 manhã	05/08/86 tarde	06/08/86 manhã	06/08/86 tarde	12/08/86 manhã	12/08/86 tarde	13/08/86 manhã	13/08/86 tarde	14/08/86 manhã	14/08/86 tarde	Médias	
														Manhã	Tarde
Coliformes Totais (NMP/100mL)	R1	230000	800000	23000	13000	500000	8000	2200	8000	23000	13000	2300	2300	130.083	140.717
Coliformes Fecais (NMP/100mL)		130000	500000	130000	5000	170000	1300	800	1100	2300	700	500	800	72.267	84.817
Coliformes Totais (NMP/100mL)	R2	13000	1300	500	3000	230	900	500	230	50000	8000	2300	1700	11.088	2.522
Coliformes Fecais (NMP/100mL)		170	170	130	800	50	500	100	50	1700	2300	300	700	408	753
Coliformes Totais (NMP/100mL)	R3	17000	800	3000	3000	1300	1300	500	800	1300	11000	2300	3000	4.233	3.317
Coliformes Fecais (NMP/100mL)		500	230	110	500	500	130	230	110	300	1700	2300	800	657	578
Coliformes Totais (NMP/100mL)	R4	5000	800	5000	800	2300	1100	1300	5000	3000	3000	17000	5000	5.600	2.617
Coliformes Fecais (NMP/100mL)		300	170	300	80	1300	140	230	1300	1300	300	11000	1400	2.405	565
Coliformes Totais (NMP/100mL)	R5	230000	1300	5000	1700	1700	700	3000	5000	8000	5000	8000	30000	42.617	7.283
Coliformes Fecais (NMP/100mL)		2200	170	500	230	300	130	300	1300	300	1700	1300	2300	817	972
Coliformes Totais (NMP/100mL)	R6	7000	800	3000	800	1300	700	8000	5000	8000	3000	30000	13000	9.550	3.883
Coliformes Fecais (NMP/100mL)		1100	80	1100	130	800	500	1100	1300	1100	500	13000	8000	3.033	1.752
Coliformes Totais (NMP/100mL)	R7	5000	2200	8000	800	3000	300	3000	8000	13000	800	30000	8000	10.333	3.350
Coliformes Fecais (NMP/100mL)		1300	300	1400	300	300	170	300	2200	700	800	5000	5000	1.500	1.462

Fonte: CETESB, 1986



Figura 37 - Resultado da Campanha de 1986 para Coliforme fecal e total em 7 pontos, amostrados em 1 metro de profundidade (CETESB, 1986).

Como conclusão foi verificada uma maior incidência de Coliformes próxima à superfície, reforçando os resultados obtidos na campanha de 1979 e afirmando os dados de Occhipinti (1973). Tal confirmação é dada pelo aporte de águas provenientes do continente.

A área impactada pelo lançamento do emissário e a influência do estuário na balneabilidade são evidentes, sobretudo no período da tarde, onde as condições adversas (corrente, maré...) convergem para a zona balnear⁴⁵. Frise-se que as vazões de operação da *Usina Henry Borden* começaram a cair no final da década de 80 (CBHBS&DAEE, 2007)

Este trabalho foi utilizado como justificativa para uma ação conjunta entre SABESP e a Prefeitura de Santos em 1990, firmando o acordo para o encaminhando as águas dos canais 1 ao 6 até a EPC.

⁴⁵ De acordo com a tábua da maré, normalmente em Santos a maré alta é dada no período da tarde

6.4. Campanha de 2005/2006.

Os resultados da campanha realizada entre abril/2005 e março/2006 pelo Consórcio ENCIBRA, FALCÃO BAUER E TECAM na área de influência do emissário submarino de Santos/São Vicente, estão apresentados na Tabela 31 e nas Figuras 38 e 39.

Durante o período de um ano foram separados os meses em dois períodos de baixa temporada e de alta temporada. Nestes períodos foram utilizados apenas os parâmetros em desconformidade com a legislação vigente.

Para o estudo dessa dissertação foram utilizados os parâmetros Carbono orgânico total, Coliformes termotolerantes e Fósforo total, sendo estes indicadores de relevância para comparação com outras campanhas e para controle do padrão de qualidade das águas na Baía.

Neste período foram utilizados também os dados dos canais de Santos, já controlados pela SABESP, uma vez que desde 1990 os efluentes dos canais eram enviados à EPC para tratamento e posterior envio para emissário. Porquanto, era esperada uma sensível melhora na Balneabilidade das praias.

Tabela 31 – Resultados da Campanha de 2005/2006

Ponto	Período	Profundidade	COT	NH ₃ +NH ₄	Fósforo Total	Ct	
			mg/L	mg/L	mg/L	UFC/100mL	
CN1	abr/05	Superfície	7,4	-	1,18	-	
		Meio	4,1	-	0,09	-	
		Fundo	4,2	-	0,09	-	
	jul/05	Superfície	-	-	0,08	-	
	out/05	Superfície	-	-	0,08	-	
		Fundo	-	-	0,07	4.400	
fev/06	Superfície	-	-	0,07	4.040		
	Meio	-	-	0,18	-		
	Fundo	-	-	0,92	10.000		
CN2	abr/05	Superfície	-	-	0,12	20.000	
		Meio	-	-	0,16	-	
		Fundo	-	-	0,16	1.470	
	jul/05	Superfície	-	-	0,09	1.380	
	out/05	Fundo	-	-	0,3	-	
	jan/06	Superfície	-	0,76	0,9	-	
	fev/06	Superfície	3,3	0,68	-	-	
	mar/06	Meio	-	-	1,13	9.720	
		Fundo	-	-	0,31	164.000	
		Superfície	-	-	1,99	3.560	
M01	abr/05	Superfície	3,9	-	0,18	-	
		Meio	-	1,63	0,13	-	
		Fundo	-	-	0,09	-	
	jul/05	Superfície	3,09	-	-	-	
		Meio	3,18	-	-	-	
		Fundo	3,02	-	-	-	
	fev/06	Superfície	3,1	-	0,89	-	
		Meio	-	-	1,04	-	
		Fundo	-	-	0,46	-	
	mar/06	Superfície	-	-	1,07	-	
Meio		-	-	0,49	-		
Fundo		-	-	0,64	-		
M02	jul/05	Meio	3,27	-	-	4.500	
	out/05	Fundo	-	-	0,07	-	
	fev/06	Superfície	4,2	-	0,15	-	
		Fundo	-	-	0,18	-	
mar/06	Superfície	-	-	0,55	-		
	Meio	-	-	0,49	-		
	Fundo	-	-	0,12	1.640		
M03	abr/05	Superfície	3,3	-	0,16	1640	
	jul/05	Superfície	4,29	-	-	-	
	out/05	Fundo	-	-	-	-	
	fev/06	Meio	20	13,7	-	-	
		Fundo	-	-	0,28	-	
mar/06	Superfície	-	-	0,12	-		
M04	abr/05	Superfície	6,6	-	0,07	-	
		Meio	6,32	-	-	-	
		Fundo	4,04	-	-	-	
	jul/05	Superfície	-	-	0,09	-	
		Meio	-	-	0,18	-	
		Fundo	-	-	0,34	-	
	fev/06	Superfície	-	-	0,21	-	
		Meio	-	-	1,81	-	
		Fundo	-	-	0,24	-	
mar/06	Superfície	-	-	1,41	-		
	Meio	-	-	-	-		
	Fundo	-	-	-	-		
M05	abr/05	Superfície	4,4	-	-	-	
		Meio	5,5	-	-	-	
		Fundo	4,6	-	0,18	-	
	jul/05	Superfície	-	0,82	0,09	42.200	
		Meio	5,01	-	-	10.600	
		Fundo	4,02	-	-	1.800	
	out/05	Superfície	-	-	-	1.200	
		Meio	-	-	-	-	
		Fundo	-	-	-	-	
	jan/06	Superfície	3,3	1,2	0,1	-	
	fev/06	Fundo	-	-	0,18	-	
	mar/06	Superfície	-	-	1,19	-	
Meio		-	-	1,59	-		
Fundo		-	-	0,95	-		
M06	abr/05	Superfície	3,8	-	0,013	-	
	jul/05	Meio	3,04	-	-	-	
	jan/06	Superfície	-	-	0,06	-	
	fev/06	Superfície	-	-	0,21	-	
		Fundo	-	-	0,12	-	
	mar/06	Superfície	-	-	0,92	-	
M07	abr/05	Superfície	3,3	-	-	-	
		Fundo	-	-	-	-	
	jul/05	Meio	4,08	-	-	-	
	jan/06	Fundo	8,6	-	0,36	-	
	fev/06	Superfície	-	-	0,09	-	
		Meio	-	-	0,15	-	
mar/06	Superfície	-	-	0,24	-		
	Meio	-	-	0,77	-		
M08	abr/05	Superfície	7,5	-	0,09	-	
		Meio	7,5	-	-	-	
		Fundo	7,1	-	-	-	
	jul/05	Meio	6,03	-	-	-	
		Fundo	5,99	-	-	-	
	jan/06	Superfície	-	-	0,08	-	
		Fundo	6,3	-	0,12	-	
	fev/06	Meio	-	-	0,18	-	
		Fundo	15	-	-	-	
		Superfície	-	-	0,86	-	
	mar/06	Meio	-	-	0,77	-	
		Fundo	-	-	0,09	-	
M09	abr/05	Superfície	10	-	-	-	
		Meio	4,9	-	-	-	
		Fundo	-	-	0,09	-	
	jul/05	Superfície	6,11	-	-	-	
		Meio	5,12	-	-	-	
		Fundo	3,01	-	-	-	
	jan/06	Superfície	-	-	0,1	-	
	fev/06	Superfície	3,3	-	0,15	-	
		Meio	-	-	0,25	-	
		Fundo	-	-	0,19	-	
	mar/06	Superfície	-	-	0,12	-	
	M10	abr/05	Superfície	4	-	0,1	-
			Meio	7,5	-	-	-
			Fundo	3,9	-	0,07	-
		jul/05	Meio	6,21	-	-	-
			Fundo	4,21	-	-	-
		fev/06	Meio	-	-	0,21	-
			Fundo	-	0,8	0,21	-
mar/06		Meio	-	-	0,12	-	
		Fundo	-	-	-	-	
M11	abr/05	Superfície	5,9	-	-	-	
		Meio	3,5	-	-	-	
		Fundo	4,8	-	-	-	
	jul/05	Meio	4,04	-	-	-	
		Fundo	3,1	-	-	-	
	fev/06	Superfície	-	-	0,18	-	
		Meio	-	-	0,12	-	
		Fundo	-	-	0,25	-	
	mar/06	Superfície	-	-	0,49	-	
Meio		-	-	0,15	-		
Fundo		-	-	0,4	-		
M12	abr/05	Superfície	6	-	0,13	-	
		Meio	5,6	-	-	-	
		Fundo	3,9	-	-	-	
	jul/05	Meio	6,14	-	-	-	
		Superfície	-	-	0,48	-	
	jan/06	Meio	-	-	0,42	-	
		Superfície	-	-	0,18	-	
	fev/06	Meio	-	-	0,15	-	
		Fundo	-	-	0,28	-	
Superfície		-	-	0,7	-		
mar/06	Meio	-	-	0,21	-		
	Fundo	-	-	0,18	-		
	Superfície	-	-	-	1700		
M13	abr/05	Superfície	7,3	-	-	-	
		Meio	4,8	-	-	-	
		Fundo	4,5	-	-	-	
	jul/05	Superfície	6,09	-	-	-	
		Meio	5,11	-	-	-	
		Fundo	3,56	-	-	-	
	jan/06	Superfície	-	-	0,36	-	
		Superfície	3,3	-	0,12	-	
	fev/06	Meio	-	-	0,12	-	
Fundo		-	-	0,25	-		
Superfície		-	-	0,67	-		
mar/06	Meio	-	-	0,18	-		
	Fundo	-	-	0,49	-		
	Superfície	4,5	-	0,28	-		
M14	abr/05	Superfície	5,4	-	0,07	-	
		Meio	6,7	-	-	-	
		Fundo	5,9	-	0,1	-	
	jul/05	Superfície	3,1	-	-	-	
		Meio	6,19	-	-	-	
		Fundo	2,17	-	-	-	
	jan/06	Fundo	-	-	0,91	-	
		Superfície	3,5	-	0,15	-	
	fev/06	Meio	-	-	0,18	-	
Fundo		-	-	0,43	-		
Superfície		-	-	0,46	-		
mar/06	Meio	-	-	0,46	-		
	Fundo	-	-	1,07	-		
	Superfície	4,5	-	0,28	-		
M15	abr/05	Superfície	4,1	-	-	-	
		Meio	3,14	-	-	-	
		Fundo	3,04	-	0,08	-	
	jan/06	Superfície	-	-	-	-	
		Superfície	-	-	0,18	-	
	fev/06	Meio	6,5	-	0,28	-	
		Fundo	3,1	-	0,37	-	
		Superfície	-	-	0,24	-	
	mar/06	Meio	-	-	0,61	-	
Fundo		-	-	0,18	-		
M23	abr/05	Superfície	7,6	-	-	-	
		Meio	4,3	-	-	-	
		Fundo	4,8	-	-	-	
	jul/05	Superfície	6,09	-	-	-	
		Meio	4,14	-	-	-	
	jan/06	Meio	-	-	0,32	-	
		Superfície	-	-	0,12	-	
	fev/06	Meio	-	-	0,12	-	
		Fundo	-	-	0,25	-	
Superfície		-	-	0,52	-		
mar/06	Meio	-	-	0,18	-		
	Fundo	-	-	0,21	-		

Ct – Coliformes termotolerantes
NH₃+NH₄ – Nitrogênio Amoniacoal
COT – Carbono orgânico total

Fonte: ENCIBRA; et al.



Figura 38 – Resultado da Campanha 2005/2006 para Carbono Orgânico total, Fósforo total, Coliformes termotolerantes, na alta temporada (ENCIBRA; et al, adaptado pelo autor).

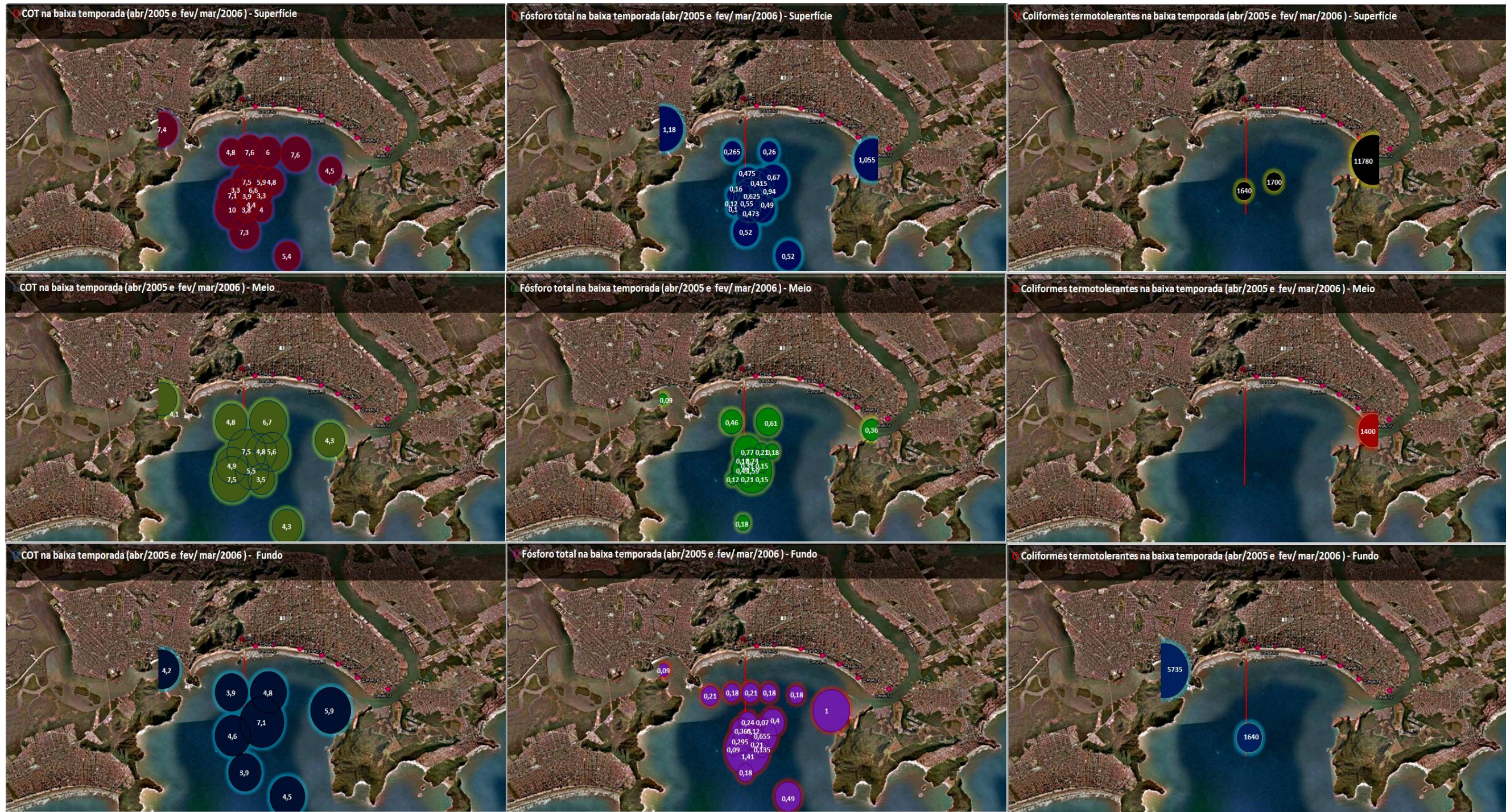


Figura 39 – Resultado da Campanha de 2005/2006 para Carbono Orgânico total, Fósforo total, Coliformes termotolerantes, na baixa temporada (ENCIBRA; et al, adaptado pelo autor).

Foram realizadas amostragens na saída dos canais, utilizado como indicador os Coliformes termotolerantes.

A localização dos pontos são encontrados na Tabela 32 e os resultados dos 8 canais estão na Tabela 33 e analisadas na Figura 40.

Tabela 32 – Localização dos pontos de monitoramento nos canais de Santos (2005/2006)

Ponto	N	E	MC	Referência	
				Local	Município
CANAIS					
C1	7.348.701	363.128	45°	Canal 1	Santos
C2	7.348.656	363.787	45°	Canal 2	Santos
C3	7.348.401	364.791	45°	Canal 3	Santos
C4	7.348.041	365.588	45°	Canal 4	Santos
C5	7.347.623	366.195	45°	Canal 5	Santos
C6	7.346.981	366.838	45°	Canal 6	Santos
C7	7.346.323	367.879	45°	Canal 7	Santos
C8	7.347.904	360.520	45°	Praia dos Milionários	São Vicente

Fonte: ENCIBRA; et al.

Tabela 33 – Concentração de Coliformes termotolerantes na saída dos canais

Canal	Coliformes termotolerantes em UFC/100mL					
	abr/05	jul/05	out/05	jan/06	fev/06	mar/06
	14/04/2005	14/07/2005	08/10/2005	09/01/2006	07/02/2006	07/03/2006
1	2.080	4.000	26.400	6.000	20.000	1.660
2	230.000	8	23.500	8.000	350.000	56.000
3	170.000	2	5.600	292.000	1.480.000	2.900
4	11.600.000	94	4.000	35.000	280.000	55.000
5	8.600.000	5	0	10.000	210.000	30.000
6	620.000	4	33.600	440.000	170.000	14.000
7	160.000	3	370	722.000	40.000	2.000
8	144.000	0	100	210.000	21.000	63.000

Concentração acima do permitido pelo CONAMA Nº274/2000 que dispõe para a balneabilidade.

Fonte: ENCIBRA; et al, adaptado pelo autor.

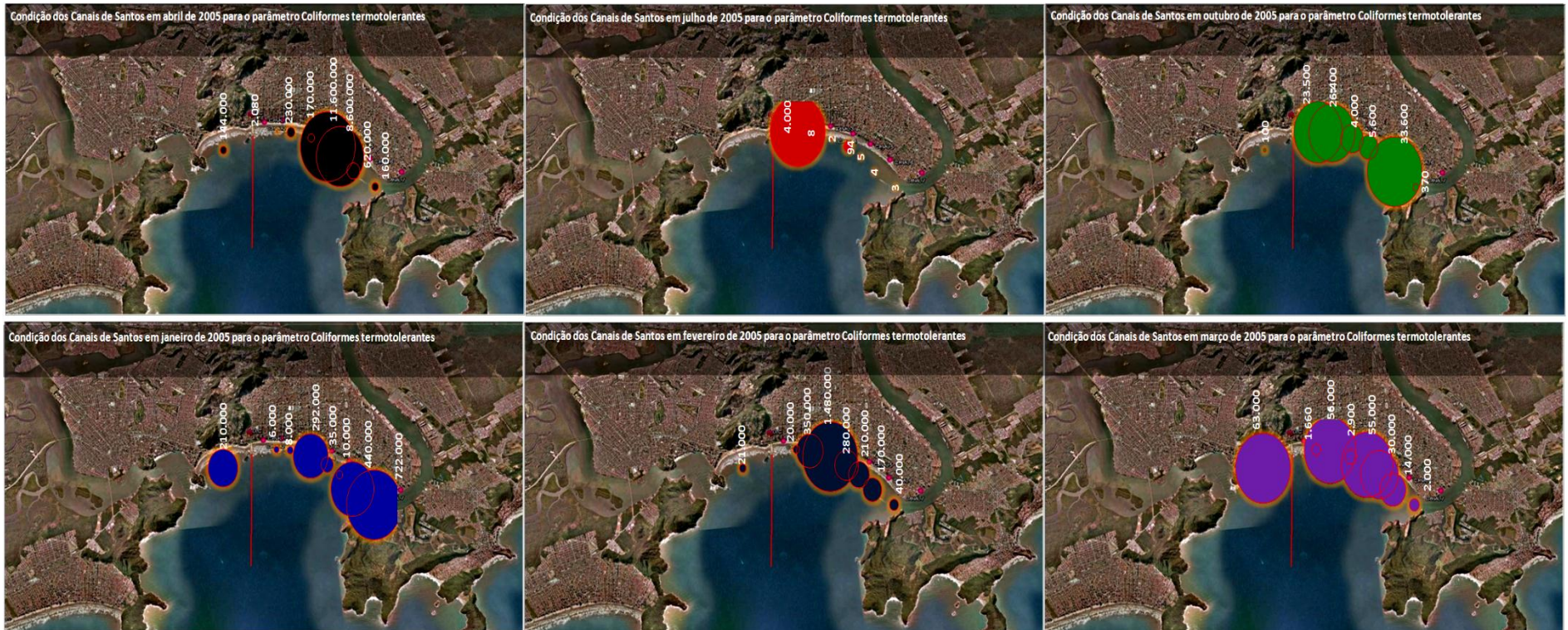


Figura 40 – Resultado dos canais na Campanha 2005/2006 para Coliformes termotolerantes (ENCIBRA; et al., adaptado pelo autor).

A campanha realizada pelo Consórcio ENCIBRA, FALCÃO BAUER e TECAM em 2005/2006 demonstra que os valores para os indicadores analisados, em geral, permanecem preocupantes. Há uma incidência de desconformidades nas áreas, próximo do lançamento e próximo do estuário, contudo a região próxima às praias é preservada. Isto se deve principalmente por causa da coleta das águas de drenagem, provenientes dos canais até a EPC, visto que as concentrações de Coliformes termotolerantes são elevadas e certamente prejudicariam a balneabilidade nesses locais.

Outro fato importante é o quadro da Baía de Santos que praticamente se mantém inalterado quando analisados a baixa e a alta temporada, salvo o parâmetro de Coliformes termotolerantes onde este é mais frequente em alta temporada, justificado pelo aumento do volume de esgoto doméstico gerado nesse período. Cabe salientar que a Usina Henry Borden trabalhava neste período com uma vazão média de 12 m³/s (CBHBS & DAEE, 2007), esse fato altera a hidrodinâmica no local e prejudica a saída das águas da Baía de Santos e por conseqüência a dispersão do esgoto.

6.5. Campanha de 2002/2010.

Foram utilizados os dados de campanhas realizadas pela CETESB a cada semestre. Os dados gerados para Nitrogênio Amoniacal e Fosfato total na campanha de 2002 são apresentados na Tabela 34 e na Figura 41.

Tabela 34 – Resultados da campanha de agosto/2002

Parâmetros		Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3	
		Superfície	Meio	Superfície	Meio	Superfície	Meio
Fosfato Total	mg/l	0,36	0,26	0,4	0,39	0,13	0,07
Nitrogênio Amoniacal Amoniacal	mg/l	1,9	1,44	2,55	2,27	0,4	0,02
Parâmetros		Ponto 4		Ponto 6		Ponto 7	
		Superfície	Meio	Superfície	Meio	Superfície	Meio
Fosfato Total	mg/l	0,07	0,07	0,39	0,08	0,1	0,1
Nitrogênio Amoniacal Amoniacal	mg/l	0,11	0,02	2,8	0,22	0,36	0,3

Fonte: CETESB, 2003



Figura 41 – Resultado da campanha de agosto/2002 para Fosfato total e Nitrogênio Amoniacal (CETESB, 2003, adaptado pelo autor).

Os resultados da campanha de fevereiro/2003 são apresentados na Tabela 35 e na Figura 42.

Tabela 35 – Resultados da campanha de fevereiro/2003

Parâmetro	Ponto 1			Ponto 2		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,20	0,07	0,10	0,22	0,15	0,07
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	1,21	0,45	0,12	0,41	1,17	0,51
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	124	21	41	23	20	10
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	12	6	8	5	5	0,5
Parâmetro	Ponto 3			Ponto 4		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,18	0,18	0,04	0,12	0,18	0,04
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	1,48	1,50	0,27	0,73	0,68	0,06
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	32	36	1	15	49	2
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	7	5	1	1	8	1
Parâmetro	Ponto 5			Ponto 6		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,16	0,12	0,03	0,13	0,13	0,03
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	1,07	0,58	0,16	0,77	0,84	0,02
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	33	18	2	10	19	1
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	10	13	1	-	-	-
Parâmetro	Ponto 7			Ponto 8		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,13	0,15	0,04	0,17	0,13	0,04
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,54	0,91	0,07	1,10	0,55	0,13
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	4	15	4	11	9	1
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	-	-	-	-	-	-
Parâmetro	Ponto 9			Ponto 10		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,22	0,16	0,04	0,21	0,13	0,05
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	1,00	0,85	0,03	0,61	0,81	0,04
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	8	8	3	27	20	2
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	-	-	-	-	-	-

Fonte: CETESB, 2004



Figura 42 – Resultado da campanha de fevereiro/2003 para *Enterococcus* , Coliformes fecais, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo total (CETESB, 2004, adaptado pelo autor).

Os resultados da campanha de agosto/2003 são apresentados na Tabela 36 e na Figura 43.

Tabela 36 – Resultados da campanha de agosto/2003

PARÂMETRO	PONTO 1			PONTO 2		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,35	1,65	0,19	1,12	1,27	0,85
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	1,52	1,05	0,09	0,17	0,10	0,05
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	3	13	9	2	1	5
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	9	15	15	2	0,05	2
PARÂMETRO	PONTO 3			PONTO 4		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	1,14	1,25	1,78	1,20	1,10	1,10
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,14	0,08	0,08	0,38	0,08	0,09
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	3	2	3	1	0,05	6
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	3	1	2	0,05	1	7
PARÂMETRO	PONTO 5			PONTO 6		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	1,73	1,78	1,41	1,54	1,52	1,23
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	1,56	1,24	0,06	1,73	0,23	0,06
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	13	20	3	32	17	20
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	6	8	3	-	-	-
PARÂMETRO	PONTO 7			PONTO 8		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	1,06	1,09	0,08	0,10	0,07	0,10
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,11	0,06	0,05	0,12	0,08	0,06
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	3	0,05	6	1	0,05	10
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	-	-	-	-	-	-
PARÂMETRO	PONTO 9			PONTO 10		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,41	0,15	0,08	0,29	0,19	0,14
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	1,32	0,40	0,07	1,40	0,26	0,09
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	24	3	31	8	7	5
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	-	-	-	-	-	-

Fonte: CETESB, 2004

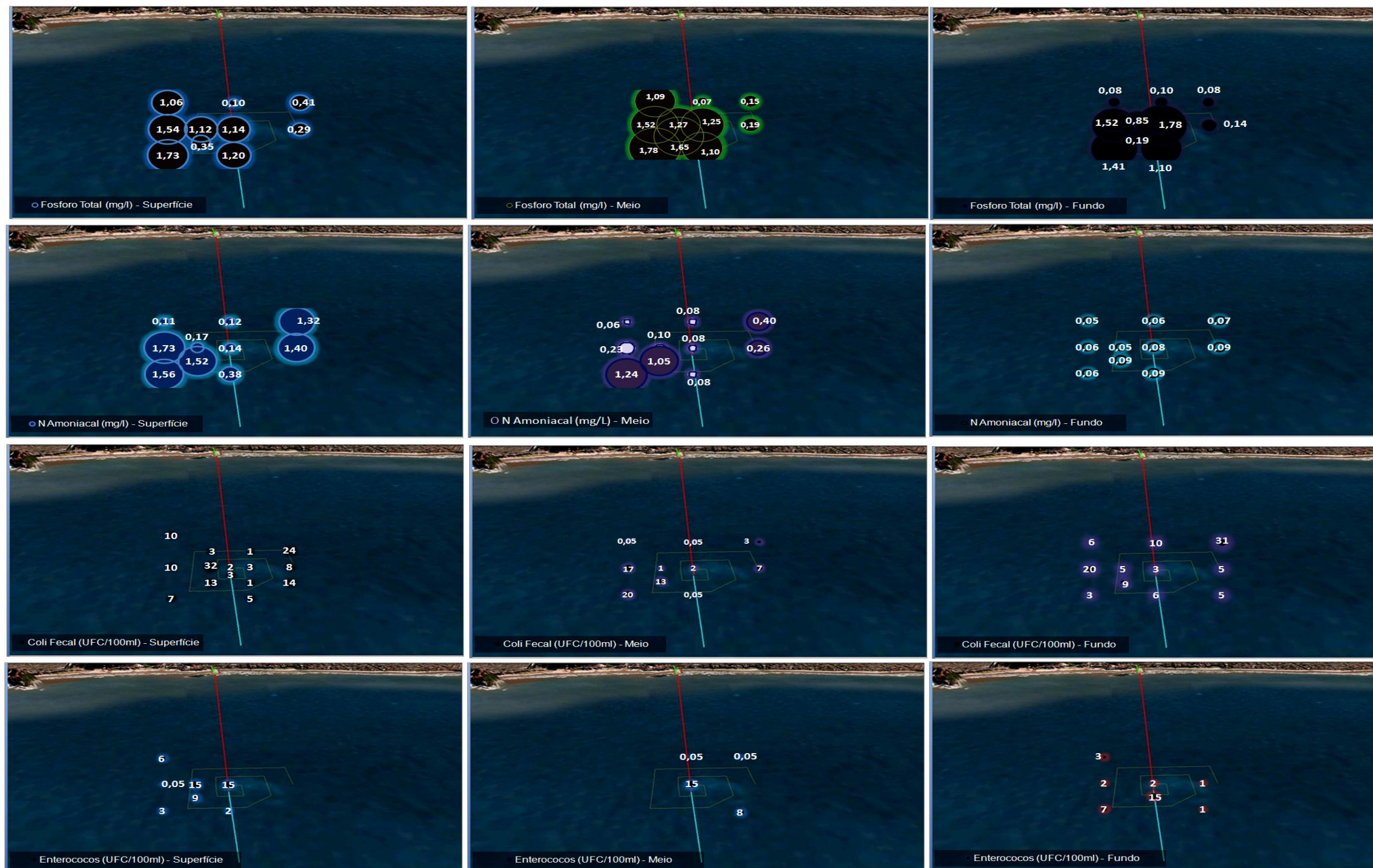


Figura 43 – Resultado da campanha realizada em agosto/2003 para Enterococcus , Coliformes fecais, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo total (CETESB, 2004, adaptado pelo autor).

Os resultados da campanha de abril/2004 são apresentados nas Tabelas 37 e 38 e nas Figuras 44 e 45.

Tabela 37 – Resultados da campanha realizada em abril/2004

Parâmetro	PONTO 1			PONTO 2		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,16	0,12	0,06	0,16	0,06	0,08
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,74	0,69	0,14	0,44	0,12	0,11
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	172	60	43	104	73	84
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	35	52	29	44	15	8
Parâmetro	PONTO 3			PONTO 4		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,12	0,07	0,03	0,11	0,08	0,04
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,28	0,15	0,08	0,4	0,41	0,1
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	216	67	29	172	47	18
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	40	8	16	10	8	10
Parâmetro	PONTO 5			PONTO 6		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,13	0,05	0,03	0,13	0,15	0,06
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,98	0,23	0,08	0,55	0,99	0,07
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	46	30	24	57	33	37
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	11	6	4	<1	20	6
Parâmetro	PONTO 7			PONTO 8		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,3	0,53	0,21	0,58	1,71	0,39
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,12	0,7	0,48	0,39	1,41	0,17
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	72	66	6	36	6	5
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	5	9	4	2	19	13
Parâmetro	PONTO 9			PONTO 10		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,39	0,24	0,12	0,23	0,17	0,14
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,12	0,13	0,07	0,72	0,4	0,1
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	4	46	50	16000	3300	580
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	2	2	7	1600	1100	60
Parâmetro	PONTO 11			PONTO 12		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	31	128	20	40	600	21
Parâmetro	PONTO 13			PONTO 14		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	76	36	15	<1	24	16
Parâmetro	PONTO 15			PONTO 16		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	1	84	10	6	11	17

Fonte: CETESB, 2005



Figura 44 – Resultado da campanha realizada em abril/2004 para Enterococcus , Coliformes fecais, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo total (CETESB, 2005, adaptado pelo autor).

Tabela 38 – Resultados da campanha realizada em outubro/2004

Parâmetro	Ponto1			Ponto 2			Ponto 3		
	Superfície	Meio	Fun-	Superfície	Meio	Fun-	Superfície	Meio	Fun-
Fosforo Total (mg/l)	0,11	0,06	0,03	0,09	0,06	0,04	0,04	0,04	0,03
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,52	0,12	0,04	0,91	0,32	0,03	0,11	0,13	0,03
Coliformes Fecais	184	100	56	1100	72	21	92	72	56
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	192	88	26	120	87	30	65	44	46

Parâmetro	Ponto 4			Ponto5			Ponto 6		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,04	0,04	0,04	0,12	0,09	0,04	0,16	0,08	0,05
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,09	0,12	0,08	0,65	0,34	0,03	0,76	0,23	0,05
Coliformes Fecais	24	52	88	72	116	20	-	-	-
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	16	38	40	172	224	25	260	136	25

Parâmetro	Ponto7			Ponto8			Ponto9		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,11	0,05	0,06	0,06	0,04	0,03	0,05	0,04	0,03
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,62	0,08	0,12	0,06	0,06	0,11	0,05	0,06	0,06
Coliformes Fecais	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	108	73	67	10	9	38	7	5	27

Parâmetro	Ponto 10			Ponto11			Ponto12		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,07	0,05	0,03	-	-	-	-	-	-
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,06	0,09	0,05	-	-	-	-	-	-
Coliformes Fecais	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	14	15	33	8	15	34	19	17	44

Parâmetro	Ponto13			Ponto14			Ponto15		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformes Fecais	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	25000	420	220	6100	1900	19000	28000	7200	740

Parâmetro	Ponto16			Ponto17			Ponto18		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformes Fecais	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	4900	23	21	6	7	11	10	15	11

Fonte: CETESB, 2005, adaptado pelo autor

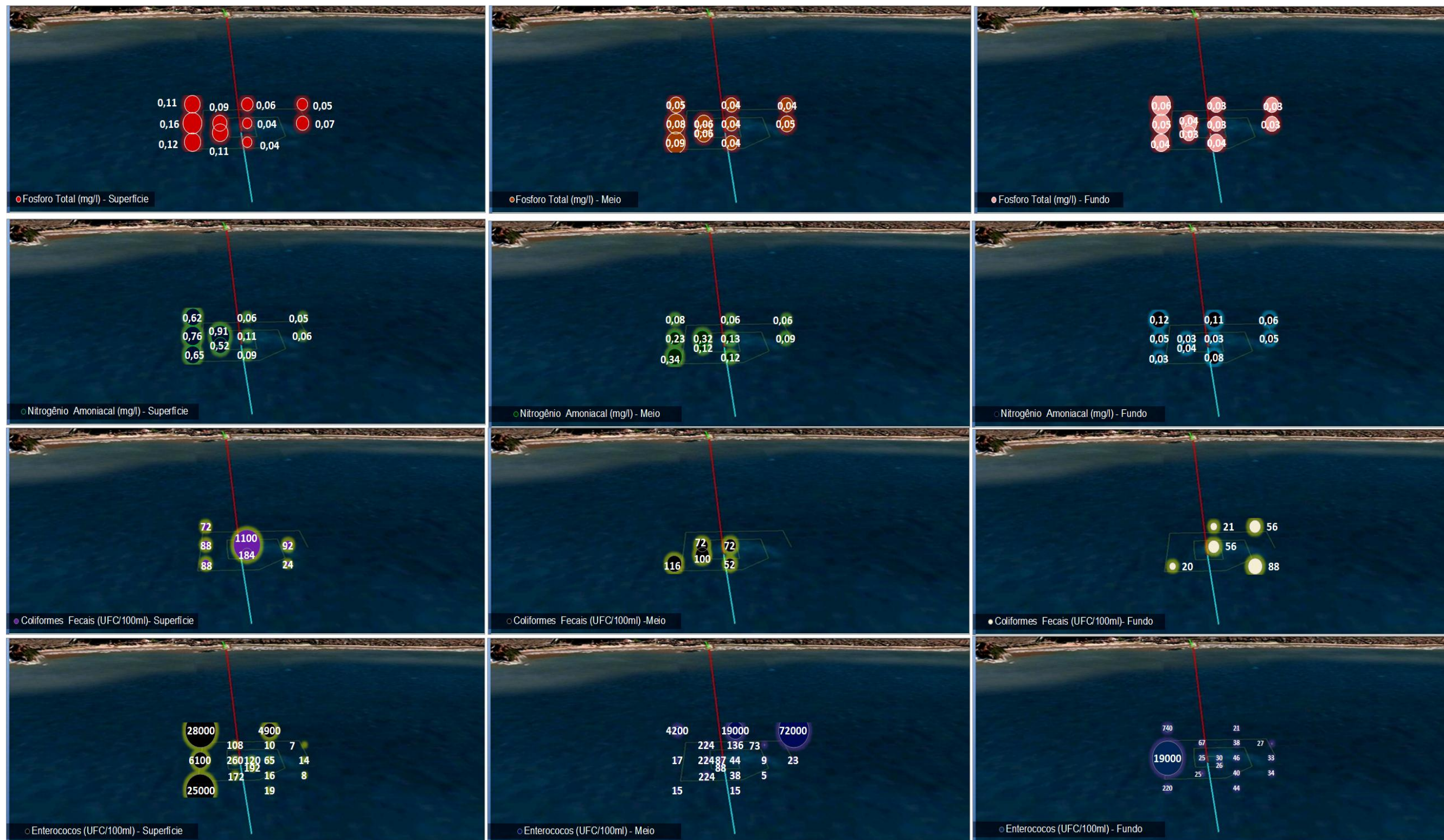


Figura 45 – Resultado da campanha realizada em outubro/2004 para *Enterococcus* , Coliformes fecais, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo total (CETESB, 2005, adaptado pelo autor).

Os resultados da campanha de junho/2005 são apresentados na Tabela 39 e na Figura 46

Tabela 39 – Resultados da Campanha de junho de 2005

Parâmetros	Ponto 1			Ponto 2			Ponto 3		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,09		0,04	0,10	0,07	0,05	0,08	0,04	0,06
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,21		0,05	0,35	0,28	0,1	0,19	0,07	0,15
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	16	13	7	14	12	12	7	3	15
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	17	3	1	4	11	4	1	<1	9

Parâmetros	Ponto 4			Ponto 5			Ponto 6		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,07	0,05	0,02	0,08	0,05	0,03	0,08	0,06	0,07
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,15	0,07	0,2	0,16	0,15	0,16	0,32	0,19	0,37
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	8	15	<1	5	4	<1			
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	7	9	<1	<1	4	<1,0	<1,0	5	2

Parâmetros	Ponto 7			Ponto 8			Ponto 9		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,08	0,06	0,03	0,07	0,04	0,04	0,06	0,05	0,03
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,13	0,13	0,07	0,11	0,07	0,21	0,06	0,09	0,08
Coliformes Fecais (UFC/100ml)									
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	<1	<1	1	<1	1	4	1	1	3

Parâmetros	Ponto 10			Ponto 11			Ponto 12		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,05	0,04	0,04						
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,10	0,12	0,26						
Coliformes Fecais (UFC/100ml)									
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	12	1	3	5	1	5	<1	2	37

Parâmetros	Ponto 13			Ponto 14			Ponto 15		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)									
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)									
Coliformes Fecais (UFC/100ml)									
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)		4	<1		1	<1		<1	<1

Parâmetros	Ponto 16			Ponto 17			Ponto 18		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)									
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)									
Coliformes Fecais (UFC/100ml)									
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)		3	4		<1	3	<1	2	3

Fonte: CETESB, 2006, adaptado pelo autor

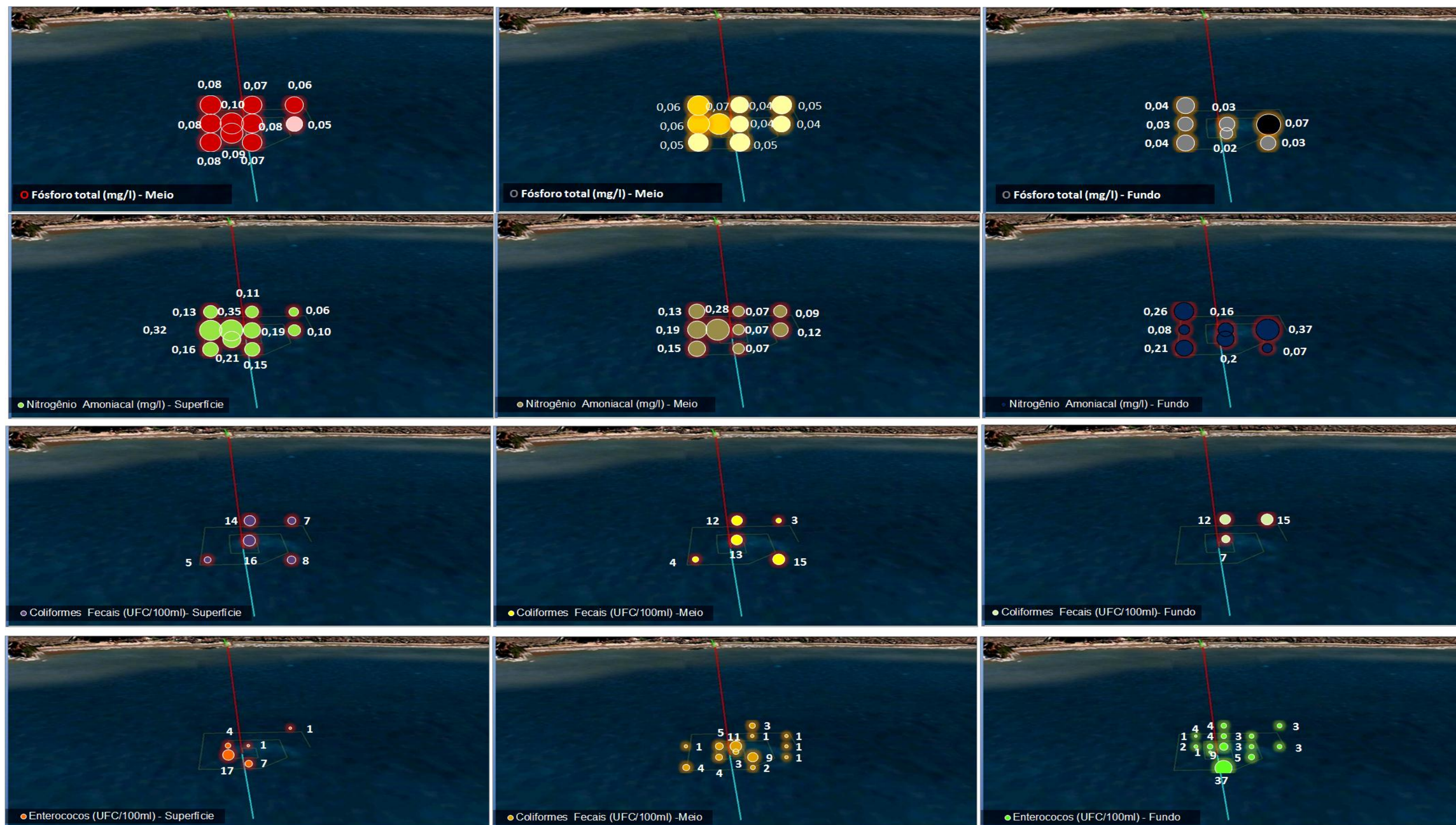


Figura 46 – Resultado da campanha realizada em junho/2005 para *Enterococcus*, Coliformes fecais, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo total (CETESB, 2006, adaptado pelo autor).

Os resultados da campanha de fevereiro de 2006 são apresentados na Tabela 40 e na Figura 47

Tabela 40 – Resultados da Campanha de fevereiro de 2006

Parâmetros	Ponto 1			Ponto 2		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,26	0,09	0,15	0,24	0,29	0,27
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	1,62	0,38	1,88	1,85	1,79	1,29
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	180000	19000	130000	180000	150000	220000
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	58000	4800	47000	51000	49000	37000
Parâmetros	Ponto 3			Ponto 4		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,26	0,12	0,062	0,08	0,08	0,04
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	2,43	0,68		0,22	0,2	0,17
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	290000	41000		96	4200	5700
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	79000	17000		56	1040	1120
Parâmetros	Ponto 5			Ponto 6		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,08	0,17	0,07	0,08	0,13	0,03
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,18	0,91	0,26	0,47	1,19	0,34
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	480	2800	820	740,00	4300	480
Parâmetros	Ponto 7			Ponto 8		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,05	0,04	0,02	0,11	0,03	0,05
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	1,05	1,29	0,12	2,02	0,35	0,72
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	59000	5700	100	760	600	800
Parâmetros	Ponto 9			Ponto 10		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,06	0,03	0,02	0,02	0,08	0,08
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	1,24	1,18	0,04	0,38	1,44	0,28
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	284	540	460	216	760	520
Parâmetros	Ponto 11			Ponto 12		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	620	740	640	284	140	160
Parâmetros	Ponto 13			Ponto 14		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	108	232	148	640	1140	
Parâmetros	Ponto 15			Ponto 16		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	760	440	220	520	640	100

Fonte: CETESB, 2007, adaptado pelo autor.

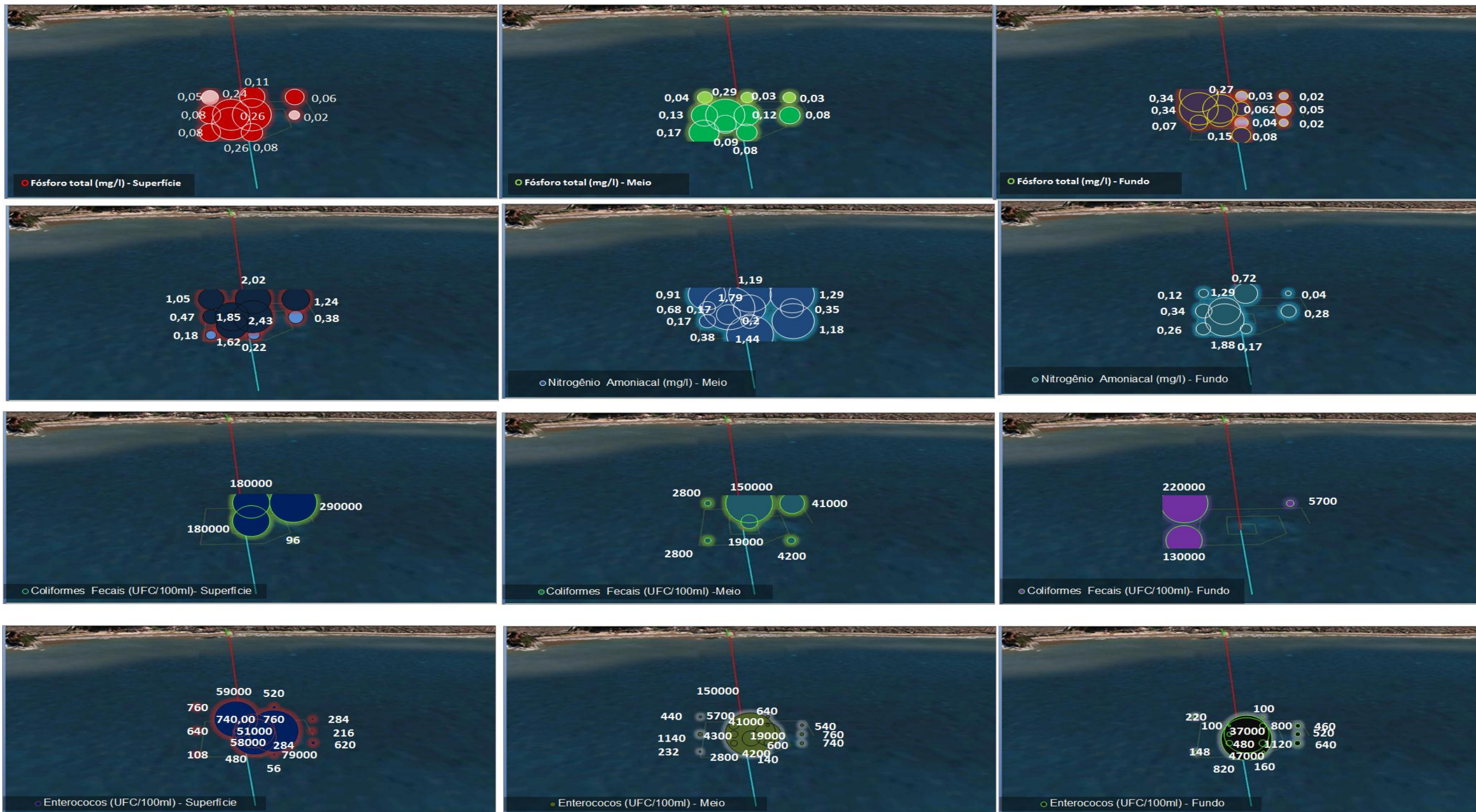


Figura 47 – Resultado da campanha realizada em fevereiro/2006 para *Enterococcus*, Coliformes fecais, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo total (CETESB, 2007, adaptado pelo autor).

Os resultados da campanha de agosto de 2006 são apresentados na Tabela 41 e na Figura 48.

Tabela 41 – Resultados da Campanha de agosto de 2006

Parâmetros	Ponto 1			Ponto 2		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,1	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,58	0,16	0,13	0,7	0,49	0,15
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	13	73	1	81	18	3
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	20	54	3	76	30	11
Parâmetros	Ponto 3			Ponto 4		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,16	0,1	0,06	0,23	0,08	0,08
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	1,16	0,59	0,13	0,22	0,18	0,11
Coliformes Fecais (UFC/100ml)	30	21	6	44	15	3
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	31	66	29	50	25	2
Parâmetros	Ponto 5			Ponto 6		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,26	0,2	0,12	0,34	0,19	0,15
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,85	0,43	0,12	1,96	0,13	0,36
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	13	46	15	26,00	34	12
Parâmetros	Ponto 7			Ponto 8		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,16	0,12	0,11	0,4	0,19	0,17
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,61	0,46	0,25	2,79	0,86	0,31
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	18	49	4	7	12	1
Parâmetros	Ponto 9			Ponto 10		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Fosforo Total (mg/l)	0,12	0,1	0,22	0,28	0,23	0,07
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	0,26	0,14	0,56	0,72	0,67	0,12
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	1	7	13	13	11	11
Parâmetros	Ponto 11			Ponto 12		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	34	46	8	13	28	18
Parâmetros	Ponto 13			Ponto 14		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	30	46	7	44	29	6
Parâmetros	Ponto 15			Ponto 16		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
<i>Enterococcus</i> (UFC/100ml)	20	31	12	26	32	9

Fonte: CETESB, 2007, adaptado pelo autor.

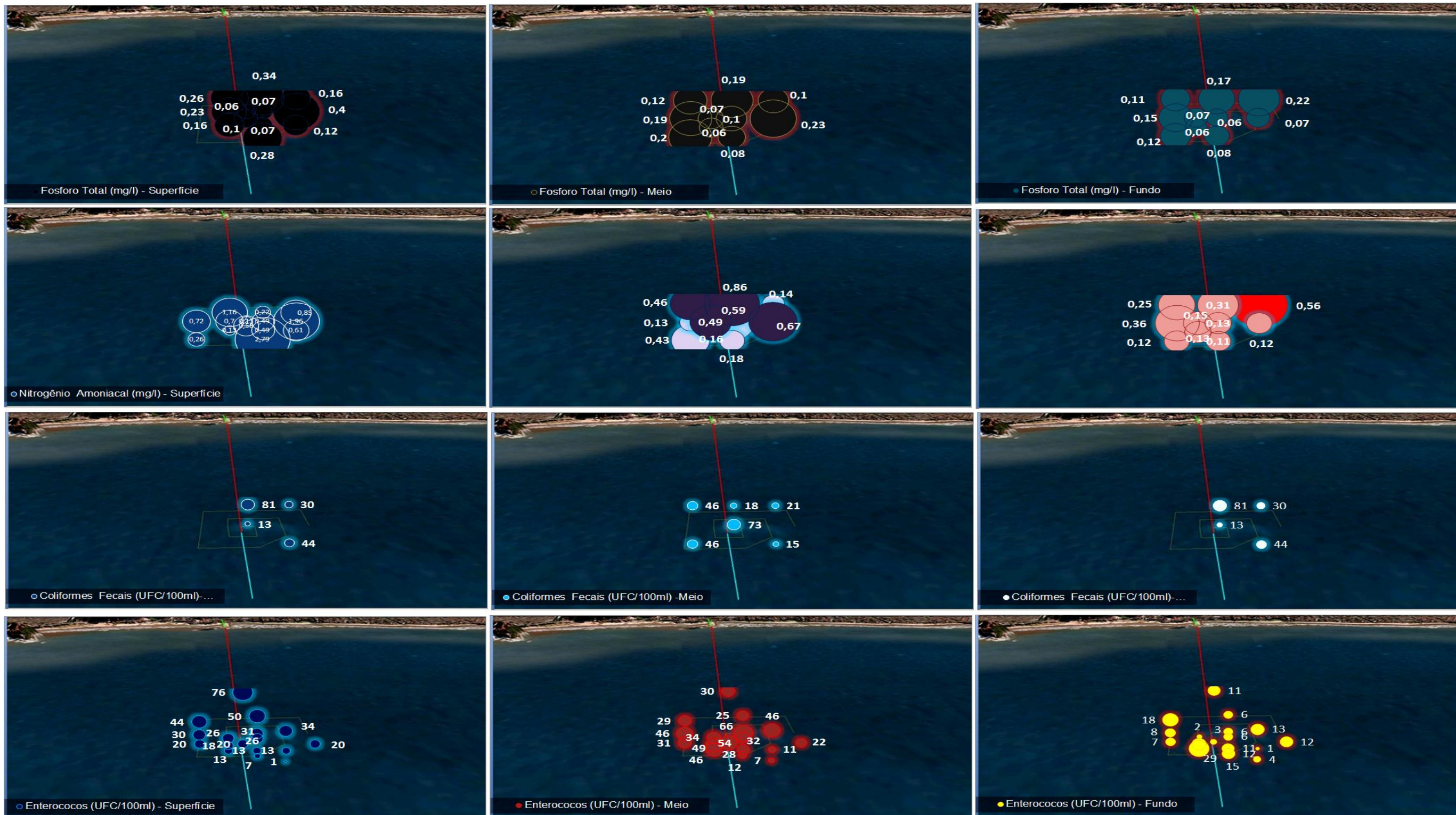


Figura 48 – Resultados da Campanha de agosto de 2006 para Enterococcus , Coliformes fecais, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo total (CETESB, 2007, adaptado pelo autor).

As campanhas de 2002 e 2003 apresentam valores elevados de Nitrogênio Amônico e Fósforo total, sobretudo na superfície e no meio da coluna de água, estes valores também se encontram em desconformidade com a legislação vigente na época (CONAMA 20/86). Entretanto, os valores microbiológicos são baixos, este fato pode ser explicado uma vez que há desinfecção na saída da EPC.

Outra característica que pode ser verificada é a permanência elevada dos valores de nutrientes tanto na baixa como na alta temporada.

Nas campanhas de 2004 e 2005 pôde ser constatado que a desinfecção não operava de forma eficiente, sendo observadas discrepâncias nos valores dentro na zona de mistura.

Comparando os dados das campanhas 2004, 2005 e 2006 com o monitoramento realizado pela ENCIBRA (2006), há semelhanças quanto aos valores dos indicadores de nutrientes e microbiológicos.

O monitoramento realizado pelo Consórcio ENCIBRA, FALCÃO BAUER e TECAM, apresentam valores elevados de Coliformes e *Enterococcus* que incidem na zona de mistura e na saída do estuário, esta informação, de certo modo, complementa as campanhas realizadas pela CETESB, abrangendo locais não amostrados.

6.6. Campanha 2011

A campanha de 2011 foi realizada em dois períodos:

- Em 23/02/2011, a campanha de amostragem foi realizada em 3 pontos (pontos 1, 2 e 3) e em 3 profundidades distintas (superfície, meio e fundo) as coordenadas foram as mesmas apresentadas na Tabela 18. Os resultados são apresentados na tabela 43 e na figura 49.
- Em 27/07/2011, a localização dos pontos foi modificada, visto que o emissário foi prolongado em 420 m. Os resultados são apresentados na tabela 44 e na figura 50.

A nova localização dos pontos 1, 2 e 3 podem ser verificadas na Tabela 42

Tabela 42 – Localização dos pontos 1, 2 e 3 na Campanha de 27/07/2011

Ponto	UTM		lat	long
	S	E		
1	7344108	362754	24° 00' 32,77"	46° 20' 57,78"
2	7344421	362884	24° 00' 22,64"	46° 20' 53,07"
3	7344510	362631	24° 00' 19,66"	46° 21' 99"

Tabela 43 – Resultados da campanha realizada em 23/02/2011

Parâmetros	Ponto 1			Ponto 2			Ponto 3		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Carbono Orgânico Total(mg/L)	8,32	6,91	2,86	8,51	3,06	6,24	2,89	5,06	8,75
Fósforo total (mg/L)	0,07	0,05	0,04	0,08	0,05	0,04	0,07	0,04	0,04
Nitrogênio amoniacoal total(mg/L)	0,10	<0,1	<0,1	0,10	0,12	0,10	0,10	<0,1	<0,1
<i>Enterococcus</i> (UFC/10 mL)	33	128	108	920	240	560	112	216	204
Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)	1.060	1.700	1.080	20.100	2.000	3.500	6.100	880	880

Tabela 44 – Resultados da campanha realizada em 27/07/2011

Parâmetros	Ponto 1			Ponto 2			Ponto 3		
	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo	Superfície	Meio	Fundo
Carbono Orgânico Total(mg/L)	3,12	13,60	10,90	15,10	13,30	5,43	8,60	10,70	6,83
Fósforo total (mg/L)	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,09	0,08	0,07
Nitrogênio amoniacoal total(mg/L)	0,1800	0,1100	0,1200	0,1000	0,1400	0,1400	0,2800	0,3400	0,2100
<i>Enterococcus</i> (UFC/10 mL)	12	76	9	80	1900	2300	8000	13100	3600
Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)	39	124	16	480	9300	20000	54000	62000	18000

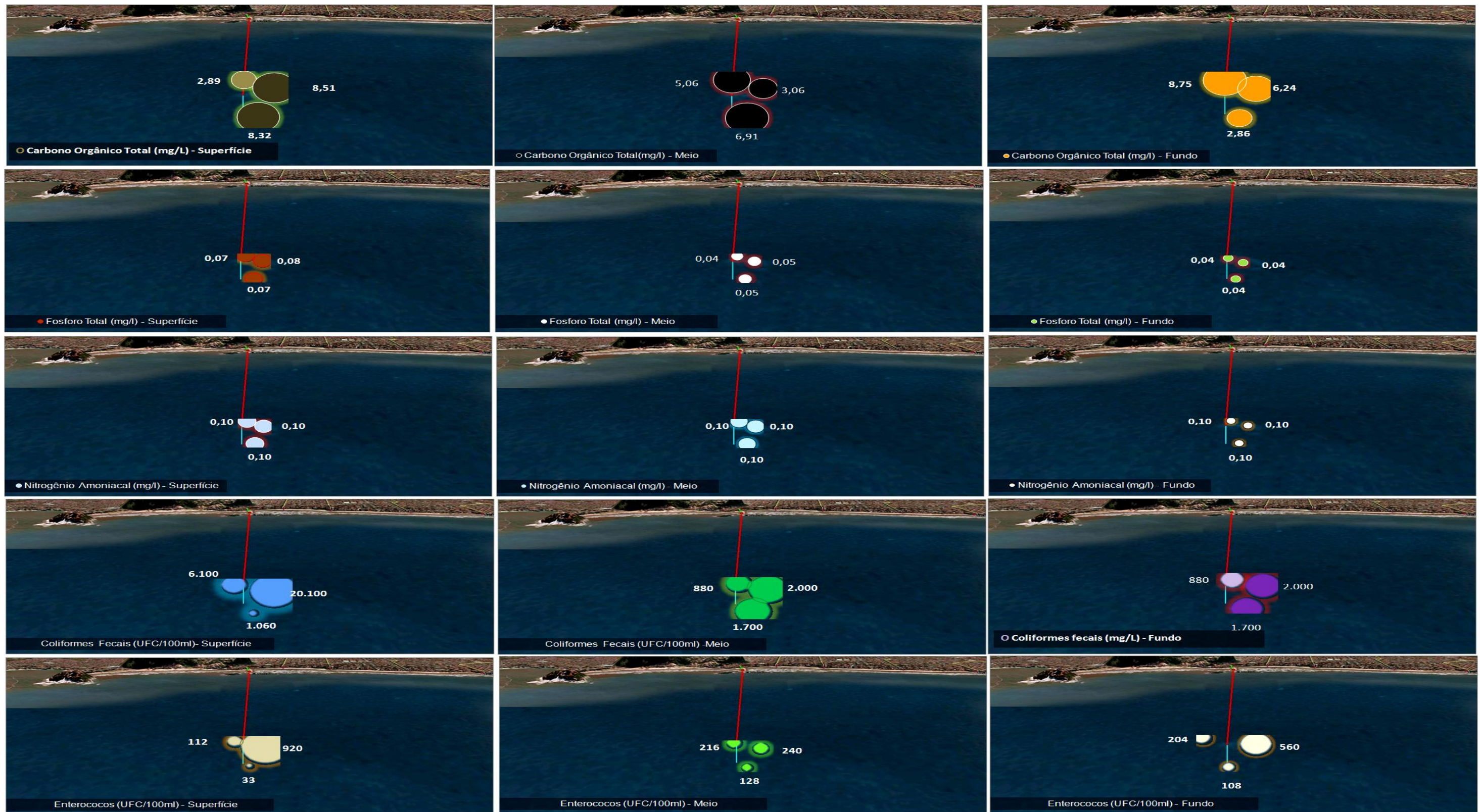


Figura 49 – Resultados para COT, N Amoniacal, Coliformes Termotolerantes e *Enterococcus* - Amostragem realizada em 23/02/2011 (Campanha de fevereiro de 2011, adaptado pelo autor)



Figura 50 – Resultados para COT, N Amiacal, Coliformes Termotolerantes e *Enterococcus* - Amostragem realizada em 27/07/2011 (Campanha de julho de 2011, adaptado pelo autor)

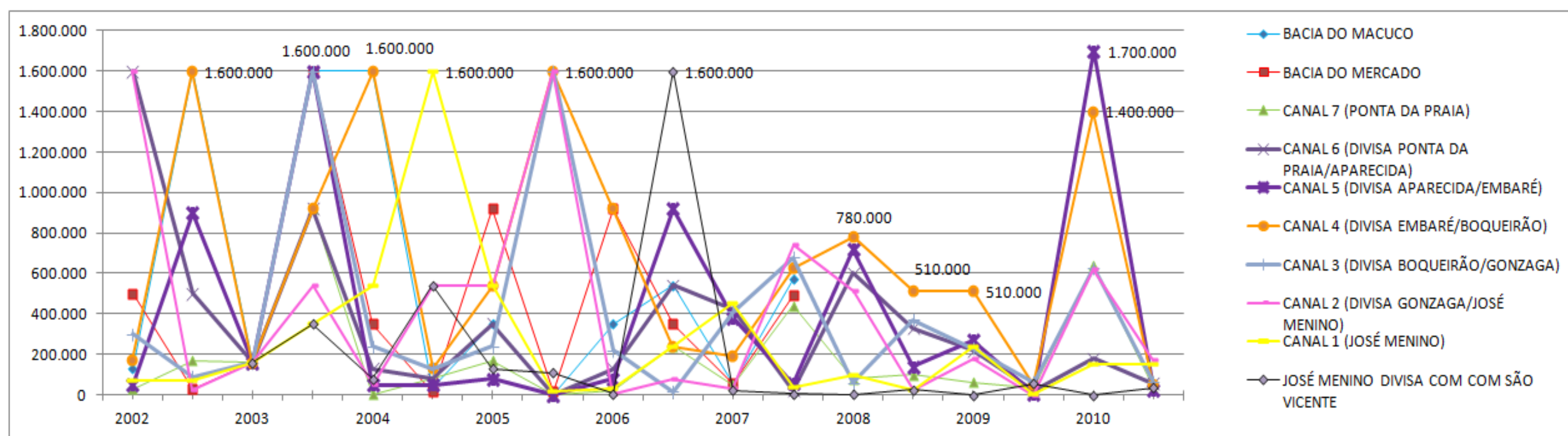
A campanha de 2011 apresentam valores de Fósforo total e Nitrogênio Amoniacal abaixo dos limites preconizados pela Resolução CONAMA Nº 357/2005. Entretanto, os valores de Carbono Orgânico total, Coliformes e *Enterococcus* permanecem em desconformidade, sobretudo na superfície e meio. Frise-se que na campanha realizada em 02/2011, o lançamento do esgoto já era realizado a 420 m à frente, estando comprometidos os resultados desta campanha.

Entretanto, mesmo realizando a amostragem distante do ponto de lançamento os valores permaneceram altos. Este fato pode ser compreendido pela ineficiência dos difusores ou pelo rompimento da tubulação. Porquanto, a conclusão é que há uma homogeneidade da pluma nesta área ocasionada pela dificuldade de dispersão na Baía.

Tabela 45 – Resultados de Coliformes termotolerantes nos canais de Santos (2002 à 2010)

LOCALIZAÇÃO DO CURSO DE ÁGUA	2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
BACIA DO MACUCO	130.000	1.600.000	160.000	1.600.000	1.600.000	33.000	350.000	230	350.000	540.000	52.000	570.000						
BACIA DO MERCADO	500.000	30.000	160.000	1.600.000	350.000	17.000	920.000	17.000	920.000	350.000	55.000	490.000						
CANAL 7 (PONTA DA PRAIA)	30.000	170.000	160.000	920.000	790	79.000	170.000	330	23.000	240.000	48.000	440.000	80.000	100.000	64.000	37.000	640.000	34.000
CANAL 6 (DIVISA PONTA DA PRAIA/APARECIDA)	1.600.000	500.000	160.000	920.000	130.000	79.000	350.000	230	130.000	540.000	420.000	24.000	600.000	330.000	220.000	21.000	180.000	55.000
CANAL 5 (DIVISA APARECIDA/EMBARÉ)	50.000	900.000	160.000	1.600.000	49.000	49.000	79.000	170	79.000	920.000	380.000	57.000	720.000	140.000	270.000	4.600	1.700.000	26.000
CANAL 4 (DIVISA EMBARÉ/BOQUEIRÃO)	170.000	1.600.000	160.000	920.000	1.600.000	130.000	540.000	1.600.000	920.000	240.000	190.000	630.000	780.000	510.000	510.000	53.000	1.400.000	52.000
CANAL 3 (DIVISA BOQUEIRÃO/GONZAGA)	300.000	90.000	160.000	1.600.000	240.000	130.000	240.000	1.600.000	220.000	17.000	410.000	680.000	60.000	370.000	230.000	62.000	630.000	63.000
CANAL 2 (DIVISA GONZAGA/JOSÉ MENINO)	1.600.000	23.000	160.000	540.000	49.000	540.000	540.000	1.600.000	3.300	79.000	33.000	740.000	510.000	23.000	180.000	380	620.000	170.000
CANAL 1 (JOSÉ MENINO)	70.000	70.000	160.000	350.000	540.000	1.600.000	540.000	17.000	33000	240.000	450.000	36.000	100.000	21.000	240.000	2.300	150.000	150.000
JOSÉ MENINO DIVISA COM SÃO VICENTE			160.000	350.000	79.000	540.000	130.000	110.000	7.000	1.600.000	21.000	6.100	2.100	25.000	620	55.000	seco	37.000

Fonte : Relatórios CETESB,2002 até 2010.

**Figura 51** – Representação dos resultados de Coliformes termotolerantes nos canais de Santos (Relatórios CETESB,2002;2003;2004;2005;2006;2007;2008;2009;2010).

6.7. Monitoramento na Estação de pré condicionamento - EPC

6.7.1. Campanha na EPC em 1986

Em 1986, foi realizada na EPC a campanha de amostragem com duas amostras compostas em 24 horas cada. Os resultados são apresentados nas Tabelas 46 e 47 e analisadas nas Figuras 52 e 53.

Tabela 46 - Resultados para o esgoto bruto na rede de esgotamento.

PARÂMETROS		Rede	Entrada da EPC		Diferença	
			1ª composta	2ª composta	1ª	2ª
		Média (60 amostras)	Média		%	
DBO	mg/L	325	222	256	-32	-21
DQO	mg/L	505	447	377	-11	-25
Sólidos Suspensos totais	mg/L	203	246	209	21	3
Material Flutuante	mg/L	19	0,9	1,3	-95	-93
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	2,8	3,9	4	39	39
Óleos e Graxas	mg/L	210	114	72	-46	-66

Fonte: AGUDO, 1986

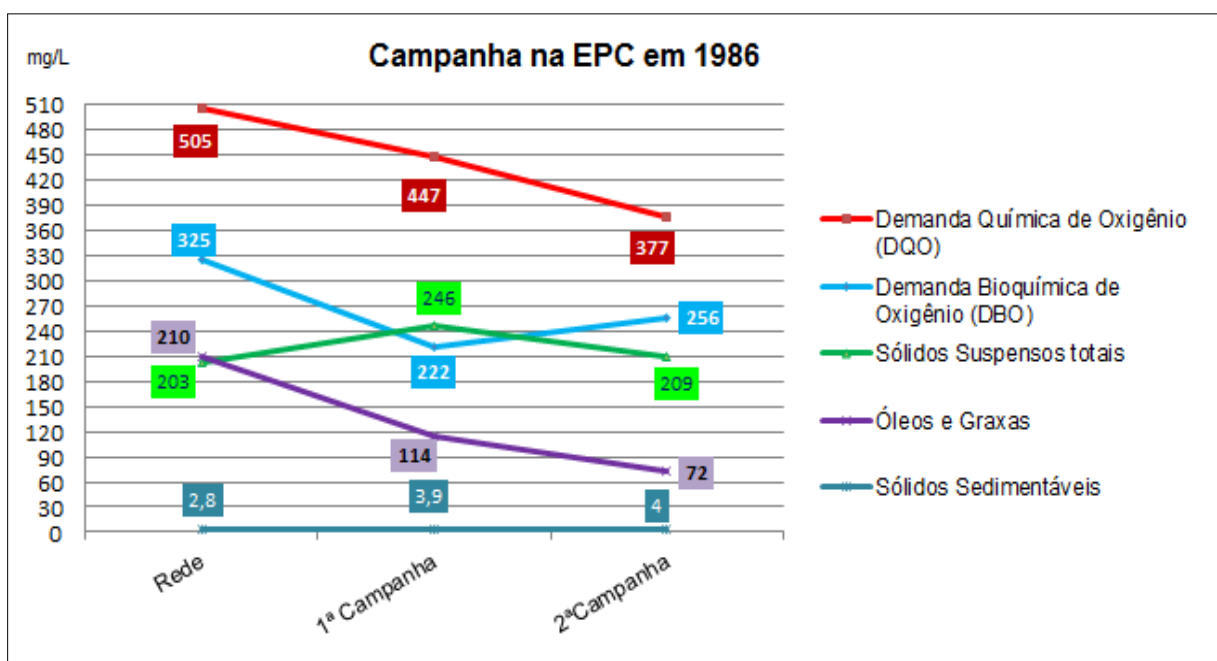


Figura 52 – Diferença entre o esgoto sanitário encontrado na rede e aquele na entrada da EPC (AGUDO, 1986, adaptado pelo autor).

Tabela 47 – Eficiência do tratamento na EPC em 1986

Parâmetro	Eficiência (%)
DBO	7
Óleos e Graxas	6
Sólidos Suspensos totais	10
Sólidos sedimentáveis	6

Fonte: AGUDO, 1986

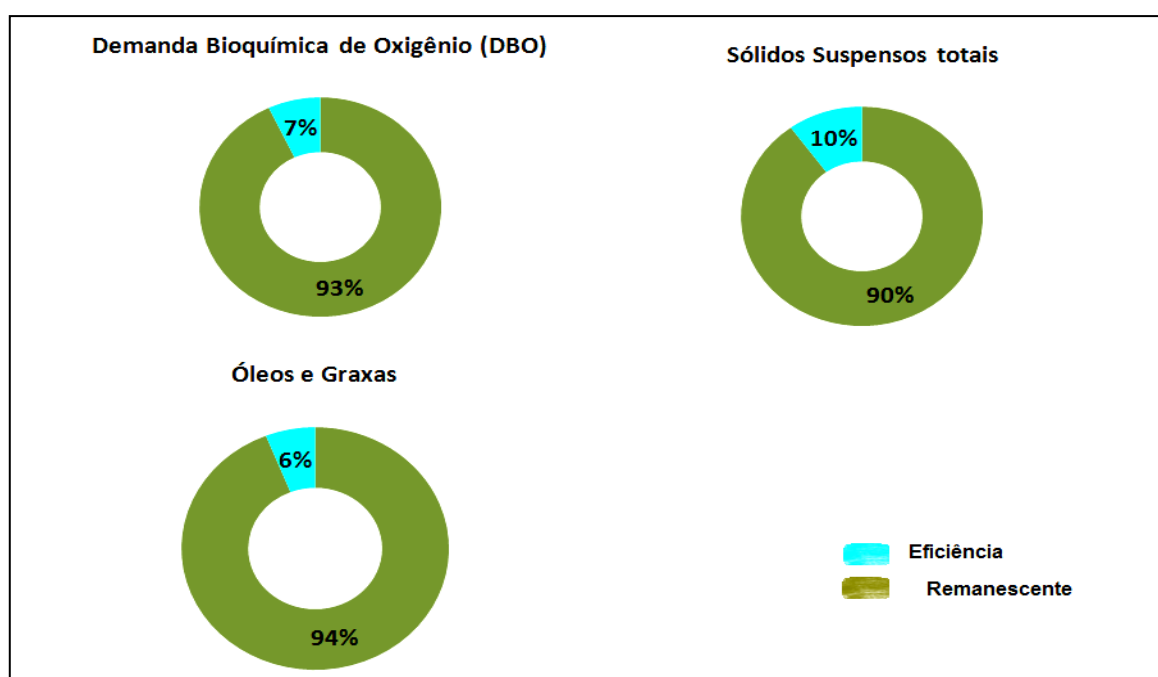


Figura 53 – Eficiência da Estação de pré-condicionamento – EPC (AGUDO, 1986, adaptado pelo autor).

Como resultado da campanha de 1986 pode afirmar que o tratamento prévio possui baixa eficiência, mesmo porque a concepção da EPC (tratamento preliminar) não prevê remoção de DBO e nutrientes.

A diferença entre as concentrações do esgoto na rede e na chegada da EPC pode ser explicada pela influência das águas de drenagem e, sobretudo das águas salobras/salinas dos canais, visto no aumento dos valores de sólidos, em especial os fixos.

6.7.2. Campanhas na EPC de 2002 à 2004.

As coletas realizadas entre 2002 a 2003 foram amostras pontuais (simples), porquanto, a coleta realizada em 2004 foi composta em 24 horas, sendo esta campanha a que melhor representa a situação da EPC.

As coletas realizadas pela CETESB entre 2002 a 2004 são apresentadas na Tabela 48.

Tabela 48 - Resultados para o esgoto tratado na EPC entre os anos de 2002 a 2004

CAMPANHA CETESB – EFLUENTE TRATADO					
Parâmetro	Unidade	Nov./2002	Fev./2003	Ag./2003	Jun./2004
Temperatura do ar	°C	20	30	20	22,5
Temperatura da amostra	°C	25	30	22,5	23,5
Condutividade	mS/cm	946	-	1.559	-
pH		7,4	7,2	7,2	7,6
Sólidos Totais	mg/L	-	-	-	858
Sólidos Fixos	mg/L	-	-	-	551
Sólidos Voláteis	mg/L	-	-	-	307
Sólidos Suspensos totais	mg/L	-	-	-	158
Sólidos suspensos Fixos	mg/L	-	-	-	24
Ortofosfato	mg/L	2,8	3,07	4,32	-
Fósforo total	mg/L	5,07	6,28	-	5,24
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	43	0,48	32,5	40,6
Nitrogênio Kjeldahl total	mg/L	51,2	-	64,8	56,2
Turbidez	UNT	70	65	73,5	-
Fenol	mg/L	0,046	0,043	<0,003	<0,07
Sulfeto	mg/L	3,2	3,54	3,67	1,67
Óleos e Graxas	mg/L	-	-	-	73,1
DBO	mg/L				193
DQO	mg/L	-	-	-	376
Coliformes totais	UFC/100 mL	290.000	2.800.000	19.000	-
Enterococos	UFC/100 mL	-	-	-	-

Fonte: CETESB, 2002; 2003; 2004.

6.7.3. Campanha de amostragem na EPC de Santos em 2011.

Para a campanha da EPC em 2011, realizada em 27/07/2011, foram observadas as médias das vazões na EPC nos dias que antecederam a amostragem e no período de amostragem. Este dado é de fundamental importância, pois pode avaliar se a

EPC está operando adequadamente e se a vazão não comprometerá a análise posterior. Os resultados das vazões são apresentados nas Tabelas 49 e 50.

Tabela 49 – Vazão média no período que antecedeu a campanha de amostragem (Campanha de 2011).

Dia	Volume totalizado	Vazão média (m³/s)	Vazão média no período que antecedeu a amostragem (m³/s)
20/07/2011	156348	1,81	
21/07/2011	211320	2,45	2,09
22/07/2011	198334	2,30	
23/07/2011	203832	2,36	
24/07/2011	163332	1,89	
25/07/2011	149940	1,74	
26/07/2011	183394	2,12	

Fonte: leitura realizada em loco

Tabela 50 – Vazão média no período de amostragem (Campanha de 2011).

Dia	Volume totalizado (m³/h)	Vazão média (m³/s)	Vazão total média no período de amostragem (m³/s)
24/07/2011			
08h00min	43776	1,79	2,15
09h00min	50220	3,19	
10h00min	61686	1,90	
11h00min	68526	1,18	Vazão média em m/s³ para o Interc. Oceânico
12h00min	72774	2,32	
13h00min	81126	1,48	1,42
14h00min	86454	1,89	
15h00min	93258	3,36	
16h00min	105354	2,04	Vazão média em m/s³ para o Interc. Rebouças
17h00min	112698	2,36	
18h00min	121192		0,73

Fonte: leitura realizada em loco

Diferente de outras campanhas, foi realizada a amostragem nas duas entradas da EPC, (Interceptor Oceânico e Rebouças), o interceptor Oceânico possui contribuição das águas dos canais 1 ao 6, já o interceptor Rebouças não possui contribuição de águas de drenagem.

Os resultados são apresentados nas Tabelas 51 e 52.

Tabela 51 – Características do esgoto bruto proveniente do Interceptor Oceânico (Campanha de 2011).

Parâmetros (mg/L)	Efluente Bruto - Oceânico					(Metcalf & Eddy, 1991)		
	10h20min	13h20min	15h30min	18h30min	Média	Concentrado	Médio	Diluído
DBO _{5,20}	135	-	224	-	180	400	220	110
DQO	314	-	520	-	417	1000	500	200
Sólidos Fixos Totais (SF)	338	338	-	742	473	600	355	165
Sólidos Voláteis Totais (SV)	164	164	-	232	187	600	365	185
Sólidos Totais (ST)	-	-	-	-	659	1200	720	350
Sólidos Suspensos Fixos (SSF)	<100	<100	-	<100	<100	75	55	20
Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)	<100	<100	-	<100	<100	275	165	80
Sólidos Suspensos Totais (SST)	<100	<100	-	<100	77	350	220	100
Sólidos Dissolvidos Fixos (SDF)	322	322	-	740	461	525	300	145
Sólidos Dissolvidos Voláteis (SDV)	102	102	-	158	121	325	200	105
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	424	424	-	898	582	850	500	250

Fonte: Campanha 2011.

Tabela 52 – Características do esgoto Bruto proveniente do Interceptor Rebouças (Campanha de 2011).

Parâmetros	Efluente Bruto - Rebouças					(Metcalf & Eddy, 1991)		
	10h20min	13h20min	15h30min	18h30min	MÉDIA	Concentrado	Médio	Diluído
DBO _{5,20}	414	-	300		357	400	220	110
DQO	516	-	550		533	1000	500	200
Sólidos Fixos Totais (SF)	358	358	-	290	335	600	355	165
Sólidos Voláteis Totais (SV)	504	504	-	240	416	600	365	185
Sólidos Totais (ST)	862	862	-	530	751	1200	720	350
Sólidos Suspensos Fixos (SSF)	<100	<100	-	<100	<100	75	55	20
Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)	334	334	-	140	269	275	165	80
Sólidos Suspensos Totais (SST)	376	376	-	170	307	350	220	100
Sólidos Dissolvidos Fixos (SDF)	316	316	-	260	297	525	300	145
Sólidos Dissolvidos Voláteis (SDV)	170	170	-	100	147	325	200	105
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	486	486	-	360	444	850	500	250

Fonte: Campanha 2011.

Concomitantemente com o esgoto bruto foi realizada a amostragem do efluente final tratado, os resultados podem ser observados na Tabela 53.

Tabela 53 – Resultados do efluente tratado na Campanha de 2011.

Parâmetros	Efluente Tratado					Efluente Bruto	Eficiência da EPC (%)
	10h20min	13h20min	15h30min	18h30min	MÉDIA	Oceânico 2/3 +Rebouças1/3	
DBO _{5,20}	181	238	238		219	238,67	8,24
DQO	411	494	494		466	455,67	-2,34
Sólidos Fixos Totais (SF)	-	308	-	624	466	426,89	-9,16
Sólidos Voláteis Totais (SV)	-	188	-	210	199	263,11	24,37
Sólidos Totais (ST)	-	496	-	834	665	690,00	3,62
Sólidos Suspensos Fixos (SSF)	-	<100	-	<100	<100	-	-
Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)	-	<100	-	<100	<100	-	-
Sólidos Suspensos Totais (SST)	-	100	-	112	86	154,00	44,16
Sólidos Dissolvidos Fixos (SDF)	-	300	-	610	455	406,67	-11,89
Sólidos Dissolvidos Voláteis (SDV)	-	136	-	112	124	129,33	4,12
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	-	436	-	722	579	536,00	-8,02
Nitrogênio Amoniacal total	-	45,6	45,6	38,9	43,4	-	-
Nitrogênio Kjeldahl total	-	63,3	63,3	53,2	60	-	-
Fósforo Total	-	5,38	5,38	5,28	5,4	-	-
Óleos e Graxas	-	-	-	38	38	-	-

Fonte: Campanha 2011.

A eficiência da EPC na campanha de 2011 é demonstrada na Figura 54.

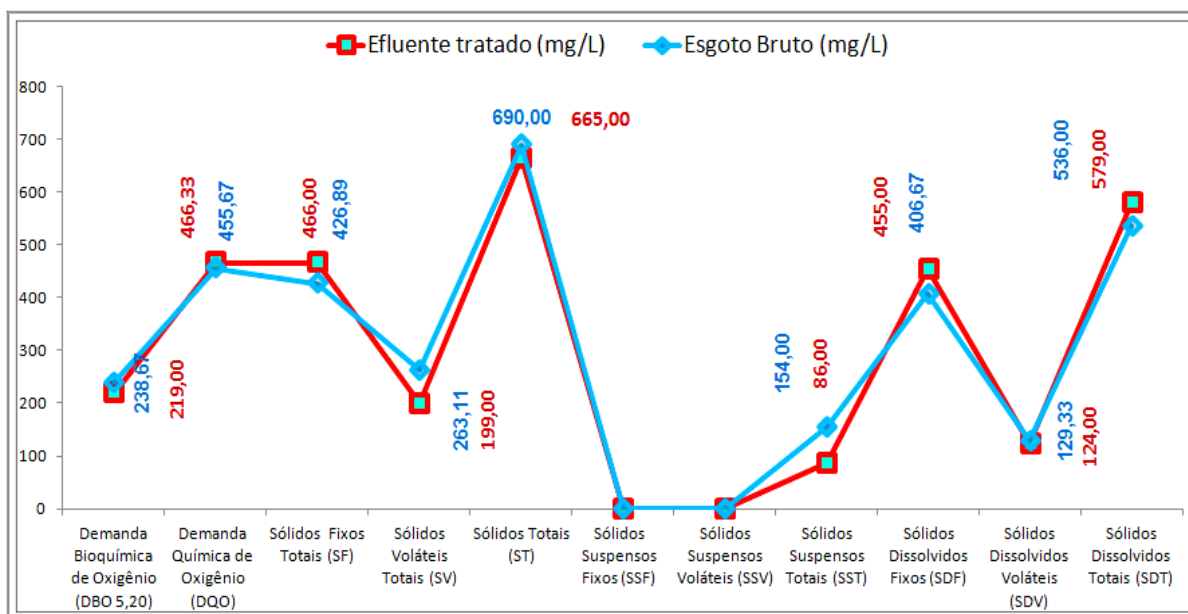


Figura 54 – Representação dos resultados de entrada e saída da EPC - Campanha Julho/2011

7. CONCLUSÕES

A conclusão do trabalho foi dada em função dos objetivos anteriormente propostos.

— **Objetivo geral - Elaborar um diagnóstico sobre disposição oceânica dos esgotos e das águas de drenagem urbana através do emissário submarino, na região de Santos e São Vicente.**

O atendimento ao objetivo geral proposto foi subsidiado pelos objetivos específicos, formulando um diagnóstico conclusivo com a abordagem dos diversos assuntos inerentes ao estudo proposto.

Em resposta aos objetivos específicos segue as seguintes conclusões:

V. Comparar o padrão de lançamento com as legislações federal e estadual referenciando outras diretrizes utilizadas.

O padrão de lançamento foi comparado à legislação estadual, preconizado pelo Artigo 18 do Regulamento da Lei do Estado de São Paulo Nº997 de 31.05.76, aprovado pelo Decreto Nº8468 de 08.09.77 e pelo Artigo 22 da Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de Maio de 2011 que altera parcialmente e complementa a Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005 (vide Tabela 54)

Tabela 54 – Atendimento a legislação estadual e federal, quanto ao padrão de lançamento

Parâmetros (mg/L)	1986	2002	2003	2003	2004	2011	CONAMA 430/2011 ^a	Decreto Estadual ^b
DBO _{5,20}	222	-	-	-	193	219	-	60
DQO	412	-	-	-	-	466	-	-
Óleos e Graxas	175	-	-	-	73,1	38	-	100
Sólidos Fixos Totais (SF)	-	-	-	-	551	466	-	-
Sólidos Voláteis Totais (SV)	-	-	-	-	307	199	-	-
Sólidos Totais (ST)	-	-	-	-	858	665	-	-
Sólidos Suspensos Fixos (SSF)	-	-	-	-	24	<100	-	-
Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)	-	-	-	-	-	<100	-	-
Sólidos Suspensos Totais (SST)	204 (10%)	-	-	-	158	86 (44,15%)	20% ^c	-
Sólidos Dissolvidos Fixos (SDF)	-	-	-	-	-	455	-	-
Sólidos Dissolvidos Voláteis (SDV)	-	-	-	-	-	124	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	-	-	-	-	-	579	-	-
Nitrogênio Amoniacal total	-	43	0,48	32,5	40,6	43,4	-	-
Nitrogênio Kjeldahl total	-	51,2	-	64,8	56,2	60	-	-
Fósforo Total	-	5,07	6,28	-	5,24	5,4	-	-

a – Artigo 22 da Resolução CONAMA Nº 430/2011
b – Artigo 18 do Regulamento da Lei Nº 997 de 31.05.76, aprovado pelo Decreto Nº 8468 de 08.09.76.
c – Sólidos em suspensão totais: eficiência mínima em remoção de no mínimo 20%, após a desarenação.
d – ou 80% de remoção da DBO.

Em relação ao Artigo 22 da Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de Maio de 2011, o efluente tratado pela EPC atende as condições e padrão, exceto no parâmetro Sólidos Suspensos totais analisado na campanha de 1986. Entretanto, ao preconizar o Artigo 18 do Regulamento da Lei do Estado de São Paulo Nº 997 de 31.05.76, aprovado pelo Decreto Nº8468 de 08.09.77, as condições e padrões para lançamento estão em desconformidade para os parâmetros DBO (todas as campanhas) e Óleos e Graxas (campanha de 1986).

O efluente final tratado foi comparado com a legislação da Europeia e Americana (vide Tabela 55)

Tabela 55 – Efluente final tratado comparado com a legislação da Europa e nos EUA.

Parâmetros (mg/L)	1986	2002	2003	2003	2004	2011	EUA (a)	Europa (b)
DBO _{5,20}	222	-	-	-	193	219	20 mg/L ^(d)	25 mg/L ^(e)
DQO	412					466	-	125 mg/L ^(f)
Óleos e Graxas	175	-	-	-	73,1	38	-	-
Sólidos Fixos Totais (SF)	-	-	-	-	551	466	-	-
Sólidos Voláteis Totais (SV)	-	-	-	-	307	199	-	-
Sólidos Totais (ST)	-	-	-	-	858	665	-	-
Sólidos Suspensos Fixos (SSF)	-	-	-	-	24	<100	-	-
Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)	-	-	-	-	-	<100	-	-
Sólidos Suspensos Totais (SST)	204	-	-	-	158	86	20 mg/L ^(c)	35 mg/L ^(g)
Sólidos Dissolvidos Fixos (SDF)	-	-	-	-	-	455	-	-
Sólidos Dissolvidos Voláteis (SDV)	-	-	-	-	-	124	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	-	-	-	-	-	579	-	-
Nitrogênio Amoniacal total	-	43	0,48	32,5	40,6	43,4	-	10 mg/L
Nitrogênio Kjeldahl total	-	51,2	-	64,8	56,2	60	-	-
Fósforo Total	-	5,07	6,28	-	5,24	5,4	-	1 mg/L

A - FAC 62-302.400 de 2010
b – Artigo CEE, 1991, p.13.
c – ou eficiência mínima de 90% em DBO_{5,20}
d – ou 85% de remoção da DBO.
e – ou 90% de eficiência (pode ser substituído pelo Carbono Orgânico Total - **COT**, desde que estabeleça uma relação com **DBO₅**)
f – ou 75% de remoção
g - ou 90% de eficiência

Em relação aos parâmetros requeridos na diretriz americana e na legislação européia apenas o Nitrogênio Amoniacal, na campanha de 2003, foi atendido. Os demais parâmetros preconizados excederam e muito os limites estabelecidos.

Muito embora a Estação de Pré Condicionamento - EPC não atenda o padrão de lançamento da legislação estadual, deve ser observado que, segundo o Artigo 20 da Resolução CONAMA Nº 430/2011, as condições e padrões de lançamento do efluente tratado não podem comprometer o padrão e a classe do corpo receptor, após o limite da zona de mistura, além de atender o padrão de balneabilidade.

Frise-se que a disposição de efluentes por emissário submarino em desacordo com as condições e padrões de lançamento estabelecidos nesta Resolução poderá ser autorizada, excepcionalmente em caráter temporário, pelo órgão ambiental, desde que realizado o estudo ambiental tecnicamente adequado, além de revisar o tratamento com exigências para este lançamento, conforme previsto nos incisos III e IV do art. 6º da Resolução CONAMA Nº 430/2011.

Ressalta-se que as Resoluções passadas, relacionadas ao padrão de lançamento, negligenciavam os sistemas de disposição por emissário submarino. Entretanto, ao firmar a Resolução CONAMA Nº 430/2011 demonstra um passo para viabilização e adequação dos projetos existentes.

A CETESB, no âmbito de sua competência, tem atuado junto às empresas responsáveis de modo a viabilizar um tratamento adequado em substituição a EPC. Porquanto, foi apresentado um projeto, em fase de estudo, que contempla a inclusão de tratamento Biológico, por meio de reatores anaeróbio e aeróbio e de um tratamento físico químico para remoção do lodo, próximo às instalações da atual estação de pré-condicionamento. Quando concluído, este projeto poderá atender as exigências da legislação além de diminuir sobremaneira o impacto na Baía de Santos.

II. Comparar o padrão de qualidade das águas na Baía de Santos em diferentes épocas com a legislação federal referenciando outras diretrizes utilizadas.

O padrão de qualidade da água foi comparado ao Artigo 18 (Classe 1– Águas salinas) da Resolução CONAMA Nº 357/2005. Os valores de Coliformes termotolerantes foram comparados aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº274/2000. Porquanto, os valores limites utilizados foram:

- Nitrogênio Amoniacal – 0,4 mg/L

- Fósforo total – 0,062 mg/L
- Carbono Orgânico total – 3 mg/L
- Coliformes termotolerantes – 1.000 UFC/100 mL
- *Enterococcus* – 100 UFC/100 mL

Considerando os valores após a zona de mistura e considerando a zona de mistura a malha espiral mostrado na Figura 24, podemos avaliar o padrão de qualidade das águas na Baía analisando as figuras geradas no item 6 - resultados e discussões. Desta forma pode ser verificado que:

- Os nutrientes avaliados (Nitrogênio Amoniacal e Fósforo total) estiveram, em todas as campanhas, acima do limite estabelecido, considerando o limite da malha. Entretanto, na campanha de 2011 estes parâmetros obtiveram uma melhora significativa na zona da malha, atendendo a legislação vigente.
- Nas campanhas onde foram obedecidos os limites de Coliformes totais, fecais (termotolerantes) e *Enterococcus*, o sistema de desinfecção na EPC estava operando. Contudo, na campanha de 2011, como em outras, onde o sistema de desinfecção não operava, era nítida a discrepância nos valores no corpo receptor.
- O parâmetro Carbono Orgânico total foi realizado nas campanhas de 2005/2006 e 2011. Os valores são elevados dentro e fora da zona de mistura e não atende o padrão de qualidade do corpo receptor.

Comparando os parâmetros com a legislação americana (USEPA, 2011), percebe que há um predomínio na escolha de indicadores microbiológicos. Este cenário se afigura plausível, uma vez que existindo o tratamento secundário com desinfecção, e atendendo ao controle microbiológico os resultados poderiam se estender a outros

parâmetros, sendo suficiente para a dispersão. Os valores utilizados para o controle no limite da zona de mistura são:

- Coliformes fecais - 200 UFC/100 mL
- Coliformes totais – 1.000 UFC/100 mL
- *Enterococcus* - 35 UFC/100 mL

Em referência aos parâmetros microbiológicos encontrados no corpo receptor, no limite da malha, verifica-se que os valores limites só eram atendidos quando utilizado o sistema de desinfecção. Porquanto, mesmo com o sistema de desinfecção operando o parâmetro *Enterococcus* não atende o padrão preconizado pela USEPA. Este dado demonstra que para tal situação a concepção do sistema de tratamento atual deveria ser reformulada em atendimento as novas exigências.

Ao verificar a legislação da Europa (CEE, 2006, p. 12), pode ser constatada, assim como na diretriz da USEPA, a presença de apenas indicadores microbiológicos. Os valores comumente utilizados para controle no limite da zona de mistura são:

- *Enterococcus* - 185 UFC/100 mL
- *Escherichia coli* - 500 UFC/100 mL

Quando o sistema de desinfecção estava em operação, os valores de *Enterococcus* se mantiveram abaixo do limite estabelecido pela legislação europeia. Entretanto, sem o sistema de desinfecção os valores de *Enterococcus* não são atendidos. Não foi possível a avaliação do indicador *Escherichia coli*, uma vez que não foi analisado em campanhas anteriores.

IV- Identificar fatores que comprometem a qualidade das águas costeiras, quanto ao uso do emissário submarino.

Como verificado neste trabalho, vários fatores comprometem o padrão de qualidade das águas na Baía de Santos, dentre os quais podemos destacar.

- A vazão e a qualidade das águas do estuário
- A qualidade das águas nos canais de drenagem
- O período de alta temporada
- As condições da maré.

A gestão das águas dos canais (apresentado na Tabela 45 e Figura 51) é de extrema importância para a preservação da qualidade das águas da baía e da balneabilidade. Porquanto, se justifica a coleta das águas de drenagem dos canais, por possuírem valores elevados de Coliformes termotolerantes, o que certamente afetaria a balneabilidade das praias.

Outro fator de interesse é a sensível melhora da qualidade das águas de drenagem ao longo dos anos. Entretanto, a incidência de valores elevados para Coliformes presentes nos canais, pode ser um indicativo de ausência de tratamento ou de coleta ineficiente dos esgotos.

Outro aspecto a ser observado é a capacidade da EPC em atender esta demanda (águas de drenagem), uma vez que em períodos de chuvas, sobretudo as intensas e prolongadas, a vazão de entrada da EPC pode triplicar comprometendo ainda mais o tratamento preliminar. Este fato pode explicar, em parte, as constantes classificações de “Imprópria” para a balneabilidade das praias após o período de chuvas.

Como consequência da baixa contribuição do estuário na Baía de Santos, sobretudo em períodos de estiagem, pode ser constatada a dificuldade de dispersão das águas já comprometidas do estuário e do próprio lançamento do emissário.

Para o projeto do emissário foi considerada a descarga da Usina *Henry Borden* em 90 m³/s (CBHBS; DAEE, 2007), na oportunidade concluiu-se que na supressão destas descargas, ou mesmo na descarga em regime intermitente, deveria resultar na redução ou mesmo supressão da corrente ‘*quasi-permanente*’ prevista no projeto de lançamento para transportar os efluentes do emissário mar afora.

A Tabela 56 apresenta as vazões consideradas no projeto do emissário de Santos.

Tabela 56 – Vazão de fluxo efetivo afluente à Baía de Santos

Vazão	Vazão de fluxo efetivo (m ³ /s)	Vazão de deflúvio (m ³ /s)	Vazão de descarga turbinada (m ³ /s)
Média anual	110	20	90
Período de chuvas	120	30	90
Estiagem	100	10	90

Fonte: BAPTISTELLI, 2008

Recentemente a Usina *Henry Borden* teve uma redução de aproximadamente 75% de sua capacidade de geração de energia, gerando atualmente apenas 220 MW, com vazão de 3,5 m³/s (CBHBS; DAEE, 2007). Este pode ser um indicativo da necessidade de reavaliar a hidrodinâmica do local e/ou a utilização de um nível de tratamento secundário para garantir o padrão de qualidade das águas na Baía de Santos.

O aumento da população em período da alta temporada, a priori, não deveria comprometer o padrão de qualidade das águas da baía, uma vez que a EPC ou estações descentralizadas deveriam atender a demanda. Entretanto, este período coincide com a ocorrência de chuvas, este fator sim, poderia agravar o panorama da baía, alavancada pela deficiente malha de coleta dos esgotos e da inexistência de tratamento adequado. Portanto, o aporte de águas de drenagem urbana, sobretudo em

período de chuvas, deve ser monitorado e, em casos extremos, devidamente destinados ou tratados adequadamente.

V-Analisar a localização dos pontos de amostragem e sua representatividade.

Os primeiros trabalhos na Baía de Santos possuíam um caráter exploratório, com o objetivo de conhecer a área de estudo. Houve uma série de campanhas com diversos pontos de amostragem e em períodos aleatórios. Na grande maioria das campanhas não foram consideradas as condições adversas e influências ocasionadas na baía, estando estes trabalhos comprometidos. Porquanto, foram fundamentais para o estudo e o envolvimento de outras disciplinas no monitoramento dos emissários.

Atualmente a CETESB analisa semestralmente três pontos da malha de monitoramento, estes pontos contemplam o monitoramento da rede costeira. Entretanto, o auto monitoramento realizado pela SABESP abrange uma área maior e contempla as áreas de influência, contudo não há exigência quanto a sua periodicidade.

Conforme demonstrado neste estudo os pontos de monitoramento são localizados próximo ao lançamento do esgoto, em distância máxima de 400 metros, entretanto a legislação prevê o atendimento ao padrão de qualidade das águas após a zona de mistura, segundo BAPTISTELLI (2008) a zona de mistura para o emissário de Santos seria em média 600 m em condições críticas e formulada teoricamente pelo CORMIX.

A zona de mistura é caracterizada pela USEPA como sendo a área na qual a pluma (mistura do efluente tratado e a água do mar) atinge o padrão para as águas de

Classe III. A FAC permite que uma área da Zona de Mistura seja no máximo 502.655 m² ou 400 m de distância do lançamento (FAC 62- 4.244, 2005).

Entretanto a CETESB não possui uma área delimitada como sendo a zona de mistura, o que dificulta a análise e, sobretudo os critérios de amostragem.

Utilizando pontos no limite da zona de mistura e criando uma faixa de proteção aos banhistas criaria uma área na qual pudesse exigir a total dispersão, além do mais diminuiria a quantidade de pontos amostrados, subsidiando um parecer conclusivo de forma a otimizar a avaliação.

Em relação aos parâmetros avaliados e escolhidos para a padronização de lançamento e da qualidade do corpo receptor, há uma tendência em substituir os parâmetros convencionais, por indicadores microbiológicos (*Enterococcus*, *Escherichia coli*, *Coliformes totais e termotolerantes*) e por indicadores de nutrientes (Nitrogênio Amoniacal e Fósforo total), sobretudo em zonas sensíveis⁴⁶.

Em relação ao monitoramento da EPC, é verificada a importância da desinfecção e da medição de coliformes na saída do tratamento, antes e após a desinfecção. O uso da DBO pode ser justificado pelo atendimento à legislação estadual e o cumprimento ao Artigo 20 da Resolução CONAMA Nº 430/2011, onde condições e padrões de lançamento do efluente tratado devem atender aos padrões da classe do corpo receptor, após o limite da zona de mistura, e ao padrão de balneabilidade, de acordo com normas e legislação vigentes.

Outro fator constatado é o baixo Índice de Coleta de Tratamento dos Esgotos gerados pela População Urbana dos municípios de Santos e São Vicente – ICTEM. Este resultado corrobora com as ações realizadas por diversos agentes na Gestão

⁴⁶ Sujeitas a eutrofização.

das águas de drenagem urbana. Face o exposto pode-se afirmar que a o sistema de coleta e, sobretudo, o tratamento do esgoto proposto pela EPC não é o adequado.

Outrossim, é oportuno repisar que o lançamento do emissário não é a única fonte de poluição que compromete a qualidade das águas na baía. Entretanto, com a gestão adequada das águas pluviais, uma nova proposta de tratamento de esgoto para a região e sendo efetiva a coleta e tratamento dos esgotos, pode ser garantida a qualidade não só das águas da baía como do estuário e canais.

Em relação a futuras campanhas de monitoramento, sugere-se a observação de alguns estudos concomitantemente com a amostragem, com o objetivo de garantir a confiabilidade dos dados gerados e determinar critérios para futuras ações. Dentre os estudos, destacamos:

- A verificação do regime hidráulico do estuário e a vazão de trabalho da Usina *Henry Borden*.
- A verificação das vazões dos canais e sua possível contribuição na vazão da EPC, sobretudo em períodos de chuvas.
- A delimitação de uma Zona de mistura e de uma zona de segurança para a recreação e, em função destas zonas, localizar pontos representativos que assegurem a análise do padrão de qualidade das águas.
- Verificar os aspectos quantitativos e hidrodinâmicos da região, e sua influência no período de amostragem.
- Promover um histórico de amostragens da Estação de pré-condicionamento - EPC concomitantemente com aquelas já realizadas em mar.
- Integrar ações de diferentes agentes dentre as quais: a(s) concessionária(s) pelo serviço de água e esgoto do(s) município(s), a(s) prefeitura(s) responsáveis pelos canais e drenagem urbana, O DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica, responsável pela Usina Henry Borden.

REFERÊNCIAS

AFONSO, C M. A paisagem da Baixada Santista: urbanização, transformação e conservação 312 p.2006. Editora da Universidade de São Paulo, FAPESP

AGUDO, E.G.; AMARAL, R.; BERZIN, G. Avaliação da Eficiência da Estação de Pré-Condicionadora do Sistema de Disposição Oceânica dos Esgotos de Santos/São Vicente. Revista do Departamento de Águas e Esgotos de São Paulo - D.A.E, São Paulo, v. 46, n.146,p. 284-287, setembro de 1986.

ALFREDINI, P.; ARASAKI, E. Obras e Gestão de Portos e Costas - A técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2009. 776 p.

ALFREDINI, P. Aspectos Quantitativos e Hidrodinâmicos, 04 de outubro de 2011, Palestra proferida na CETESB aos participantes do Curso de Gestão da Qualidade das Águas Costeiras, 2011

ANDRADE, C.R.M. de. A Peste e o Plano: o urbanismo sanitário do Eng. Saturnino de Brito. São Paulo, FAU. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, v. 1, São Paulo: FAU USP, p. 116, maio, 1992.

APHA - American Public Health Association; AWWA - American Water Works Association; (WEF) Water Environment Federation. Standard methods for the examination of water & wastewater, 21st. Washington, 2005.

BAPTISTELLI,S.C. Análise crítica da utilização de modelagem matemática na avaliação da dispersão de efluentes leves no litoral da Baixada Santista(Estado de São Paulo). Tese de Doutorado, USP, São Paulo, 318 p. outubro de 2008.

BERNARDINI, Sidney Piochi. Os Planos de Intervenção Urbana em Santos - de Estevan Fuertes a Saturnino de Brito - (1822-1910). Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo. 251 p. 2003.

BEVILAQUA, José Eduardo. Capacitação em Qualidade de Sedimentos e Dragagem em Águas Doces e Costeiras, Palestra proferida na CETESB aos participantes do Curso Análise de processos de dragagem: Aspectos físico-químicos das águas e sedimentos, 23 setembro a 21outubro de 2008.

BLENINGER, T. Coupled 3D hydrodynamic models for submarine outfalls: Environmental hydraulic and control of multiport diffusers. Tese de Doutorado, University Karlsruhe, Alemanha, 219 p. 2006.

BRAGA, E.S.B.; BONETTI, C.V.D.H.; BURONE, L.; BONETTI, F.J. 2000. Eutrophication and bacterial pollution caused by industrial and domestic wastes at Baixada Santista. Marine. Pollution Bulletin. 40,p. 165-173.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa a Resolução do CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, 16 de maio de 2011. Seção 1, p. 89-91.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, revoga a Resolução do CONAMA 20 de 18 de junho de 1986. Diário Oficial da União, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, 18 de março de 2005. Seção 1, p. 58-63. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF, 2005.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Nº 375, de 26 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, 30 de agosto de 2006. Seção 1, p. 141-146. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF, 2006.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Nº 274, de 29 de Novembro de 2000. Define condições e padrões de balneabilidade, de forma a assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário. Diário Oficial da União, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, 25/01/2001, Seção 1, páginas 70-71. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF, 2001.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Nº 237, de 19 de Dezembro de 1997. Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental. Diário Oficial da União, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, 22/12/1997, Seção 1, páginas 30841-30843. Ministério do Meio Ambiente.

BRASIL. Lei Nº7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Subchefia para assuntos jurídicos da Presidência da República. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil>>, Acesso em: 20.Ago.2011.

BRASIL. Resolução nº 005, de 03 de dezembro de 1997. Aprova o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II). Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM).Disponível em:<<http://www.institutopharos.org/legislacao/>>, Acesso em: 04.Jan.2012.

BRASIL. Lei Nº8.617, de 4 de janeiro de 1993. Dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental brasileira, e dá outras providências. Subchefia para assuntos jurídicos da Presidência da República. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil>>, Acesso em: 20. Ago.2011.

BRASIL. Lei Nº4.983, de 10 de fevereiro de 2004. Estabelece os pontos apropriados para o traçado das Linhas de Base Retas ao longo da costa brasileira e dá outras providências. Subchefia para assuntos jurídicos da Presidência da República. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil>>Acesso em: 20. Ago.2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária(ANVISA). Resolução de Diretoria Colegiada - RDC Nº 275, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico de Características Microbiológicas para Água Mineral Natural e Água Natural. Diário Oficial da União. Brasília, 23 de setembro de 2005. Disponível em:<<http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/aguasub/arquivos/RDC2752005.pdf>>Acesso em: 26. Out.2011.

BRASIL. Decreto Nº 5.300 de 7 de dezembro de 2004.Regulamenta a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC. Dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-006/2004/Decreto/D5300.htm> Acesso em: 04. Jan.2012.

BRITO Francisco Saturnino de. Projetos e Relatórios: Saneamento de Santos, Obras Completas. Rio de Janeiro, p.513, 1943, vol. VII. Imprensa Nacional, Instituto Nacional do Livro.

BRITTO NEVES, M.F. Agenda Ambiental para o Porto de Santos. In: 1ª Convenção Hemisférica sobre Proteção Ambiental Portuária da Organização dos Estados Americanos (OEA), Foz de Iguaçu / PR, Julho 2009. Disponível em: <<http://www.oas.org/CIP/docs/ctc/proteccionambiental/convenciones/1convbrasil09/presentaciones/16agendasantosmaferbritto.ppt>>. Acesso em: 21. Out.2011.

CALDWELL, Dd H., KERSNAR, Frank J. Ocean Outfall Studies at San Diego. California, ed.- The Federation, p 1336, 1953.

CARVALHO, Anesio R. de; OLIVEIRA, Maria Vendramini C. Princípios Básicos do Saneamento do Meio. Editora Senac, ed.10, p.115-134, 2007.

CCME - Canadian Council of Ministers of the Environment. Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, Update 2002 Disponível em: <<http://www.ccme.ca/assets/pdf/>>. Acesso em: 25. Out.2011.

CEE. Conselho das Comunidades Europeias. Directiva 91/271/CEE de 21 de Maio de 1991, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas. Disponível em <<http://eur-lex.europa.eu/pt/legis>>. Acesso em: 25. Ago. 2011.

CEE. Conselho das Comunidades Europeias. Directiva 76/160/CEE de 8 de Dezembro de 1975, relativa à qualidade das águas balneares. Disponível em <<http://eur-lex.europa.eu/pt/legis>>. Acesso em: 25. Ago. 2011.

CEE. Conselho das Comunidades Europeias. Directiva 2006/7/CE de 15 de fevereiro de 2006, relativa à qualidade das águas balneares. Disponível em <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:064:0037:0051:PT:PDF>>. Acesso em: 10. Jan.2011.

CEE. Conselho das Comunidades Europeias. Directiva 2000/60/CE de 23 de Outubro de 2000, Estabelece um quadro de ação da comunidade e no domínio da política das águas. Disponível em <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0060:PT:NOT>>. Acesso em: 10. Jan.2011.

CIRM – Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. Agenda Ambiental Portuária. Brasília, 1998.

CSBS - COMPANHIA DE SANEAMENTO DA BAIXADA SANTISTA. Lançamento Submarino dos esgotos de Santos e São Vicente 1ª etapa – Relatório Final do projeto – 1970, 118 p.

CSS COMISSÃO DE SANEAMENTO DE SANTOS. Inauguração dos trabalhos de Saneamento de Santos: Estado de São Paulo (Brasil),1913. Editora: Typographia Brasil de Rothschild & Co., 54 p.

CBHBS; DAEE - Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista; Departamento de Águas e Energia Elétrica. Relatório de situação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica da baixada santista, Autos Nº. 9903566/05/DAEE, , São Paulo, 441p. 2007. Disponível em: < <http://www.fflorestal.sp.gov.br> > . Acesso em: 10. Jan.2012.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, organizadores BRANDÃO, C.J. , et al. Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras de Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e efluentes Líquidos. 1ª edição. São Paulo: CETESB, Brasília: ANA, 2011. 326p.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (a). Relatório - Qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo - 2010, 2011, 298p. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 25. Ago. 2011.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (b). Relatório - Qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo-2010, 2011, 160p. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/25-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 25. Ago. 2011.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (c). Relatório - Qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo - 2003, 2004, 196p. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 25. Ago. 2011.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (d). Relatório - Qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo-2002, 2003, 185p. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/25-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 25. Ago. 2011.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (e). Relatório - Qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo-2004, 2005, 185p. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/25-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 25. Ago. 2011.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (f). Relatório - Qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo-2005, 2006, 235p. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/25-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 25. Ago. 2011.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (g). Relatório - Qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo-2007, 2008, 192p. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/25-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 25. Ago. 2011.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (h). Relatório - Qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo-2006, 2007, 235p. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/25-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 25. Ago. 2011.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (i). Relatório - Qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo-2009, 2010, 192p. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/25-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 25. Ago. 2011.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (j). Relatório Técnico Nº 2/2004/EEEL. 65p. 10. Ago.2004.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Monitoração do Emissário de Santos: Relatório Parcial Nº 1(Julho, Agosto e Setembro), 60p.1979.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Avaliação de Desempenho do Emissário Submarino de Esgotos de Santos e São Vicente (4/08/1986 -13/08/1986)72p,1987.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Parecer Técnico Nº25/04/EEEL/EEQL. 20p. 05. Nov.2004.

CLOVER, C. The End of the Line: How Overfishing Is Changing the World and What We Eat. First released in the USA by University of California Press.386 p.Nov 2006

CUNHA, J.M.P, et al. Novas Metrôpoles Paulistas - População, vulnerabilidade e segregação. Núcleo de Estudos de População (NEPO) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). 09/2006, ed. 1, Disponível em:< http://www.nepo.unicamp.br/publicações/_vulnerabilidade.html>. Acesso em: 03. Jan.2012.

DAVIS, L.R.Fundamentals of environmental discharge modeling, CRC Press, Baton Raton, FL. 1999

DIAS, A.P.; Almeida T. C.R. Análise dos elementos atípicos do sistema de esgoto – Separador Absoluto – Na Cidade do Rio de Janeiro. ENGEVISTA, v. 13, n. 3. p. 177-192, Dezembro/ 2011. Disponível em:< <http://www.uff.br/engevista/seer/index.php/engevista/article/viewFile/301/179>>. Acesso em: 03. Jan. 2012.

ENCIBRA; FALCÃO BAUER; TECAM. Relatório Final Avaliação do Monitoramento de Santos /São Vicente. Prestação de Serviços Referentes à Execução dos Programas de Monitoramento Ambiental da Área sob Influência do Emissário Submarino de Esgotos de Santos/São Vicente e de Monitoramento Ambiental da Área sob Influência dos Emissários Submarinos de Esgotos de Praia Grande - Subsistemas 1, 2 e 3, Vol. I, Doc nº 0501 - AM-RT-E-036, ,249 p. Outubro/2006

FERNANDES, C. - Esgotos Sanitários, Ed. Univ./UFPB, João Pessoa, 435p. 1997, Reimpressão Jan/2000.

FLORIDA ADMINISTRATIVE CODE (FAC). Florida Department of Environmental Protection – Rule 62-302.400 de 08/05/2010. Disponível em: <<https://www.flrules.org/gateway/ruleNo.asp?id=62-302.400>>. Acesso em: 10. Out.2011.

FLORIDA ADMINISTRATIVE CODE (FAC). Florida Department of Environmental Protection - Rule Chapter 62-650 de 11/27/1989. Disponível em: <<https://www.flrules.org/gateway/ChapterHome.asp?Chapter=62-650>>. Acesso em: 10. Out.2011.

FLORIDA ADMINISTRATIVE CODE (FAC). Florida Department of Environmental Protection – Rule Chapter 62-600.420 de 06/08/1993. Disponível em: <<https://www.flrules.org/gateway/ruleno.asp?id=62-600.420>>. Acesso em: 10. Out.2011.

FLORIDA ADMINISTRATIVE CODE (FAC). Florida Department of Environmental Protection–Rule Chapter 62-600.440 de 12/24/1996. Disponível em: <<https://www.flrules.org/gateway/ruleno.asp?id=62-600.440>>. Acesso em: 09. Out.2011.

FLORIDA ADMINISTRATIVE CODE (FAC). Florida Department of Environmental Protection – Rule 62-4.244 de 12/13/2005. Disponível em: <<https://www.flrules.org/gateway/ruleno.asp?id=62-4.244>>. Acesso em: 09. Out.2011.

FDOH. Florida State Department of Health. Florida Health Beaches Program. Disponível em: <<http://apps3.doh.state.fl.us/env/beach/2001.>> Acesso em: 29.Out. 2011.

FÚLFARO, V.J. & PONÇANO, W.L.. Sedimentação atual do estuário e Baía de Santos: um modelo geológico aplicado a projetos de expansão da zona portuária. In: Congresso Internacional de Geologia e Engenharia, 2, São Paulo. Anais. I Campanha Metropolitana, p67-90. 1976.

GALVÃO, S.M.F.G. Produção Primária da Baía de Santos. Aspecto sobre a eficiência fotossintética num ambiente marinho poluído. São Paulo, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, 84 p. 1978.

GERODETTI, João Emilio; CORNEJO, Carlos. Do Brasil para as Américas - Nos cartões-postais e álbuns de lembranças. São Paulo, Editora Solaris, 248 p, 2001.

GONÇALVES, Fernando Botafogo. Disposição Oceânica de esgotos Santários: História, teoria e prática. ed. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, 348p. 1997.

HACHICH, E. M. Águas Recreacionais – Doenças de Veiculação Hídrica e Indicadores de Qualidade Microbiológica, 04 de outubro de 2011, Palestra proferida na CETESB aos participantes do Curso de Gestão da Qualidade das Águas Costeiras, 2011.

HDH. Hawaii Department of Health. Water Quality Standards 11-54-08. Honolulu; Hawaii: Hawaii Administrative Rules. 2000.

JIRKA, G.H. AKAR, P.J. Hydrodynamic classification of submerged multiport diffuser discharges. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 1991.

JIRKA, G.H. DONEKER, R.L. A Hydrodynamic mixing zone model and decision support system for pollutants discharges into surface waters. USEPA, 1996.

JIRKA, G.H. LEE, J.H.W. Waste disposal in the ocean in water quality and its control, M.Hino (ed.). Balkema, Rotterdam, 1994.

LECLERC H, Mossel D.A, Trinel P.A, Gavini F. Microbiological monitoring: A new test for fecal contamination. Bacterial Indicators/Health Hazards Associated With Water, ASTM STP 635, American Society for Testing and Materials. 1977.

LENTINI, C. Hidrodinâmica Costeira, Ondas e Marés. Aula: Introdução a Oceanografia, 1º semestre/2007 Disponível em: < <http://www.oceanografia.ufba.br/>

ftp/Introducao_Oceanografia/fisica_4.pdf.> Acesso em: 04.Jan.2012.

MARCELLINO, E.B. Curso de Emissário Submarino de Esgotos Sanitários. Curso ministrado na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP - 63 p., julho de 2008.

MARCELLINO, E. B.; ORTIZ, J. P. Sistematização dos projetos de emissários submarinos da SABESP e avaliação de desempenho através do modelo computacional CORMIX. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP/Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária - BT/PHD/79. 2001.

MARTINS, M.T. ALVES, M.N; SANCHEZ, P.S; AGUDO, E.D. Levantamento das Condições Sanitárias das Praias de Santos e São Vicente (antes e após a construção do Emissário Submarino de Esgotos). In: 11º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Fortaleza. 27 p.1981.

MEC, Site do Portal do Professor. Disponível em:< <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>> .Acesso em: 18.Mai.2011.

MIDAGLIA, C.L.V. Proposta de implantação do índice de abrangência espacial de monitoramento – IAEM, por meio da análise da evolução da rede de qualidade das águas superficiais do Estado de São Paulo. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paul, 239 p. São Paulo, 2009.

NBC - Narragansett Bay Commission.Disponível em: <<http://www.narrabay.com/>> Acesso em: 04.Jan.2012.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10.818. Qualidade De Água de Piscina. Fixa as condições exigíveis para que a qualidade de água de piscina garanta sua utilização de maneira segura, sem causar prejuízo à saúde e ao bem-estar dos usuários. Rio de Janeiro - 3p, Novembro de 1989.

NETTO, J.M.de Azevedo; CUNHA, A. Lançamento Submarino de Esgotos Sanitários do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro - 103p,1956.

NETTO, J.M.de Azevedo; JEZLER. H. Lançamento Submarino de Esgotos de Santos e São Vicente. Revista do Departamento de Águas e Esgotos de São Paulo - D.A.E, São Paulo, ano 18, Nº22,p. 7-35, junho de 1957

NIETO, R. Controle da Poluição das Águas: Padrões de Emissão e de Qualidade: apresentação da aula 8. São Paulo, 2011. 68 p. Aula ministrada no Curso Gestão da Qualidade das Águas Costeiras. CETESB-SP, em 14.Out.2011.

NOVO MILÊNIO - Jornal Eletrônico. Disponível em <<http://www.novomilenio.inf.br>>. Acesso em 24.Mai. 2011.

NRC - National Research Council, Committee on Wastewater Management for Coastal Urban Areas. Managing Wastewater in Coastal Urban Areas. Ed. National Academies Press,496 p.1993.

OCCHIPINTI, A.G.; SANCHEZ, W.; GAGLIANONE, S. Estudos para O Sistema de Disposição Oceânica dos Esgotos de Santos e São Vicente - Relatório Parcial Nº1. Instituto de Energia Atômica – IEA, n.300,36 p., Agosto de 1973.

ONU. Organização das Nações Unidas. Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, Disponível em <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Table/Conven%C3%A7%C3%A3o-das-Na%C3%A7%C3%B5es-Unidas-sobre-o-Direito-do-Mar-1982/>> Montego Bay, Jamaica 10. Dez.2011.

ORIVE, E.; et. al. Nutrients and eutrophication in estuaries and coastal waters. proceedings of the 31st Symposium of the Estuarine and Coastal Sciences Association (ECSA), Bilbao, Spain, 3-7 julho/ 2000

PALMER, H.K.; RAWN, A.M. Predetermining extent of sewage field in sea water. Apresentado na 2º Second annual meeting, California Sewage Works Association, Ockland, v. 94,p.1036,1929.

PEARSON, E. A. An investigation of the efficacy of submarine outfall disposal of sewage and sludge.California, Publication Nº. 14, California Water Pollution Control Board,154 p,1956.

PEREIRA, D.N. et al. Estudos na Baía de Santos para avaliar, no futuro, o impacto do lançamento submarino de esgotos sobre as condições ecológicas e sanitárias.In: 8º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, Rio de Janeiro.104 p,1975.

PINHEIRO, A. C. F. B.; ORTIZ. J. P. Avaliação de desempenho de difusores de portas simples e múltiplas na dispersão de efluentes líquidos aquecidos em reservatórios. In: XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Vitória/ES. 1997

PINHEIRO, A. C. F. B.; ORTIZ. J. P. C. Comparative analysis of heated dispersion in stillwater body using software Cormix 1, Phoenics and Plumac 2.2. In: XXVIII IAHR Biennial Congress, 1999, Graz, Áustria. Proceedings of XXVIII Congress. Delft – The Netherlands: International Association for Hydraulic Engineering and Research – IAHR, 1999.

PHILIP J. W. et al. Marine Wastewater Outfalls and Treatment Systems. Editora IWA PUBLISHING, 493 p, London, 2010.

PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Biodiversidade na Zona Costeira e Marinha do Brasil. Disponível em: <<http://www.pnuma.org.br>> 14.Out.2010

PORTO, M. M.; TEIXEIRA, S. G. Portos e meio ambiente. São Paulo: Aduaneiras, 2002.

ROBERTS, P.J.W. Dispersion of buoyant waste water discharged from outfall diffusers of finite length. Pasadena (California),183 p.1977.

SANTOS, C. R. de A. E. dos. Santos das Avenidas a moradia burguesa no século XX. São Paulo, FAU. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo. - 251 p. 2007.

SÃO PAULO (Estado) - Secretaria do Meio Ambiente. Emissários submarinos: projeto, avaliação de impacto ambiental e monitoramento – Submarine outfalls: design, compliance and environmental monitoring. Editores Lamparelli C.C. Et al. São Paulo-240p., 2006. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/25-publicacoes/-relatorios>>.Acesso em: 18.Mai.2010

SÃO PAULO (Estado) - Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA Nº 03, de 22/02/2000. Implementa o controle ecotoxicológico de efluentes líquidos no Estado de São Paulo -Diário Oficial do Estado de São Paulo, Executivo de, 23 de fevereiro de 2000 .p.14. São Paulo. Disponível em: <<http://cetesbnet/LEMA/01%20Estadual/resoluções/Sma3-00>>. Acesso em: 23.Ago.2011.

SÃO PAULO (Estado) - Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA Nº 37, de 30/08/2006. Dispõe sobre os requisitos dos laudos analíticos submetidos aos órgãos integrantes do Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais - SEAQUA. - Diário Oficial do Estado de São Paulo, Executivo de, 30 de agosto de 2006. São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/res_37.pdf>. Acesso em: 23.Ago.2011.

SÃO PAULO (Estado) - Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA Nº 54, de 19/12/2007. Dispõe sobre o licenciamento ambiental e regularização de empreendimentos urbanísticos e de saneamento básico considerados de utilidade pública e de interesse social e dá outras providências. - Diário Oficial do Estado de São Paulo, Executivo de, 20 de Dezembro de 2007. Seção I. pag.50. São Paulo. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/2007_res_est_sma_54.pdf>. Acesso em: 12.Ago.2011.

SÃO PAULO. (Estado) Decreto Nº 1077, de 23 de dezembro de 1902. Cria a Comissão de Saneamento de Santos. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 25 de dezembro de 1902. Seção 1, p. 141-146. Atos do Poder Executivo, 1902. Disponível em:< <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1902/decreto%20n.1.077,%20de%2023.12.1902.htm> > Acesso em: 03.Jan.2012.

SÃO PAULO. (Estado) Decreto Nº 8468, de 08 de setembro de 1976 (atualizado com redação dada pelo decreto 54.487, de 26/06/09. Aprova o regulamento da Lei Nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. São Paulo: CETESB, Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/institucional/documentos/dec8468.pdf>>. Acesso em: 06.Set.2011.

SÃO PAULO. (Estado) Lei Nº 10.019, de 3 de Julho de 1998. Dispõe sobre o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Disponível em: < http://homologa.ambiente.sp.gov.br/proclima/legislacao/estado_sao_paulo/lei_10019.pdf>. Acesso em: 06.Set.2011.

SÃO PAULO. (Estado) Decreto nº 49.215, de 7 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico do Setor do Litoral Norte, prevê usos e atividades para as diferentes zonas, estabelece diretrizes, metas ambientais e sócio-econômicas e dá outras providências, nos termos estabelecidos pela Lei Nº 10.019, de 3 de julho de 1998. Disponível em: < http://200.144.190.194/cbm/media/cebimar/normas/Decreto_Estadual_49215_2004.pdf>. Acesso em: 03.Jan.2012.

SEREC, Relatório Ambiental Preliminar. Elaboração dos projetos básico e executivo das estações de tratamento de esgotos do município de Praia Grande. Contrato

8.965/10, 652 p. junho/2011

SIGRH. Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Relatório de Situação de Recursos Hídricos 2006, Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br>>. Acesso em: 03.Jan.2012.

SPERLING, M.V. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental ;Universidade Federal de Minas Gerais;v. 7.588p. 2007.

WHO World health Organization. Guidelines for Safe Recreational Water Environments .Coastal and fresh waters. Disponível em:<http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/srwe1/en/>,253 p, 2003. Acesso em: 19.Jun.2011.

TCHOBANOGLIOUS, G.; Burton F.; Metcalf & Eddy. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. 3ª Edição, New York, NY, McGraw Hill - 1334 p.,1991.

TSUTIYA, M.T.; BUENO, R.C.R. Contribuição de Águas Pluviais em Sistemas de Esgotos Sanitários. Estudo de Caso da Cidade de Franca, Estado de São Paulo. In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Joinville, Santa Catarina. Setembro, 2003.

UNEP. United Nations Environment Programme. Guidelines for submarine outfall structures for Mediterranean small and medium-sized coastal communities, MAP Technical Reports Series № 112, Athens, 1996 - 109 p. Disponível em <<http://www.unepmap.org>>. Acesso em: 23.Ago.2011.

UNEP. United Nations Environment Programme Guidelines on sewage treatment and disposal for the Mediterranean region, MAP Technical Reports Series №. 152 Athens, 2004 – 174 p. Disponível em <http://www.unepmap.org/index.php?module=librarymode=pub&action=results&_sttype=3&s_category=&s_descriptors=Submarine%20outfall>. Acesso em: 23.Ago.2011.

USC. United States Code. Pollution Prevention Act of 1990, title 42, the public health and welfare Chapter 133. Disponível em <<http://www.epa.gov/p2/pubs/p2policy/act1990.htm>>. Acesso em: 01.Set.2011.

USC. United States Code.. Clean Water Act. §1251 et seq. (1972). Disponível em <[http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-in/usc.cgi?action=retrieve&file=\\$\\$xa\\$\\$ busc33 wais&start=2284212&size=33163&type=text](http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-in/usc.cgi?action=retrieve&file=$$xa$$ busc33 wais&start=2284212&size=33163&type=text)>. Acesso em: 01.Set.2011.

USEPA. OCEAN OUTFALLS. Relatório desenvolvido para o Sul da Flórida. 2011. Cap. 6, 54 p. Disponível em:< <http://www.epa.gov/region4/water/uic/downloads/ra/06-ocean.pdf> >. Acesso em: 10.Set.2011.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. Protocol for Developing Pathogen TMDLs. Office of Water (4503F), Washington, DC.132 p. First Edition: January 2001.Disponível em: <http://www.epa.gov/owow/tmdl/pathogen_all.pdf>. Acesso em: 10.Set.2011.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. Quality Criteria for Water. Washington, DC: U. S. Environmental Protection Agency; 534 p., 1976. Disponível em:<http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/upload/2009_01_13_criteria_redbook.pdf>. Acesso em: 29.Set.2011.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. Ambient water quality criteria for bacteria. Washington, DC: U. S. Environmental Protection Agency; 25p, 1986. Disponível em:<http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/upload/2001_10_12_criteria_ambientwqc_bacteria1986.pdf>. Acesso em: 29.Set.2011.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. EPA's BEACH Watch Program: 2000 Update. Washington, DC: U. S. Environmental Protection Agency; 2000. EPA-823-F-00-012. Disponível em:<<http://water.epa.gov/type/oceb/beaches/1999-swimming-season-fs.cfm>. >. Acesso em: 29.Set.2011.

Apêndice A

Histórico do Sistema de coleta e tratamento de esgotos em Santos

1. A obra de Saturnino de Brito: sua influência no saneamento de Santos e região.

Tal como em outras cidades do Brasil colônia, em Santos, mesmo com o avanço econômico da região graças à expansão do café, a estrutura urbanística se mantinha carente de benefícios que pudessem acompanhar as exigências do desenvolvimento.

A infra-estrutura local não suportava a demanda de imigrantes europeus, migrantes nordestinos e escravos libertos, trazidos para o trabalho nas lavouras, onde muitos se fixaram na cidade, em busca de melhores oportunidades de trabalho, criadas pela nascente economia urbana.

Entre 1886 a 1900, a população da cidade que permaneceu por quase três séculos constante, obteve um crescimento considerável (cerca de 220%), gerando um esgotamento na oferta de moradia e acelerando a especulação imobiliária, proliferando os cortiços por toda a cidade e deixando a recente população local em condições sub-humanas. Neste período, a falta de saneamento provocou um aumento assustador da taxa de mortalidade, creditando-se às moradias insalubres, como principal responsável pela disseminação de doenças. Com este quadro, a cidade é assolada por epidemias morrendo 22.588 habitantes, o que representava mais da metade da população da cidade de Santos da época (45.000 habitantes) (SANTOS, 2007, p.60).

O problema do esgotamento sanitário tornou-se emergencial, o que resultou na implantação da primeira rede de esgotamento, através de concessão municipal (de 1889 até 1892), na qual foi rescindida devido à permanência do quadro caótico sanitário na cidade (CSS, 1913).

A idealização de um projeto moderno e que atendia os anseios da sociedade da época, através da reformulação sanitária e do reaproveitamento dos espaços urbanos, foi debatido entre 1892 a 1902, onde vários planos foram apresentados.

Entre os planos apresentados se destaca aquele apresentado pelo engenheiro e

professor da Universidade de Cornell (EUA) Estevam A. Fuertes (1892), Wallace da Gama Cochrane (1895), de João Pereira Ferraz (1896), de Alfredo Lisboa (1897) e o anteprojeto de Saturnino de Brito (1898), entretanto nenhuma proposta foi colocada em prática (SANTOS, 2007, p. 58 e 59).

Em 1893, após constantes pressões dos produtores de café, que dependiam do porto para o escoamento da produção, o Governo do Estado intervém e nomeia uma comissão sanitária sob a direção do engenheiro José Pereira Rebouças, de modo a solucionar de forma definitiva o problema de saneamento na cidade. Creditando o problema sanitário à existência dos cortiços, a comissão determinou a erradicação destes, demolindo à força, tendo em vista que:

*“[...] a integridade do homem e a **paz salutar dos lares** era perturbada”* (BRITO 1943, p.229, grifo do autor).

Feita a constatação das condições precárias do imóvel, a comissão lavrava a multa e fornecia o prazo de uma semana para a desapropriação, demolindo *posteriormente o cortiço. Entretanto as demolições agravaram outro problema na cidade, o uso e ocupação do solo e de áreas de risco, fazendo com que os moradores despejados migrassem para áreas periféricas da cidade.*

Em 1898, a Comissão de Saneamento do Estado é extinta, porém seus trabalhos foram repassados, posteriormente, para a Repartição de Água e Esgoto da Capital e a Repartição Técnica de Água e Esgoto do Estado (SANTOS, 2007, p 61).

Em 1902 é criada a Comissão de Saenamento de Santos (Decreto 1.077/1902)

*“[...] **O Presidente** do Estado de São Paulo, de **accôrdo** com a **auctorização** do artigo 46 da lei n. 861 A, de 16 de Dezembro de 1902, Decreta: [...]Fica creada a **Commissão de Saneamento de Santos, incumbida dos serviços de **construcção** e conservação da **rêde de exgottos** [...]**”* (SÃO PAULO, 1902, grifo nosso).

O serviço de fiscalização e de abastecimento de água ficaria sob os cuidados da *The City of Santos Improvements Co. Ltd*, anteriormente realizada pela Companhia

Melhoramentos de Santos.

Neste mesmo ano (1902), Bernardino José de Campos Jr., assume o seu segundo mandato como governador de São Paulo, alterando o panorama político e resultando na nomeação do engenheiro José Pereira Rebouças, como chefe desta Comissão. Rebouças, pertencente a uma família de engenheiros com larga tradição em obras públicas no século XIX, assumira as obras de saneamento de Santos, sem, contudo possuir um plano sistemático. Rebouças passou a implantar um coletor de grandes dimensões, utilizando manilhas de concreto, cujo objetivo era afastar os esgotos da região central, protegendo a nova área de expansão da cidade, correndo paralelamente ao traçado que depois foi utilizado pela estrada de ferro Sorocabana, em direção ao bairro José Menino, na orla marítima, próximo à divisa do município de São Vicente (SANTOS, 2007).

Um traçado oblíquo às avenidas Ana Costa e Conselheiro Nébias, principal área de desenvolvimento na cidade, como demonstra a Figura 1. Entretanto, a ausência de um plano geral, a utilização do sistema separador parcial e pela limitada abrangência das obras, associada ao custo elevado dos serviços, fez com que o projeto fosse modificado (ANDRADE, 1992).

Somente em 1905, diante do então “*Presidente do Estado*”¹, Jorge Tibiriçá, os trabalhos da Comissão tomariam novos rumos, com a ampliação do programa e um projeto de expansão de toda a planície.

O projeto em execução era o do engenheiro Francisco Saturnino Rodrigues de Brito, então engenheiro-chefe, com o auxílio do engenheiro Miguel Presgrave na co-direção e do engenheiro Joaquim T. de Oliveira Penteado (BRITO, 1943).

¹ Linguagem comumente utilizada na época - 1905

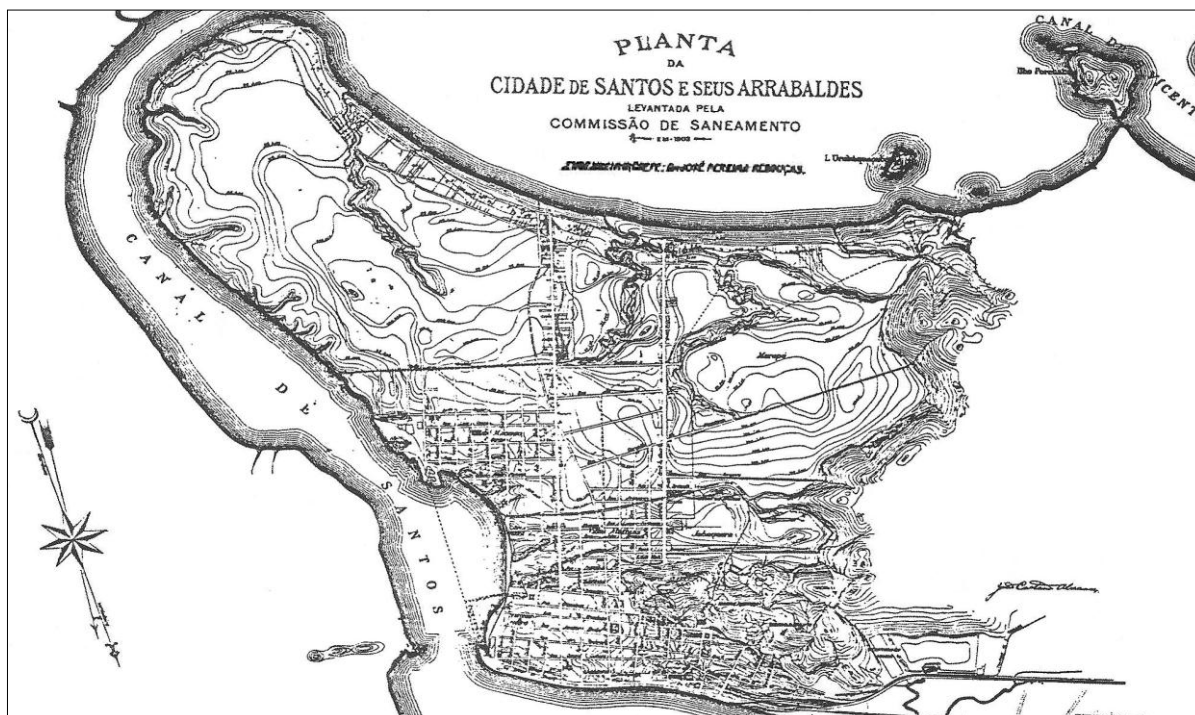


Figura 1 – Planta de Santos e seus Arrabaldes, assinada pelo Eng^o José P. Rebouças. (Comissão de Saneamento de Santos, 1903 p.27).

Nascido em 14 de julho de 1864, na cidade de Campos dos Goitacases, RJ, Francisco Saturnino Rodrigues de Brito foi um dos mais respeitados engenheiros do país. Formado em engenharia civil, participou dos principais estudos urbanísticos e de saneamento da época. Assessorou inúmeros sistemas urbanos de abastecimento e de esgotamentos em cidades e capitais brasileiras. Já havia estudado o caso de Santos, no final da década anterior, porém neste momento o engenheiro Saturnino de Brito assume o Plano de Saneamento de Santos, com uma visão diferenciada, adquirida pela sua experiência à frente de outros projetos públicos, trouxe outro enfoque para o urbanismo aliado a projetos de saneamento, a estética e o aspecto econômico formando um projeto geral para a cidade. A partir deste momento, as obras ganham ritmo acelerado, permitindo a ocupação paulatina de toda a zona leste da ilha de São Vicente (BERNARDINI, 2003).

Figuram entre as principais realizações, o saneamento da Lagoa Rodrigo de Freitas no Rio de Janeiro, a retificação do Rio Tietê, em São Paulo e o projeto pioneiro de esgotos para a cidade de Santos, cuja obra lhe conferiu o título de “Patrono da Engenharia Sanitária do país”, sendo uma referência nacional e internacional. Seus estudos, trabalhos e sistemas construídos ou reformados, fizeram com que a adoção do “*sistema separador absoluto*” fosse decretada obrigatória no país, como mostra o breve histórico do Quadro 1 abaixo.

Quadro 1 – Classificação do sistema de esgotamento público, definição e histórico.

Sistema	Características	Histórico
Unitário ou Combinado	Os esgotos sanitários e as águas pluviais são encaminhados por um mesmo condutor (tubulação ou galeria).	No século XVIII, com a evolução dos conhecimentos científicos, sobretudo na saúde pública, foi imprescindível a canalização das vazões de esgoto de origem doméstica. Contudo foi obrigatória a junção dos efluentes sanitários para as galerias de águas pluviais existentes originando, assim, o denominado Sistema Unitário de Esgotos, onde todos os esgotos eram reunidos em uma só canalização e lançados nos rios e lagos receptores.
Separador Parcial ou Misto	Uma parcela das águas pluviais, proveniente de um lote (telhados, pátios e outros) é enviada juntamente com o esgoto sanitário. Entretanto as águas de drenagem urbana são conduzidas em outro condutor.	D. Pedro II contratou consultores ingleses para implantação do sistema de esgotamento sanitário do Rio de Janeiro e São Paulo, onde após estudos e justificativas foi adotado na ocasião, um inédito sistema no qual eram coletadas e conduzidas às galerias, além das águas residuárias domésticas, apenas as vazões pluviais provenientes das áreas pavimentadas interiores aos lotes (telhados, pátios, etc). Criava-se, então, o Sistema Separador Parcial, cujo objetivo básico era reduzir os custos de implantação e, conseqüentemente, as tarifas a serem pagas pelos usuários.
Separador Absoluto	Os esgotos Sanitários e as águas pluviais veiculam em condutos distintos.	Em 1879, o engenheiro George Waring, foi contratado para projetar um sistema de esgotos para a cidade de Memphis, no Tennessee, EUA. Região pobre e incapaz de custear a implantação de um sistema convencional à época, diante da situação, projetou em sistema exclusivo para esgotos sanitários, excluindo, portanto, as vazões pluviais no cálculo dos condutos. Estava criado então o Sistema Separador Absoluto cuja característica principal é o custo de implantação e condutos distintos.

Fonte: adaptado de Tsutiya, M.T.; Bueno, R.C.R. (2003) e Fernandes (1997)

Seus princípios eram baseados no positivismo de Augusto Comte, na qual valorizava a razão, das ciências e da tecnologia contrariando a teologia e a metafísica (SANTOS, 2007, p58, 59).

Os princípios urbanísticos de Saturnino de Brito possuem estreita ligação com os urbanites.

“[...] e se manifestem tanto na estética urbana, onde se destaca a influência do livro de Camilo Sitte, quando em sua concepção organística de cidade, que o leva a privilegiar os chamados planos gerais ou de conjunto, introduzindo o planejamento urbano em inúmeras cidades brasileiras da Primeira república [...]” (ANDRADE 1992, p208).

Suas intervenções se baseiam principalmente no emprego de alguns dos princípios urbanísticos de Sitte, que Saturnino de Brito conheceu através do livro em 1905. Ambos preocupados com as exigências higiênicas:

“[...] partem da idéia da cidade como organismo, a cidade como um corpo, belo e são e, por isso mesmo produtivo [...]” (Andrade, 1992, p.210-211).

Saturnino atuou em áreas urbanas já consolidadas ou em planos de expansão. Para ele, assim como para Camilo Sitte, a cidade era um agente civilizatório, definindo a idéia de bem comum, valorizando a cidade e seu conjunto de valores.

O plano de L'Enfante, elaborado pelo major Pierre Charles L'Enfante, para a futura capital dos Estados Unidos, em 1791, foi a principal referência de Saturnino de Brito na escolha do traçado da malha urbana, dispostas em um sistema de eixos diagonais, cruzando linhas ortogonais e irregulares.

Este formato valorizava a fácil localização de pontos estratégicos na malha urbana. O Plano de Saneamento de Santos e a Infraestrutura para expansão da cidade era uma readequação do seu projeto apresentado em 1898, apresentado na Figura 2.

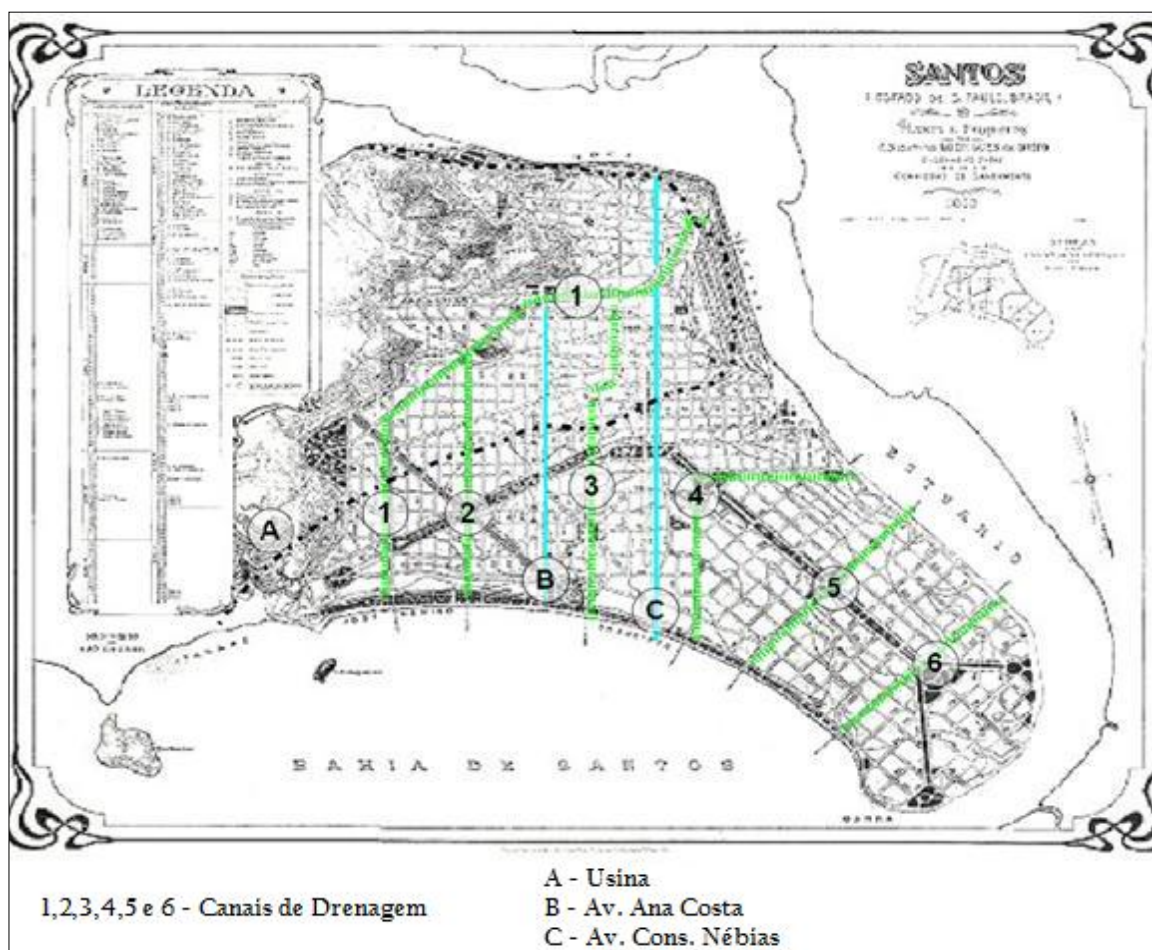


Figura 2 – O Plano de Saneamento de Santos de 1910, projeto do engenheiro Francisco Saturnino Rodrigues de Brito (SANTOS, 2007 p.66, adaptado pelo autor).

A principal ideia era separar os esgotos sanitários das águas pluviais (Sistema separador absoluto), contribuindo não apenas para o esgotamento sanitário, mas também no sistema de drenagem urbana, diminuindo sensivelmente a proliferação dos mosquitos (em razão do clima quente e úmido, inerentes à região) e otimizando o sítio natural, notadamente alagadiço, o que a tornava susceptível à transmissão de várias doenças, colocando em risco a entrada do imigrante e o funcionamento do porto, onde muitos navios não faziam mais escala em Santos, pois a cidade já se tornara foco irradiador de doenças.

*“[...] A Comissão projetou e executou quatro galerias principais que tomam as águas da montanha (lado Norte e contorno Nordeste do Monte Serrat), e as **descarregam diretamente no estuário**. [...]. O plano de esgotamento das extensas superfícies de subúrbios, cerca de dois mil hectares, consiste em uma **série de canais que cortam a planície de mar a mar** (permitindo o livre curso das marés altas) e se ramificam para o lado da montanha [...]” (BRITO, 1943, grifo nosso)*

Para o Plano de Saneamento de Santos dirigido por Saturnino de Brito, foram contemplados 9 canais, construídos ao longo de vários anos, são estes:

Canal 1 (entregue em 1907) - situado paralelo à Av. Pinheiro Machado

Canal 2 (entregue em 1910) - situado paralelo à Av. Bernardino de Campos

Canal 3 (entregue em 1923) - situado paralelo à Av. Washington Luís

Canal 4 (entregue em 1911) - situado paralelo à Av. Siqueira Campos

Canal 5 (entregue em 1927) - situado paralelo à Av. Almirante Cochrane

Canal 6 (entregue em 1917) - situado paralelo à Av. Joaquim Montenegro

Canal 7 (entregue em 1911) - situado paralelo à Av. Francisco Manoel

Canal 8 (entregue em 1912) - situado paralelo à Av. Moura Ribeiro (Marapé)

Canal 9 (entregue em 1911) - situado paralelo à Av. Barão de Penedo (José Menino)

Além dos 9 planejados por Saturnino, a Prefeitura construiu outros canais na cidade, a maioria na Zona Noroeste.

Canal 10 (conhecido como 7) - Av. Gal. San Martin

Canal 11 (entre o 6 e o Porto) - Continuação da Av. Afonso Pena

Canal 12 - Rádio Clube - Av. Hugo Maia (Zona Noroeste)

Canal 13 - Santa Maria - Av. Alberto de Carvalho e Av. Roberto de Molina Cintra

Canal 14 - São Jorge - Av. Eleonor Roosevelt (Zona Noroeste)

Canal 15 - Jovino de Melo - Av. Jovino de Melo (Zona Noroeste)

As Figuras 3 e 4 demonstram a idéia de Saturnino de Brito, a de drenar as superfícies alagadiças e encaminhar os esgotos e águas pluviais separadamente.

Em 1912, o Sistema de Esgotos e Águas Pluviais de Santos entrou em operação, atendendo uma população de 44.500 habitantes.

A previsão contemplava: 66 quilômetros de redes, 12 quilômetros de emissários, 10 estações elevatórias, uma usina terminal e uma Ponte Pênsil, chegando até as cidades vizinhas de São Vicente e Praia Grande.

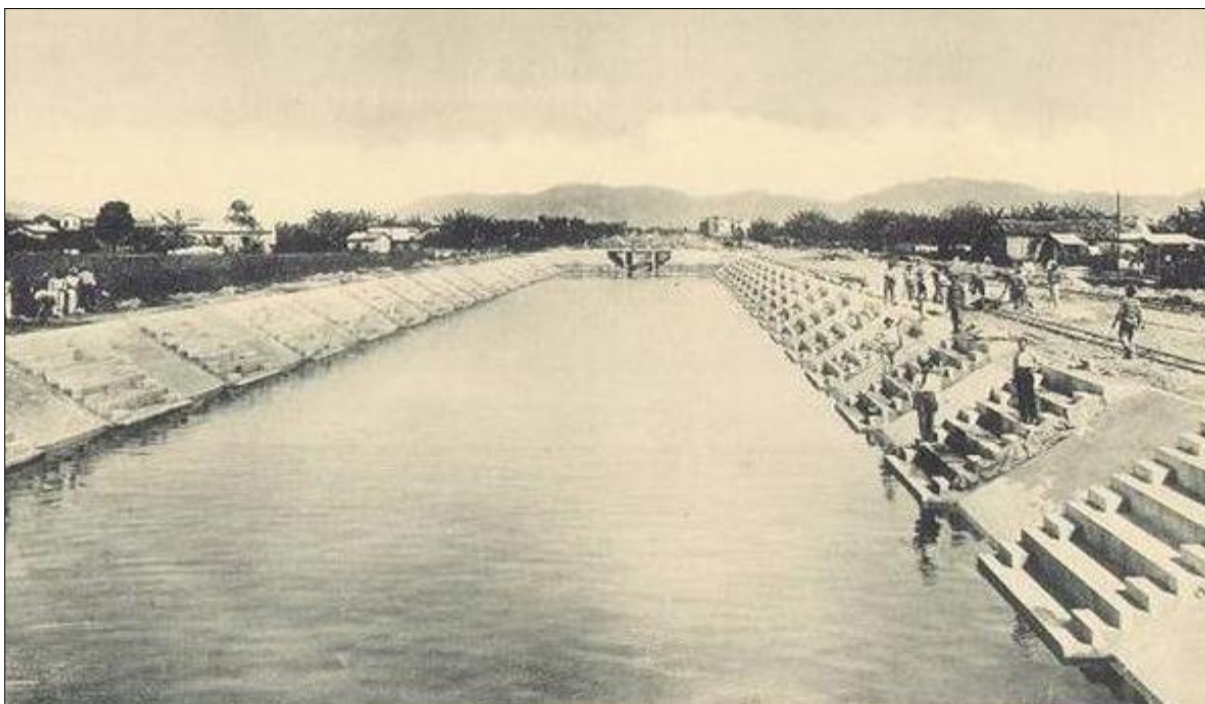


Figura 3 - Doca do Canal Nº 4, vista para a cidade de Santos – Obra da Comissão de Saneamento de Santos (CSS, 1913)

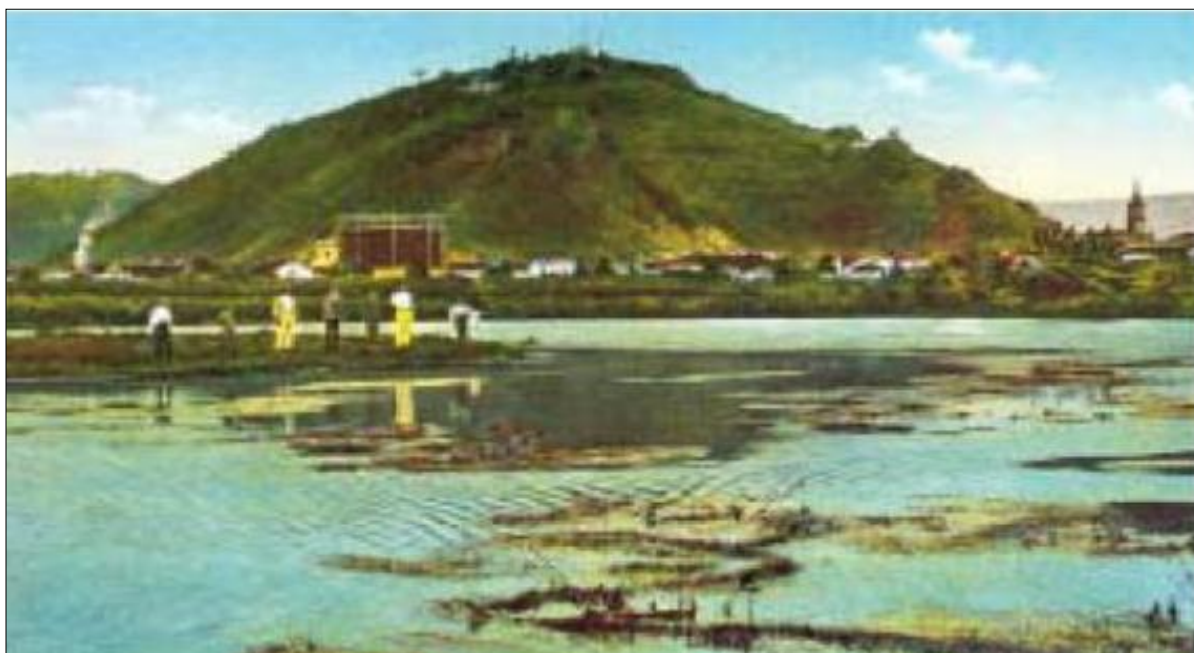


Figura 4 - Pescadores nos brejos da área conhecida como Outeirinhos (SANTOS, 2007 p.60)

As estações elevatórias bombeavam os esgotos até a usina terminal, localizado no bairro José Menino, próximo ao Orquidário.

A Usina, mostrada na **Figura 5**, por sua vez, enviava os esgotos através de um emissário terrestre até a Ponte Pênsil, consolidado em 21/5/1914.

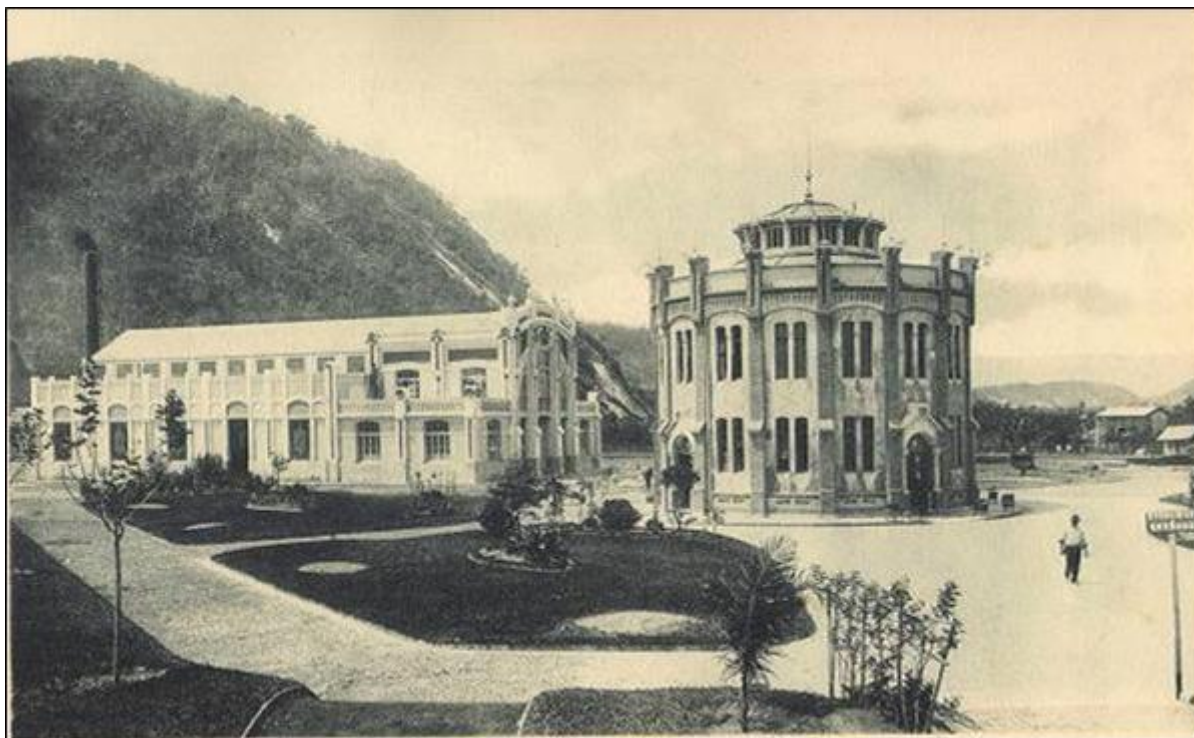


Figura 5 - Usina terminal dos esgotos, no Bairro José Menino, próximo ao Orquidário (CSS, 1913)

A Ponte Pênsil foi construída com o objetivo de sustentar as tubulações do emissário até Praia Grande, como demonstram as Figuras 6. Tendo sido a primeira ponte suspensa a ser montada no país (SANTOS, 2007 p.71).

Saturnino de Brito chegou a elaborar um planejamento urbano para Santos, com jardins e avenidas, numa tentativa de corrigir o projeto anterior, elaborado pela Câmara Municipal em 1896, que não levava em consideração o sistema viário e o saneamento básico. Porém foram implantados, apenas, o Orquidário e os jardins da orla das praias. (BRITO, 1943)



Figura 6 - Distritos de Santos e linha de esgotamento sanitário até Itaipu (Praia Grande) (BRITO, 1943)

“[...] Entretanto seria utopia, expor as razões sanitárias e de controle de epidemias como sendo principais para a implantação do plano de saneamento [...]. A reestruturação urbana, a adoção de uma nova estética na cidade, foram utilizadas mais como pretexto para o governo que sofria pressões por parte dos cafeicultores para investimento na cidade, associados ao aumento na produção e exportação de café, do que como atitudes de promoção e qualificação social para uma nova vida moderna”. [...] (BERNARDINI, 2003, negrito nosso)

2. PLANO DIRETOR DE ESGOTOS DE SANTOS E SÃO VICENTE - 07 /1970

O projeto de Saturnino de Brito já não contemplava a demanda de esgotos gerada pela população. Vários extravasamentos na rede existente e a inexistência da expansão de rede de coleta de esgoto comprometiam:

- A qualidade das águas dos canais já existentes, devido às infiltrações e despejos clandestinos;
- A balneabilidade das praias, devido aos despejos dos canais e do estuário, já

comprometidos pela falta de coleta e tratamento de esgotos; e

- Sobrecarga do já superado sistema de disposição de esgotos existente.

Diante desse fato, houve a necessidade de um novo plano de esgotamento sanitário, contemplando as cidades de Santos e São Vicente, viabilizando a duplicação do emissário de Itaipu, pela simples superposição à primeira, agravando a contaminação nas praias próximas ao lançamento, no município de Praia Grande, visto na Figura 7.

A Ponte Pênsil, montada em 1914, para a travessia das tubulações, integrada no sistema viário, passou a ser fator limitante por incapacidade de suportar a carga para expansão do sistema de disposição, tendo a necessidade de encontrar outro ponto para a instalação do emissário (CSBS, 1970 p.1).



Figura 7 - Despejo dos esgotos em Itaipu (Praia Grande) (CSS, 1913)

No Plano Diretor de Esgotos de Santos e São Vicente, administrado pela Companhia de Saneamento da Baixada Santista – SBS, foi contratada a empresa SERETE S.A Engenharia, para elaboração do projeto em 28/07/1970, visto na Figura 8, integrando entre outros serviços:

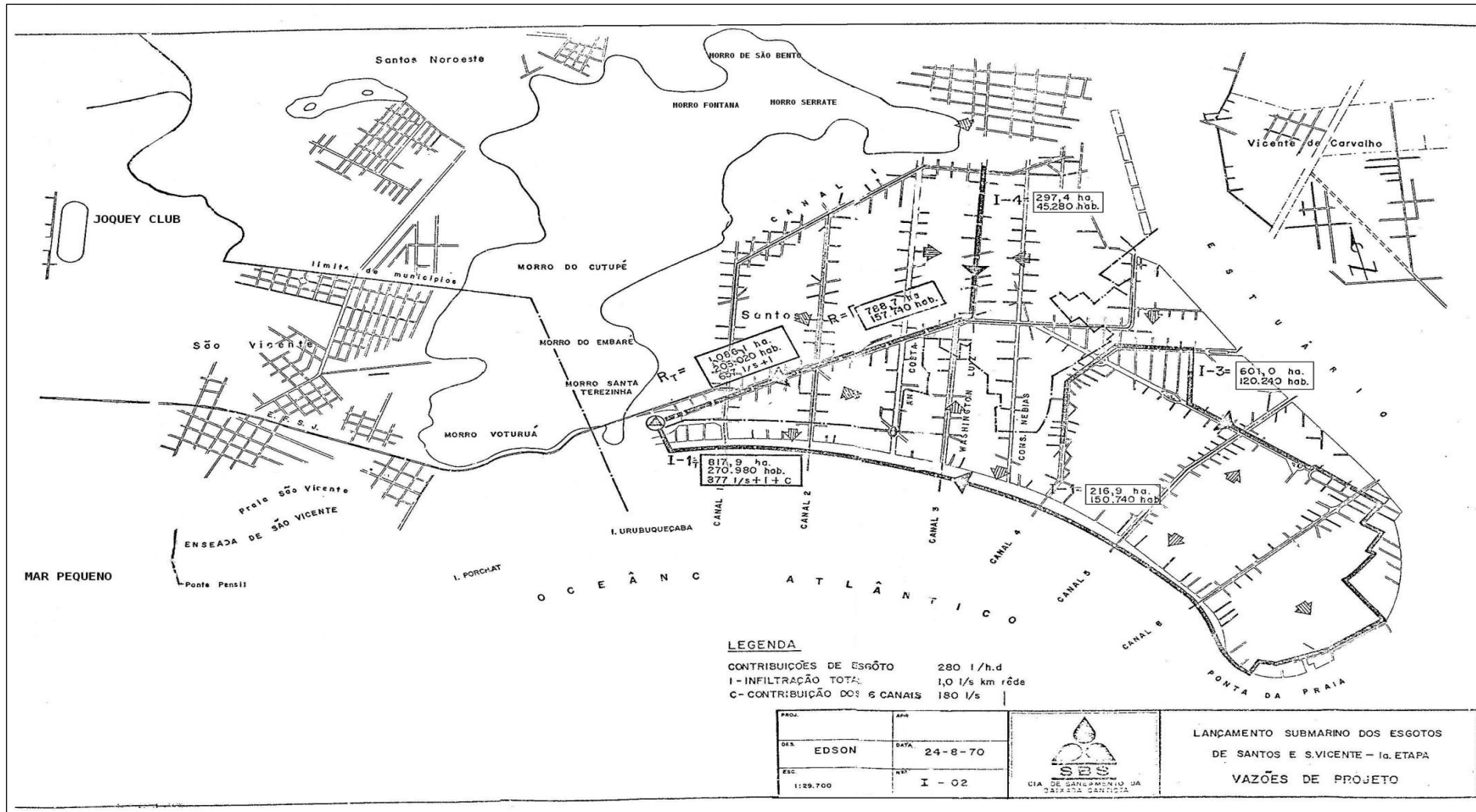


Figura 8 – Plano Diretor de Esgotos de Santos e São Vicente (SBS, 1970)

- O trecho do interceptor oceânico com extensão de 2.300m (3,00m x 2,70 m);
- A implantação da Estação Elevatória E-15R, para o interceptor oceânico;
- A Unidade de gradeamento grosseiro, desarenação e de adensamento por flotação, demonstrados na Figura 9;
- Instalação de um emissário para lançamento dos esgotos, junto ao morro do José Menino, formado por um trecho terrestre, em tubos de concreto de 1,50m de diâmetro, e outro trecho submerso com extensão de 4.500 m com sistema de difusão do efluente final;
- Instalação de um sistema de cloração, através do gás Cloro, e demais aparelhos de controle e segurança; e
- A sala de comando, integrando as instalações de geradores elétricos, sopradores (utilizados na desarenação e flotação).

Nas **Tabelas 1 e 2**, bem como no **Figura 10**, estão demonstrados os números utilizados para dimensionamento e concepção do sistema de disposição oceânica, contemplado no Plano Diretor de esgotos de Santos

Tabela 1 – Contribuição e população atendida no Plano de Santos

Época	População	Contribuição média (m³/dia)	Contribuição média (L/s)	Contribuição máxima (m³/dia)
Atual	300.000	60.000	694,44	96.000
Saturação	474.000	132.720	1.536	212.350

Fonte: CSBS, 1970

Tabela 2 – Áreas contempladas pela rede de esgotos (Representadas na **Figura 8**)

Bacias	Áreas Atendidas (ha)	Extensão da rede coletora (m)
Bacia Rebouças		
- Sub-bacias do Interceptor I-4	297,40	59,48
- Sub-bacias do Coletor Rebouças	788,70	157,74
Subtotal	1086,10	217,22
Bacia Interceptor Oceânico		
- Interceptor I-3	607,00	120,20
- Sub-bacias do Interceptor Oceânico	216,90	43,38
Subtotal	817,90	163,58
Total	1.904,00	380,80

Fonte: CSBS, 1970

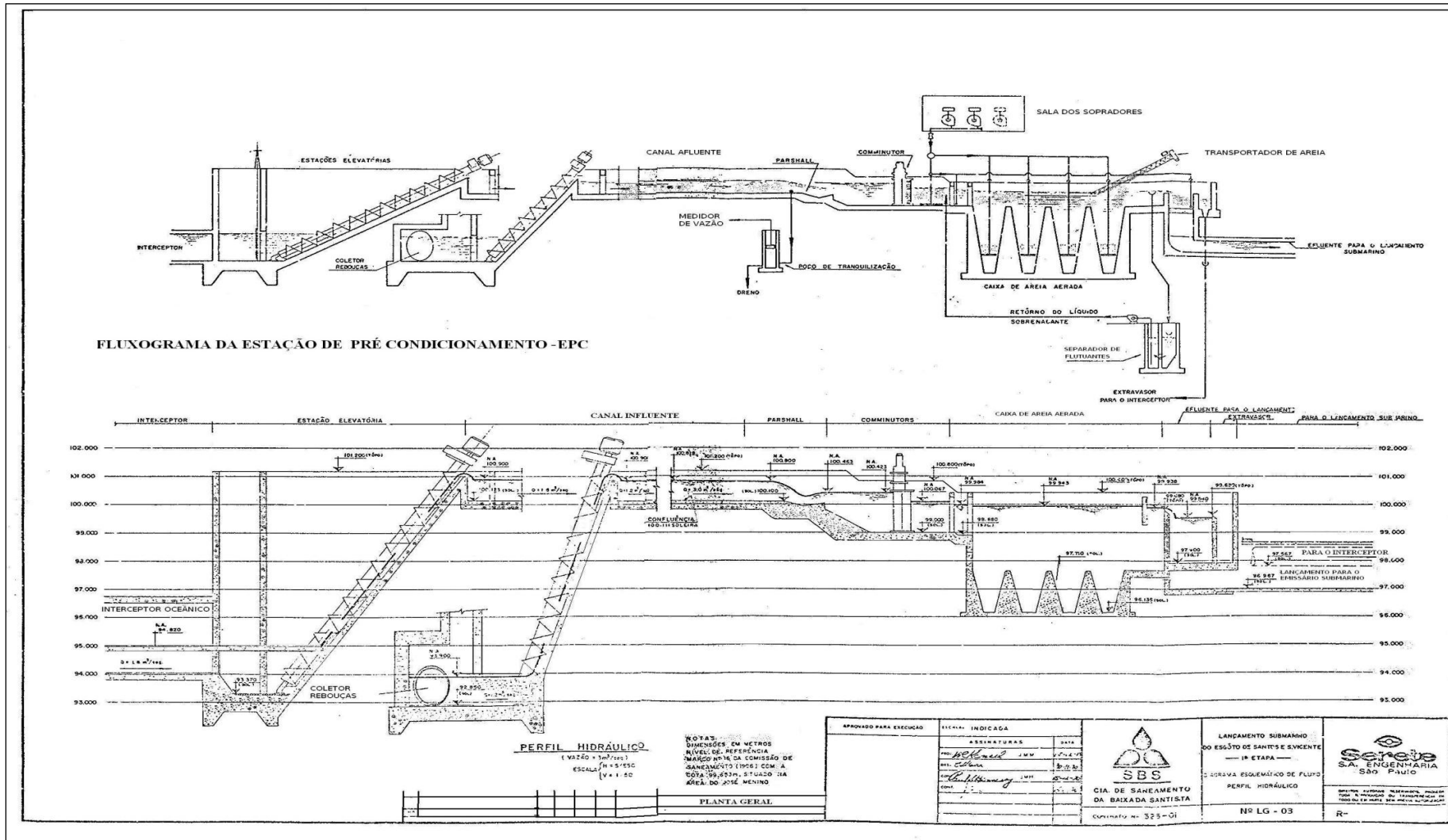
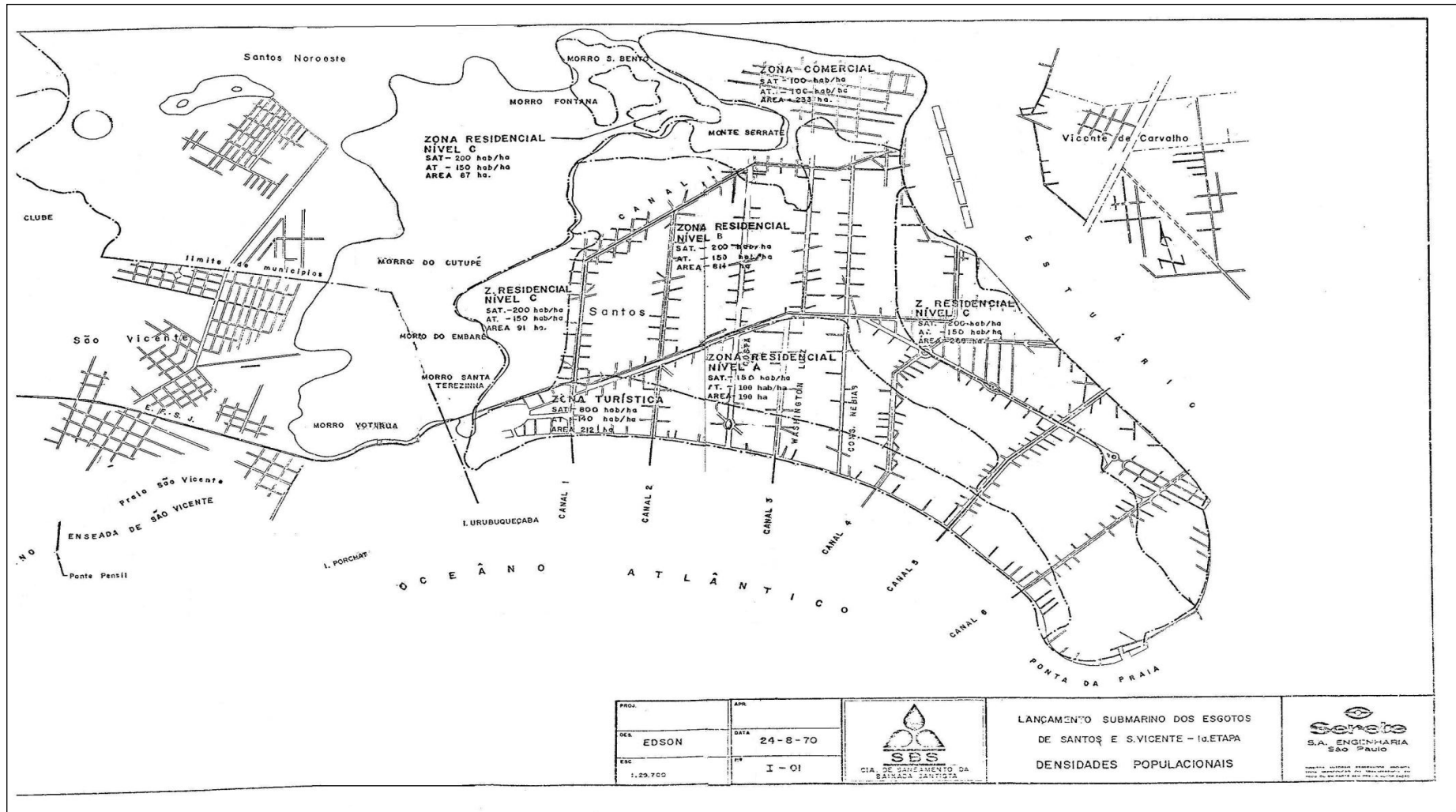


Figura 9 - Projeto da EPC de Santos (SBS, 1970)



PROJ.	APR.
DES. EDSON	DATA 24-8-70
ESC. 1:25.700	FM. I-01



LANÇAMENTO SUBMARINO DOS ESGOTOS
DE SANTOS E S.VICENTE - 1ª ETAPA
DENSIDADES POPULACIONAIS



Figura 10 - Planta de Santos com a densidade populacional previsto (SBS, 1970)

Plano ainda contempla a permanência da operação da Elevatória dos esgotos do José Menino até 1.985 (Usina Terminal).

“[...] A construção da elevatória Rebouças poderá ser postergada para 1975. As vazões utilizadas para a emissão através do emissário submarino, inicialmente serão as mesmas do interceptor Oceânico. A contribuição dos esgotos providos pela cidade de Santos ao emissário de Itaipu deve diminuir gradativamente até chegar a zero, em 1.985[...]” (CSBS, 1970).