CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM ANÁLISE GEOAMBIENTAL

RENATA APARECIDA COSTA

REFLEXOS DAS CONDIÇÕES SANITÁRIAS URBANAS DAS PRAIAS DA ENSEADA E SÃO LOURENÇO, MUNICÍPIO DE BERTIOGA-SP, NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SALINAS DESTINADAS À BALNEABILIDADE

Orientador: Prof. Dr. Antonio Roberto Saad

Guarulhos
2018

RENATA APARECIDA COSTA

REFLEXOS DAS CONDIÇÕES SANITÁRIAS URBANAS DAS PRAIAS DA ENSEADA E SÃO LOURENÇO, MUNICÍPIO DE BERTIOGA-SP, NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SALINAS DESTINADAS À BALNEABILIDADE

Dissertação apresentada à Universidade Guarulhos, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Stricto-Sensu em Análise Geoambiental, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Roberto Saad

Guarulhos
2018

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas Fernando Gay da Fonseca

C837r

Costa, Renata Aparecida

Reflexos das condições sanitárias urbanas das praias da Enseada e São Lourenço, município de Bertioga-SP, na avaliação da qualidade das águas salinas destinadas à balneabilidade. / Renata Aparecida Costa. -- 2018.

123 f.; 31 cm.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Roberto Saad.

Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) - Centro de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Guarulhos, Guarulhos, SP, 2018.

1. Uso e Ocupação da Terra 2. Esgotamento Sanitário 3. Balneabilidade I. Título II. Saad, Antonio Roberto, (Orientador). III. Universidade Guarulhos.

CDD. 551.4

A Comissão Julgadora dos Trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO, intitulada **"Reflexos das condições sanitárias urbanas das praias da Enseada e São Lourenço, município de Bertioga - SP, na avaliação da qualidade das águas salinas destinadas à balneabilidade"**, em sessão fechada realizada em 20 de Março de 2018, considerou a candidata ***Renata Aparecida Costa*** aprovada.

A Banca Examinadora foi composta pelos seguintes pesquisadores:

Prof. Dr. Antonio Roberto Saad

Orientador

Universidade UNG

Prof. Dr. Anderson Targino da Silva Ferreira

Universidade UNG

Profa. Dra. Maria Cristina Mota de Toledo

Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo - USP/Leste

Guarulhos
2018

DEDICATÓRIA

Dedico, primeiramente, a ***Deus***, por ter me concedido esta oportunidade. A possibilidade de estudar e dedicar-me ao mestrado, representa a conquista de uma etapa que me trouxe grande realização.

Ao meu Orientador, ***Antonio Roberto Saad***, grande mestre e amigo, não poderia existir parceria melhor, você é responsável por trazer luz à minha vida acadêmica.

Aos meu pais ***Rubens Costa*** e ***Maria Aparecida de Macêdo Costa***, ao meu irmão ***Rodrigo Costa***, família base de tudo, obrigada por me ensinar o caminho da retidão, por sempre me apoiar, dar-me o suporte para realizar meus objetivos e nunca perder a fé. Gratidão eterna.

Aos meus avós maternos ***José Alfredo de Macêdo Filho*** e ***Josefa Maria de Macêdo*** *(in memoriam)*. Avós paternos ***Francisco Costa*** *(in memoriam)* e ***Heloiza Medeiros Costa*** *(in memoriam)*. Fontes de sabedoria e amor.

Ao ***Lucas Freitas Kenia***, pela compreensão e por sempre apoiar todos os momentos na realização deste estudo.

Minha mais profunda gratidão, admiração e reconhecimento.

AGRADECIMENTOS

Ao ***Programa de Pós-Graduação***.

À ***CAPES*** - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

Aos professores:
Prof. Dr. ***Anderson Targino da Silva Ferreira***,
Profa. Dra. ***Edna Ferreira Rossini***,
Prof. Dr. ***Fabrício Bau Dalmas***,
Prof. Dr. ***Josué de Moraes***,
Profa. Dra. ***Patrícia Bulbovas***,
Profa. Dra. ***Regina de Oliveira Moraes Arruda*** e
Prof. Dr. ***Reinaldo Romero Vargas***.

Ao técnico do laboratório de geoprocessamento:
Prof. Me. **William de Queiroz**.

Às técnicas do laboratório de microbiologia:
Carolyn Barbosa Carrecelli e
Melissa Colpani de Vitor.

À secretária ***Gisele da Silva Duenas de Souza***.

Aos ***Colegas*** do MAG.

À amiga ***Myuki Hirai***.

Pessoas especiais e enriquecedoras de conhecimentos.

A GRANDE INVOCAÇÃO

Do Ponto de Luz na Mente de Deus
Que flua Luz à mente dos homens,
E que a Luz desça à Terra.
Do Ponto de Amor no Coração de Deus,
Que flua Amor ao Coração dos homens,
Que Cristo retorne à Terra.

Do Centro onde a Vontade de Deus é conhecida,
Que o Propósito guie as pequenas vontades dos homens.
Propósito que os Mestres conhecem e servem.

Do Centro a que chamamos raça dos homens,
Que se Realize o Plano de Amor e Luz,
E feche a porta aonde se encontra o mal.

Que a Luz, o Amor e o Poder
Restabeleçam o Plano Divino sobre a Terra,
Hoje e por toda a Eternidade.

AMÉM

RESUMO

O Brasil é um país tropical e possui sua costa leste voltada para o Oceano Atlântico, na qual verifica-se um conjunto de praias com uma paisagem exuberante. Dessa forma, tanto a população brasileira como os turistas estrangeiros têm por cultura a procura pelas praias para o seu lazer ao longo de todo o ano, principalmente na época do alto verão. No Estado de São Paulo, entre o limite com o Rio de Janeiro, ao norte, e o Estado do Paraná, ao sul, tem-se três segmentos que englobam a orla costeira paulista: o Litoral Norte, a Baixada Santista e o Litoral Sul. O município de Bertioga, onde encontram-se localizadas as praias da Enseada e São Lourenço, objetos de estudo dessa dissertação, pertence à Baixada Santista. A variável usada nesse estudo é a balneabilidade, que refere-se à qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário. A avaliação desse índice é de grande relevância por estar diretamente ligada a outro tema de interesse comum, isto é, a saúde pública, pois através do banho em águas contaminadas existe a exposição a microrganismos patogênicos com possibilidade de transmissão de doenças de veiculação hídrica. A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB monitora a balneabilidade das praias paulistas e se baseia na Resolução CONAMA 274/2000 para suas avaliações. Para tanto, utiliza-se como organismos indicadores de contaminação fecal as bactérias Enterococos em águas marinhas. Através do estudo integrado de mapas referentes ao uso e ocupação da terra e das condições de esgotamento sanitário, buscou-se compreender suas relações com o Índice de Balneabilidade - IB nos pontos de monitoramento das praias selecionadas e, por consequência, suas condições sanitárias com base nos parâmetros estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde - OMS. O mapa de uso da terra classificou a área de estudo como semiurbana, as quais exibem melhores índices de balneabilidade quando comparadas com praias urbanas. A praia de São Lourenço demonstrou melhores condições de esgotamento sanitário, como consequência, melhores índices de balneabilidade e menores riscos à saúde dos banhistas, enquanto que, a da Enseada apresentou índices Regulares em decorrência da inexistência de rede coletora de esgoto na maior parte de sua área. O período de análise compreendido foi de 2010 a 2016.

Palavras-chave: Uso e Ocupação da Terra. Esgotamento Sanitário. Balneabilidade.

ABSTRACT

Brazil is a tropical country and has its east coast facing the Atlantic Ocean, in which there is a set of beaches with an exuberant landscape. In this way, both the Brazilian population and foreign tourists have the demand for beaches for their leisure throughout the year, especially in the high summer season. In the State of São Paulo, between the border with Rio de Janeiro, in the north, and the State of Paraná, in the south, there are three segments that encompass the coastal of São Paulo: the North Coast, the Baixada Santista and the South Coast. The municipality of Bertioga, where the Enseada and São Lourenço beaches are located, objects of study of this dissertation, belongs to the Baixada Santista. The variable used in this study is bathing, which refers to the quality of water intended for recreation of primary contact. The evaluation of this index is of great relevance because it is directly linked to another topic of common interest, that is, public health, because through bathing in contaminated water there is exposure to pathogenic microorganisms with the possibility of transmission of waterborne diseases. The Environmental Company of the State of São Paulo - CETESB monitors the water quality of the beaches of São Paulo and is based on Resolution CONAMA 274/2000 for its evaluations. For this, the bacteria Enterococci in marine waters are used as indicator organisms of fecal contamination. Through the integrated study of maps regarding land use and occupation and the conditions of sanitary sewage, we sought to understand their relationship with the IB Index on the monitoring points of the selected beaches and, consequently, their sanitary conditions based in the parameters established by the World Health Organization - WHO. The land use map classified the study area as semi-urban, in which they exhibit better water quality indices when compared to the urban beaches. São Lourenço beach showed better conditions of sanitary sewage, as a consequence, better water quality indices and lower risks to bathers' health, while the Enseada presented Regular indices due to the lack of a sewage network in most of its area. The period of analysis comprised was from 2010 to 2016.

Keywords: Land Use and Occupation. Sanitary Sewage. Water Quality.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Limite de microrganismos (UFC/100 mL), para as categorias Própria e Imprópria. 5

Quadro 2 - Especificações para classificação anual para praias com amostragem semanal. 6

Quadro 3 - Critérios de avaliação do Índice de Balneabilidade em outros estados litorâneos do Brasil. 7

Quadro 4 - Agentes infecciosos e doenças associadas, via transmissão hídrica.....13

Quadro 5 - Classes do ICTEM. 17

Quadro 6 - Classificação e definição dos dados do IBGE selecionados. 29

Quadro 7 - Escala de ponderação de Saaty aplicada no Processo Analítico de Hierarquia para obtenção da importância relativa das variáveis físicas. 30

Quadro 8 - Classificação dos níveis de esgotamento sanitário com vistas à balneabilidade. 31

Quadro 9 - Valores e interpretação de correlação. 31

Quadro 10 - Classes e subclasses de ocupação urbana referente às praias Enseada e São Lourenço. 35

Quadro 11 - Itens relativos à salubridade ambiental dos pontos monitorados. 43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do município de Bertioga.....18
Figura 2 - Seção de unidades da paisagem do município de Bertioga 19
Figura 3 - Localização dos rios Itapanhaú, Itaguaré e Guaratuba.....20
Figura 4 - Localização das praias do município de Bertioga e pontos de coletas de amostras; destaca-se na cor vermelha os pontos de monitoramento correspondentes à área de estudo 21
Figura 5 - Mancha urbana (vermelho) em Bertioga nas praias Enseada e São Lourenço, nos anos de 1979 / 1980 22
Figura 6 - Mancha urbana (vermelho) em Bertioga nas praias Enseada e São Lourenço, nos anos de 1991 / 1992 22
Figura 7 - Mancha urbana (vermelho) em Bertioga nas praias Enseada e São Lourenço, no ano 2000 23
Figura 8 - Mancha urbana (vermelho) em Bertioga nas praias Enseada e São Lourenço, no ano 2011 23
Figura 9 - Localização das Estações de Tratamento de Esgoto em Bertioga 24
Figura 10 - Índice com suas dimensões e respectivos indicadores e pesos 30
Figura 11 - Mapa de uso e ocupação da terra da área de estudo.....34
Figura 12 - Exemplos das subclasses de ocupação urbana da área de estudo.....35
Figura 13 - Mapa do índice de qualidade relativa às condições de esgoto ligado à rede geral 37
Figura 14 - Mapa do índice de qualidade relativa às condições de esgoto via vala (a céu aberto) 38
Figura 15 - Mapa do índice de qualidade relativa às condições de esgoto via rio, lago ou mar 39
Figura 16 - Mapa do índice de qualidade relativa às condições de fossa rudimentar 40
Figura 17 - Mapa do índice de qualidade relativa às condições de fossa séptica 41
Figura 18 - Mapa do índice geral de qualidade referente ao esgotamento sanitário da área de estudo 42
Figura 19 - Valor e interpretação de correlação entre as variáveis precipitação e Enterococos, para cada ponto de monitoramento.....46
Figura 20 - Porcentagem de balneabilidade Imprópria ao banho no período analisado e classificação anual segundo a CETESB, para cada ponto de monitoramento.....47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios estabelecidos pela EPA. 8
Tabela 2 - Valores limite conforme Decreto-Lei n°113/2012 (Portugal). 10
Tabela 3 - Critérios de classificação das praias segundo a OMS e riscos associados. 11
Tabela 4 - Composição do ICTEM. 16
Tabela 5 - Notas do ICTEM para o período analisado. 26
Tabela 6: Coeficiente de correlação de Pearson (R) entre as variáveis pluviosidade acumulada do domingo e análise de Enterococos aos domingos (P24). 44
Tabela 7: Coeficiente de correlação de Pearson (R) entre as variáveis pluviosidade acumulada do sábado e domingo e análise de Enterococos aos domingos (P48). ..44
Tabela 8: Coeficiente de correlação de Pearson (R) entre as variáveis pluviosidade acumulada de sexta, sábado e domingo e análise de Enterococos aos domingos (P72). 44
Tabela 9 – Classificação anual dos pontos de monitoramento segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2003). 48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL	Alagoas
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
E.coli	Escherichia coli
EEA	European Environment Agency
EPA	Environmental Protection Agency
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
EFR	Esgoto via Fossa Rudimentar
EFS	Esgoto via Fossa Séptica
EG	Emissário submarino do Guarujá
EPGI	Emissário submarino da Praia Grande - subsistema I
EPGII	Emissário submarino da Praia Grande - subsistema II
EPGIII	Emissário submarino da Praia Grande - subsistema III
ERLM	Esgoto lançado em Rio, Lago ou Mar
ESSV	Emissário submarino de Santos/São Vicente
EVV	Esgoto Via Vala
FATMA	Fundação do Meio Ambiente
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IB	Índice de Balneabilidade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICTEM	Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana de Município
INEA	Instituto Estadual do Meio Ambiente
IQAC	Índice de Qualidade de Águas Costeiras
ISO	International Organization for Standardization (Organização Internacional de Normalização)
MG	Média Geométrica
NMP	Número mais provável
OMS	Organização Mundial da Saúde
PAH	Processo de Análise Hierárquica
RGE	Rede Geral de Esgoto

RJ	Rio de Janeiro
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Naturais
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SC	Santa Catarina
SP	São Paulo
SESC	Serviço Social do Comércio
UFC	Unidade Formadora de Colônia
UGRHI	Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos
VLE	Valor Limite Estatístico
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1
1.1 Apresentação do Tema 1
1.2 Justificativa 2
1.3 Objetivos 3
2. FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA 4
2.1 Balneabilidade 4
2.2 Legislação Nacional 4
2.2.1 Proposta Estado de São Paulo: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB 5
2.2.2 Proposta de Outros Estados Brasileiros Litorâneos 7
2.3 Legislação Internacional 8
2.3.1 Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos 8
2.3.2 Agência Portuguesa do Ambiente 9
2.3.3 Organização Mundial da Saúde (OMS) 10
2.4 Fatores que Influem nas Condições de Balneabilidade 11
2.5 Saneamento Ambiental 12
2.6 Esgotamento Sanitário 14
2.6.1 Emissário Submarino 15
2.6.2 Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto do Município (ICTEM) 16
3. MATERIAIS E MÉTODOS 18
3.1 Município de Bertioga 18
3.1.1 Aspectos do Meio Físico 19
3.1.2 Sistema Praial 20
3.1.3 Clima 21
3.1.4 Processo de Urbanização 21
3.1.5 Esgotamento Sanitário 24
3.2 Metodologia 26
3.2.1 Pesquisa Bibliográfica 26
3.2.2 Coleta e Organização dos Dados 26
3.2.3 Elaboração do Mapa de Uso da Terra 27
3.2.4 Trabalhos de Campo 27
3.2.5 Elaboração dos Mapas Censitários 28
3.2.5.1 Composição do Índice das Condições Sanitárias com Vistas à Balneabilidade 29
3.2.6 Correlação entre as Variáveis Precipitação e Enterococos 31

3.2.7 Integração e Interpretação dos Dados 32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....33
4.1 Área de Estudo.....33
4.1.1 Mapa de Uso da Terra.....33
4.1.2 Mapas Censitários.....36
4.2 Pontos de Monitoramento 43
4.2.1 Índice de Esgotamento Sanitário.....43
4.2.2 Salubridade Ambiental 43
4.2.3 Correlação entre as Variáveis Precipitação e UFC de Enterococos 43
4.2.4 Índices de Balneabilidade: CETESB e OMS 47
4.2.5 Análise Integrada 48
4.2.5.1 Comparação Entre os Pontos de Monitoramento e Praias.....52
5. CONCLUSÕES 55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....58
APÊNDICE A.....65
APÊNDICE B.....69
ANEXO 1.....74

1. INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do Tema

A zona costeira brasileira compreende uma faixa com mais de 8.000 km de extensão banhada pelo Oceano Atlântico, sendo considerada uma das maiores e mais belas do mundo. Trata-se de uma região sensível do ponto de vista ambiental por possuir áreas de manguezais, restingas, praias e estuários (SUGUIO, 2003). Mas, também, desperta interesses econômicos como instalações de grandes complexos industriais, portuários, logísticos, exploração petrolífera, turismo, entre outros, associados a uma intensa expansão urbana, que inclui importantes capitais do Brasil.

Por conta do clima tropical brasileiro, com verões quentes e invernos suaves, a frequência às praias se dá ao longo dos doze meses do ano, tanto pelos moradores locais quanto pelos turistas. Nesse sentido, chama-se a atenção para o fato de que as práticas de recreação de contato primário (natação, mergulho e esportes aquáticos) têm um apelo muito grande pela maior parte dos usuários, notadamente aos fins de semana, feriados prolongados e férias.

O Estado de São Paulo possui em seu território sete regiões hidrográficas, da qual a localizada no litoral paulista é denominada de Vertente Litorânea (SMA, 2012). Esta, por sua vez, é subdividida em três Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), a saber: Litoral Norte (UGRHI – 03), Baixada Santista (UGRHI – 07) e Ribeira do Iguape/Litoral Sul (UGRHI – 11).

A UGRHI 07 – Baixada Santista é formada pelos municípios que integram a Região Metropolitana da Baixada Santista: Bertioga, Guarujá, Santos, Cubatão, São Vicente, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe em um território de 2.818 km².

Devido a sua extensa orla costeira, há uma população flutuante expressiva nas estações mais quentes (verão e primavera), como consequência de sua vocação recreacional e turística, bem como de segunda residência. Ao se considerar a vertente de ocupação, o ambiente marinho costeiro torna-se receptor final de diversos produtos de origem antrópica provenientes ou de rios vindos do continente e/ou das drenagens pluviais urbanas, cujo deságue de efluentes se dá no mar (COSTA et al., 2016).

Os efluentes antrópicos mais comuns nas áreas costeiras são de origem orgânica, oriundos de despejos de esgotos na drenagem urbana, fato que compromete a qualidade hídrica (TUCCI, 2010). Por consequência, tem-se um impacto direto na qualidade da água do mar para fins de balneabilidade, o que pode acarretar problemas de saúde pública à população fixa, bem como aos turistas de ocasião ou aos moradores de segunda residência.

No Estado de São Paulo, a CETESB monitora as praias paulistas, desde o limite com o Estado do Rio de Janeiro, ao norte, até o limite do Estado do Paraná, ao sul, informando a população sobre as condições de balneabilidade das 156 praias monitoradas do litoral paulista, distribuídas pelos 16 municípios que constituem a costa do litoral paulista (CETESB, 2016a).

De um modo geral, os estudos relativos à balneabilidade de um corpo hídrico, traduzem-se na integração dos conhecimentos de duas importantes ciências: a da saúde pública e a do meio-ambiente, reunidas sob a designação de saúde ambiental. Na presente pesquisa, a complexidade e importância desta temática nas áreas analisadas são reveladas por meio de indicadores estratégicos que avaliam tanto as condições sanitárias vigentes nas áreas urbanizadas, bem como seus reflexos nas águas marinhas e, consequentemente, na saúde dos banhistas.

1.2 Justificativa

A paisagem natural da Região Metropolitana da Baixada Santista tem sido bastante modificada pelas atividades antrópicas dos tipos industrial, portuária, turística e, na última década, de exploração de hidrocarbonetos, o que lhe tem imposto um crescimento demográfico significativo, acompanhado de um impacto ambiental expressivo.

Dentro desse contexto, a presente dissertação pretende correlacionar as condições sanitárias das áreas urbanas com os índices de balneabilidade verificados nas praias da Enseada e São Lourenço, município de Bertioga. Justifica-se a escolha dessa relação, pois quando áreas de transição entre continente e mar são urbanizadas, principalmente sem planejamento adequado, a questão da balneabilidade e saúde pública tornam-se cruciais (NATAL; MENEZES; MUCCI, 2005). Com efeito, em notícias publicadas recentemente nos principais periódicos do Estado de São Paulo, a respeito da balneabilidade de praias paradisíacas em território nacional, apontam para condições de impropriedade para banho de mar em

locais como Angra dos Reis (RJ), Trindade (RJ), Maragogi (AL) e Balneário Camboriú (SC), que poderia comprometer a prática turística desses locais, em função de condições de salubridade inadequadas.

A escolha das praias da Enseada e São Lourenço para este estudo, deve-se ao fato de que representam locais bastante frequentados em função do município de Bertioga ser uma estância turística, além do fato de que essas praias possuem condições sanitárias urbanas diferentes, sendo que a de São Lourenço possui a certificação do ISO 14001, devido a sua gestão ambiental, como retratada por Costa et al. (2016). Como consequência, tem-se índices de balneabilidade distintos dentro do período analisado, isto é, de 2010 a 2016 (COSTA et al., 2016; PADILHA et al., 2017). Justifica-se o início dos estudos em 2010, em razão dos dados censitários utilizados do IBGE serem a partir desta data.

1.3 Objetivos

O objetivo geral desta dissertação é o de caracterizar os processos de urbanização da planície costeira do município de Bertioga, mais especificamente os das praias da Enseada e São Lourenço, e verificar seus reflexos nos índices de balneabilidade dessas praias, no período compreendido entre 2010 – 2016.

Como objetivos específicos, tem-se: avaliar a balneabilidade dos 6 pontos monitorados ao longo das praias estudadas; compará-los entre si em termos de qualificação anual (CETESB) e de condições de saúde pública, segundo critérios da Organização Mundial da Saúde - OMS; comparar as praias estudadas com outras que obtenham excelência em balneabilidade e por fim apresentar sugestões de melhorias.

2. FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA

2.1 Balneabilidade

Balneabilidade é a qualificação das águas destinadas à recreação de contato primário, isto é, a que vem a ser utilizada para o lazer (banhistas) ou práticas de esportes aquáticos (natação, mergulho, entre outros); nesse caso, o contato com a água é por um tempo elevado e com grande possibilidade de ingestão. O contato secundário se dá quando o tempo de contato não é elevado ou quando esse contato é esporádico ou acidental, com pequena possibilidade de ingestão, como por exemplo, na prática de pesca e navegação (CETESB, 2016a).

Para a qualificação da balneabilidade das águas é utilizado o Índice de Balneabilidade (IB), que avalia se a água está Própria ou Imprópria para o uso, segundo os critérios contidos na Resolução CONAMA nº 274/2000 (BRASIL, 2000).

2.2 Legislação Nacional

No Brasil, a legislação vigente referente à balneabilidade são as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.

A Resolução CONAMA nº 274/2000 (BRASIL, 2000) vigente a partir de janeiro do ano de 2001, vem revogar os artigos 26 a 34 da Resolução nº 20/86 e revisa os critérios de balneabilidade em águas brasileiras, ou seja, essa resolução é destinada apenas à definição de balneabilidade.

Para a classificação da balneabilidade a resolução apresenta três indicadores microbiológicos: coliformes termotolerantes (antigamente denominados Coliformes Fecais), *Escherichia coli* (*E. coli*) e Enterococos, resultantes de análises feitas em cinco semanas consecutivas e estipulando para cada classificação um número máximo dessas bactérias (Quadro 1).

Quadro 1 - Limite de microrganismos (UFC/100 mL), para as categorias Própria e Imprópria.

Categoria		Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	*Escherichia coli* (UFC/100 mL)	Enterococos (UFC/100 mL)
Própria	Excelente	Máximo de 250 em 80% ou mais tempo	Máximo de 200 em 80% ou mais tempo	Máximo de 25 em 80% ou mais tempo
	Muito Boa	Máximo de 500 em 80% ou mais tempo	Máximo de 400 em 80% ou mais tempo	Máximo de 50 em 80% ou mais tempo
	Satisfatória	Máximo de 1.000 em 80% ou mais tempo	Máximo de 800 em 80% ou mais tempo	Máximo de 100 em 80% ou mais tempo
Imprópria		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
		Maior que 2.500 na última medição	Maior que 2.000 na última medição	Maior que 400 na última medição

Fonte: Brasil (2000).

É importante ressaltar que os padrões referentes aos Enterococos aplicam-se somente às águas marinhas, de acordo com essa resolução. Para as águas serem consideradas Próprias elas devem se enquadrar dentro dos limites determinados. Logo, são consideradas Impróprias quando o trecho avaliado não atende aos critérios estabelecidos para as águas Próprias ou quando as autoridades sanitárias locais indicarem:

- aumento da incidência de doenças de transmissão hídrica na região;

- presença de resíduos sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias capazes de oferecer risco à saúde humana ou tornar desagradável a recreação;

- floração de algas ou outro organismo, até que se comprove que não se oferece risco à saúde pública.

Para se qualificar as águas do mar, são coletadas cinco amostras semanais consecutivas, coletadas em local com profundidade de 1 metro, a aproximadamente 30 centímetros da superfície, pois é nesta profundidade que permanecem a maior parte dos banhistas.

2.2.1 Proposta Estado de São Paulo: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB

A CETESB segue os critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA 274/2000 e efetua a amostragem das águas marinhas aos domingos, pois considera o dia de maior afluência dos banhistas. Essas amostras são submetidas a testes laboratoriais, que indicam a quantidade de microrganismos indicadores de

contaminação fecal, encontrados em fezes humanas, animais de sangue quente e também em solos, plantas e efluentes que tenham matéria orgânica. Como microrganismo indicador das águas marinhas a CETESB utiliza a bactéria Enterococos (CETESB, 2017a).

Em laboratório essa água coletada é filtrada em membranas, onde as bactérias ficarão retidas e posteriormente, essas membranas são colocadas em placas com meio de cultura específico para o crescimento das bactérias durante 24 horas. Logo após esse período, é feita a contagem de Unidades Formadoras de Colônias (UFC/100 mL), comparando assim o resultado com a legislação específica, para se ter a classificação do ponto de amostragem da praia (CETESB, 2015a).

Densidades de Enterococos superiores a 100 UFC/100 mL, em duas ou mais amostras de um conjunto de cinco amostragens consecutivas, em um período igual ou inferior a cinco semanas, ou valores superiores a 400 UFC/100 mL na última amostra (Quadro 1), caracterizam a impropriedade da praia para recreação de contato primário (BRASIL, 2000).

Com o resultado da amostragem semanal, é emitido e divulgado um boletim contendo a classificação das praias. Baseado no boletim, nas praias em frente ao local que a amostragem foi realizada, existem bandeiras que indicam a balneabilidade da praia, sendo a bandeira verde Própria e a bandeira vermelha Imprópria para o banho. Além das bandeiras, a CETESB lançou na temporada de verão de 2018 um aplicativo para smartphone que ajuda os banhistas a identificar as praias boas para banho (CETESB, 2018).

A CETESB utiliza esses dados semanais para a classificação de balneabilidade anual das praias (Quadro 2).

Quadro 2 - Especificações para classificação anual para praias com amostragem semanal.

ÓTIMA	Praias classificadas como EXCELENTES em 100% do tempo
BOA	Praias PRÓPRIAS em 100% do tempo, exceto quando classificadas como EXCELENTES
REGULAR	Praias classificadas como IMPRÓPRIAS em até 25% do tempo
RUIM	Praias classificadas como IMPRÓPRIAS entre 25% e 50% do tempo
PÉSSIMA	Praias classificadas como IMPRÓPRIAS em mais de 50% do tempo

Fonte: CETESB (2016a).

2.2.2 Proposta de Outros Estados Brasileiros Litorâneos

Na pesquisa em âmbito nacional, com foco em outros estados litorâneos, foram selecionados dois estados do nordeste (Maranhão e Ceará), um do sudeste (Rio de Janeiro) e dois do sul (Paraná e Santa Catarina). Conforme pode ser observado no quadro 3, percebe-se que todos seguem a Resolução CONAMA 274/2000, porém com variações nas frequências de amostragem e nos indicadores microbiológicos.

Quadro 3 - Critérios de avaliação do Índice de Balneabilidade em outros estados litorâneos do Brasil.

Estado	Órgão Responsável	Total Pontos de Monitoramento	Frequência	Indicador Microbiológico
Maranhão	SEMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais	21 pontos	Semanalmente	Enterococos
Ceará	SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente	31 pontos	Semanalmente	Coliformes Termotolerantes
Rio de Janeiro	INEA – Instituto Estadual do Meio Ambiente	209 pontos	Paquetá e Niterói semanalmente	Coliformes Termotolerantes e Enterococos
			Zona Sul e Oeste duas vezes semanal	
			Demais praias quinzenal ou mensal	
Paraná	IAP – Instituto Ambiental do Paraná	47 pontos	Semanalmente	*E.coli*
Santa Catarina	FATMA – Fundação do Meio Ambiente	195 pontos	Novembro até Março semanalmente	*E.coli*
			Abril até Outubro mensalmente	

Fonte: SEMA, SEMACE, INEA, IAP e FATMA (2016).

2.3 Legislação Internacional

2.3.1 Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos

A *United States Environmental Protection Agency*- EPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos) é uma agência em nível federal criada em dois de dezembro de 1970, com a finalidade de pesquisar, monitorar e definir normas e medidas de execução que venham a garantir a proteção do meio ambiente e, por consequência, a saúde humana. A EPA estabelece os critérios para a qualidade das águas recreacionais com base em estudos avançados na área da epidemiologia (EPA, 2016).

No ano de 2012, após estudos epidemiológicos a EPA publicou os critérios de qualidade para águas recreacionais (*Recreational Water Quality Criteria*), revisando os critérios publicados no ano de 1986. Estabelecem-se como microrganismos indicadores de contaminação fecal para as águas marinhas e doces a bactéria Enterococos e para águas doces a *E. coli*, substituindo as recomendações de utilização dos Coliformes Fecais, pois Enterococos e *E. coli* demonstraram nos estudos realizados uma correlação maior relacionada com as taxas de doenças, tal como, a gastroenterite. A EPA recomenda aos estados realizarem, pelo menos, a amostragem semanal para avaliar a média geométrica, durante um período de 30 dias e para as praias mais densamente povoadas uma amostragem mais frequente. O método utilizado pela EPA é a média geométrica, vinculado ao critério da média geométrica está o valor limite estatístico (Tabela 1).

Tabela 1 - Critérios estabelecidos pela EPA.

CRITÉRIOS	**Taxa Estimada de Doença: 36 para 1.000 banhistas**		**OU**	**Taxa Estimada de Doença: 32 para 1.000 banhistas**	
Indicador	MG (UFC/100 mL)	VLE (UFC/100 mL)		MG (UFC/100 mL)	VLE (UFC/100 mL)
Enterococos (marinhas e doces)	35	130		30	110
E. coli (doces)	126	410		100	320

MG: Média geométrica.
VLE: Valor limite estatístico.
Fonte: Adaptada de RWQC (2012).

A média geométrica não deve ser maior em qualquer intervalo de 30 dias e não deve haver mais do que uma ocorrência de dez por cento do valor limite estatístico no mesmo intervalo de 30 dias.

A agência recomenda aos estados, que quando uma amostragem não é realizada durante ou após um evento de chuva, o estado deve considerar o aconselhamento aos banhistas sobre os riscos adicionais, pois a chuva pode prejudicar a qualidade das águas. Idêntica recomendação da CETESB (2016a), que desaconselha tomar banho de mar nas primeiras 24 horas, após chuvas intensas.

A EPA desenvolveu um método de teste molecular, que utiliza a reação em cadeia da polimerase quantitativa (qPCR), que detecta sequências de DNA específicas extraídas a partir de uma amostra, localizando e quantificando os *Enterococcus spp* mais rapidamente, além dos estudos terem demonstrado uma correlação mais forte com as doenças gastrointestinais (RWQC, 2012). Os resultados saem entre 2 e 6 horas, monitorando a qualidade da água quase em tempo real, diferentemente do método cultivável com resultados de avaliações mais tardios. As vantagens desse método novo é o de detectar e quantificar as bactérias vivas e mortas, identificar mais rápido um dia de má qualidade de água e alertar os banhistas dos riscos associados ao banho referentes àquele dia. Por ser um método novo, a EPA tem pouca experiência com o seu desempenho frente a uma ampla condição ambiental.

Os estados não são obrigados a utilizarem os critérios estabelecidos pela EPA, desde que, utilizem um método cientificamente defensável, que seja protetor do uso de contato primário, revisto e aprovado pela EPA. No estado da Califórnia é realizada a amostragem semanalmente utilizando os critérios da EPA para Enterococos (CWQ, 2016).

2.3.2 Agência Portuguesa do Ambiente

Em Portugal segue-se o Decreto-Lei n°113/2012 de 23 de Maio que estabelece o regime jurídico de identificação, gestão, monitoramento e classificação da qualidade das águas balneares e de prestação de informação ao público (PORTUGAL, 2012).

O monitoramento da balneabilidade não é realizado o ano todo, entretanto em épocas balneares que são definidas e propostas antes do início da mesma pelos municípios, e devem ser aprovadas pela Agência Portuguesa do Ambiente, na

ausência de propostas a época é fixada de 1 de junho a 30 de setembro de cada ano. Para cada ponto de amostragem é definido antes da época balnear, um programa de monitoramento, tendo um mês como intervalo máximo entre as amostragens. Os pontos que têm uma ocorrência pior de qualidade são monitorados com uma frequência maior em relação aos pontos com qualidade melhor. O método de avaliação é de amostra única, ou seja, sempre que o valor de uma amostragem for superior aos limites estabelecidos (Tabela 2), o banho é desaconselhado ou até proibido por uma autoridade de saúde (SNIRH, 2016).

Tabela 2 - Valores limite conforme Decreto-Lei n°113/2012 (Portugal).

Parâmetro	Enterococos (UFC 100 mL)	E.coli (UFC 100 mL)
Água Costeira	350	1.200

Fonte: SNIRH, 2016.

Após cada época balnear, a mesma é classificada pelo método de percentil como Excelente, Boa, Aceitável ou Má. A Agência Portuguesa do Ambiente é responsável por transmitir os dados de balneabilidade à Comissão Europeia (EEA, 2017).

Portugal segue as recomendações da *European Environment Agency* – EEA, Agência da União Europeia, que tem como missão fornecer informações sobre o meio ambiente, constituída por 33 países membros.

2.3.3 Organização Mundial da Saúde (OMS)

A Organização Mundial da Saúde – OMS utiliza critérios próprios para classificar as águas recreacionais, levando em conta a possibilidade de contrair possíveis enfermidades, relacionadas à gastroenterites e às doenças respiratórias febris agudas. Esses valores foram desenvolvidos no intuito de evitar surtos, ocasionados pela exposição a essas águas (WHO, 2003).

A OMS classifica em quatro classes (**A**, **B**, **C** e **D**), com base no percentil 95 da concentração de Enterococos intestinais /100 mL, ou seja, 95% das amostras de um determinado período devem estar abaixo de um valor específico, para enquadrar-se em uma classe (Tabela 3). Cada classe apresenta o risco de contrair tais doenças associadas (WHO, 2003).

Tabela 3 - Critérios de classificação das praias segundo a OMS e riscos associados.

Classe	Percentil 95 Enterococos UFC/100 mL	%	Risco de contrair Gatroenterite	%	Risco de contrair doenças respiratórias febris
A	≤ 40	< 1	Menos de 1 caso em 100 exposições	< 0,3	Insignificante
B	De 41 a 200	1 a 5	1 caso em 20 exposições	0,3 a 1,9	Menos de 1 caso em 50 exposições
C	De 201 a 500	5 a 10	1 caso entre 10 até 20 exposições	1,9 a 3,9	1 caso entre 25 até 50 exposições
D	> 500	> 10	Mais que 10% de casos em 1 exposição	>3,9	Mais que 1 caso em 25 exposições

Fonte: WHO (2003).

2.4 Fatores que Influem nas Condições de Balneabilidade

Como pode ser visto, a balneabilidade é determinada em sua maior parte do tempo, com base na quantidade de bactérias indicadoras de contaminação fecal presente nas águas destinadas à recreação de contato primário. Assim sendo, existem alguns fatores que podem contribuir para o aumento dos níveis de bactérias ou favorecer o decaimento bacteriano.

Uma das principais influências para o aumento da contaminação fecal das águas é a falta de coleta e disposição dos efluentes, pois em locais onde não há esse tipo de serviço, existe a maior possibilidade desse material orgânico ser lançado diretamente em córregos, rios ou canais de drenagens, que por sua vez fluem ao mar. Esse fator pode ser agravado com a densidade de ocupação, determinando uma maior carga poluidora (HIRAI, 2014).

A população flutuante, por sua vez, pode contribuir para uma piora na qualidade das águas balneares aumentando significativamente a vazão de esgoto gerado (CETESB, 2017a). Ressalta-se a importância da existência de instalações sanitárias nas praias, para mitigar os impactos causados pela presença de pessoas defecando e ou urinando nas águas salinas (HIRAI, 2014).

A ocorrência de chuvas pode ser determinante a uma má condição de balneabilidade. As águas pluviais podem carrear rapidamente todo lixo e fezes de animais presentes nas ruas, bem como conduzir o esgoto lançado pelos domicílios de forma irregular em canais de drenagens, rios e córregos em direção ao mar, contaminando dessa forma as águas salinas. As chuvas também podem ocasionar o

extravasamento de fossas sépticas, conduzindo as águas residuais aos canais de drenagens, cujo destino final também será o mar (IAP, 2016).

Em relação à fisiografia da praia, chama-se a atenção para o fato que em enseadas ou baías, a contaminação de fluxos que se dirigem ao mar pode tornar a poluição excessiva, pois a diluição torna-se prejudicada pela pequena intensidade das correntes (NATAL; MENEZES; MUCCI, 2005).

A incidência dos raios solares tem papel fundamental no decaimento bacteriano, ou seja, quanto maior a incidência de raios ultravioleta, maiores números de bactérias decaem. Esse fator está ligado à turbidez da água, pois quanto maior a quantidade de partículas em suspenção, mais difícil torna-se a penetração dos raios solares. A altura das ondas e o tipo de sedimento colaboram para uma maior ou menor turbidez da água (ARAGONÉS et al., 2016).

As condições da maré podem contribuir como um fator positivo ou negativo à balneabilidade. A maré de enchente devido ao grande volume de águas, dificulta o escoamento proveniente dos canais de drenagens e favorece a sua diluição; ao contrário, a maré vazante drena essas águas, recebendo um maior volume (CETESB, 2017a).

2.5 Saneamento Ambiental

Saneamento ambiental é composto por um conjunto de práticas e serviços, que visam uma melhoria do meio ambiente e, como consequência, a saúde e qualidade de vida das populações. Entre esses serviços, destacam-se: abastecimento de água potável; coleta e tratamento de esgoto; gerenciamento e disposição de resíduos sólidos; sistema de drenagem urbana; promoção da disciplina sanitária de uso da terra e controle de doenças transmissíveis (FUNASA, 2006).

Quando um sistema de saneamento do meio ambiente inexiste ou é parcialmente eficiente, com ênfase ao saneamento básico, pois o mesmo tem papel fundamental na prevenção e controle das doenças veiculadas através da água, coloca-se em risco a saúde das pessoas, que têm contato direto com águas residuais (PHILIPPI Jr; PELICIONE, 2014). Nesses casos configuram-se doenças classificadas como de transmissão hídrica, em que a água atua como veículo do agente infeccioso (CRAPEZ, 2008). No quadro 4, apresenta-se os agentes

infecciosos presentes em águas residuais sem tratamento, bem como as doenças e os sintomas a elas associadas.

Quadro 4 - Agentes infecciosos e doenças associadas, via transmissão hídrica.

BACTÉRIA	**DOENÇA**	**SINTOMAS**
Salmonella typhi	Febre tifoide	Febre prolongada (10 a 14 dias), dor de cabeça, desconforto abdominal, letargia, tontura, tosse, anorexia, fraqueza, dor de garganta e dores musculares.
Salmonella parathypi A e B;	Febre paratifoide	Febre prolongada (10 a 14 dias), dor de cabeça, desconforto abdominal, letargia, tontura, tosse, anorexia, fraqueza, dor de garganta e dores musculares.
Shigella sp	Disenteria bacilar	Diarreia aquosa, febre, cólicas abdominais, emissão permanente de fezes mucopurulentas e sanguinolentas, anorexia, náuseas, vômitos, cefaleia, calafrios, convulsões e sinais meningíticos.
Vibrio cholerae	Cólera	Intensa perda de fluídos e eletrólitos em diarreia aquosa, câimbras musculares, tontura e pressão sanguínea baixa, edema pulmonar.
Escherichia coli enterotóxica	Gastroenterites agudas e diarreias	diarreias.
Campylobacter,	Gastroenterite	Diarreia aguda, febre, diarreia com sangue.
Yersínia enterocolítica	Enterocolite	Febre, diarreia, dores abdominais, septicemia, artrite reacional, eritema nodoso.
Salmonella sp,	Gastroenterites	Dores de cabeça, cólicas abdominais, diarreia, náuseas, febre e vômitos.
Staphylococcus aureus,	Intoxicação alimentar	Náuseas, vômitos, diarreia e dores abdominais.
VÍRUS	**DOENÇA**	**SINTOMAS**
Norwalk	Gastroenterite	Diarreia, cólica abdominal, náuseas, febre.
rotavírus,	Gastroenterites	Diarreia, vômitos, febre, coriza, tosse.
Enterovírus	Gastroenterites	diarreia frequente, dor de estômago, inchaço e sintomas de intoxicação leve.
adenovírus;	Doença respiratória e gastroenterites infantis	Tosse, congestão nasal, coriza, febre, mal- estar, dor de cabeça e mialgia. Diarreia, vômito e febre.
vírus da poliomielite	Doença respiratória e Gastroenterite	febre e dor de garganta náusea, vômito, constipação (prisão de ventre), dor abdominal e, raramente, diarreia.
vírus da hepatite A e B.	Hepatites virais	cansaço, tontura, enjoo e/ou vômitos, febre, dor abdominal, pele e olhos amarelados.
PROTOZOÁRIO	**DOENÇA**	**SINTOMA**
Cryptosporidium	Criptosporidíase	diarreia aquosa profusa com cólicas epigástricas brandas, náuseas, anorexia e desidratação por 10 a 15 dias.
Entamoeba hystolytica	Amebíase	dor abdominal, tenesmo (dor ao evacuar), diarreia aquosa e volumosa, com várias evacuações por dia, e perda de peso. febre e disenteria (diarreia sanguinolenta).
Giárdia lâmblia	Giardíase	diarreia, acompanhada de dor abdominal (enterite aguda) ou de natureza crônica, caracterizada por fezes amolecidas, com aspecto gorduroso, fadiga, anorexia, flatulência e distensão abdominal.
Toxoplasma gondii	Toxoplasmose	Astenia, anorexia, mal-estar geral e cefaleia, linfonodomegalia.

Fonte: (TRABULSI; ALTERTHUM, 2005).

2.6 Esgotamento Sanitário

Os esgotos são constituídos por excretas humanas, água e compostos químicos derivados de produtos de uso doméstico e/ou industrial (CARVALHO; OLIVEIRA, 2004; MONTONE; BÍCEGO, 2008). De acordo com esses autores, as fontes de esgoto que atingem o ambiente marinho, notadamente os ecossistemas costeiros, são provenientes das áreas urbanas e industriais, das atividades agrícolas, dos materiais dragados e, por vezes, do próprio material gerado nas estações de tratamento - ETE.

Em nível global, os esgotos constituem um dos maiores problemas de poluição marinha, não só pelo volume do material poluente despejado, mas também pelos transtornos que ele causa em termos de saúde pública. Com efeito, nas doenças de transmissão hídrica, os microrganismos patogênicos atingem a água por meio de excretas de pessoas ou animais infectados, causando problemas principalmente no aparelho intestinal do ser humano (CRAPEZ, 2008).

Segundo Von Sperling (2005), existem duas variantes de esgotamento sanitário a saber:

- Sistema individual (solução no local), constituindo-se em fossas negras ou sépticas, usualmente utilizando infiltração no solo.
- Sistema coletivo (solução com afastamento dos esgotos através de canalizações até o destino final, de forma sanitariamente adequada). Indicados para locais com elevada densidade populacional, isto é, áreas urbanas.

Os sistemas individuais são implantados quando não há serviços públicos de esgotamento sanitário. A utilização de fossas negras, também conhecida pelos nomes de latrina, cloaca, fossa seca ou privada higiênica, consistem em um processo rudimentar que direciona o esgoto para um poço sem revestimento interno, onde as águas servidas entram em contato direto com o solo, propiciando a contaminação do solo e lençol freático (NUVOLARI, 2013).

A fossa séptica é uma forma de tratamento de esgotos capaz de oferecer um grau de tratamento compatível com a sua simplicidade e custo. Ressalta-se que esse sistema não purifica os esgotos, apenas reduz a sua carga orgânica e seu efluente difere dos comuns de sistemas de tratamentos, não havendo condições favoráveis para a eliminação total das bactérias patogênicas. Muitas vezes, sua eficiência pode ser afetada pelos seguintes fatores: a não execução dos serviços de

retirada do lodo periodicamente (extravasamento); localização inadequada das fossas sépticas e disposição de seus efluentes; negligência dos usuários pela ausência de fiscalização por parte dos órgãos públicos, entre outros fatores (JORDÃO; PESSÔA, 1995).

As soluções individuais podem funcionar de forma satisfatória se a densidade de ocupação for baixa, como exemplo em áreas rurais ou em grandes lotes com elevada porcentagem de área livre; também é necessário que o solo apresente boas condições de infiltração e o nível da água subterrânea se encontre a uma profundidade adequada (VON SPERLING, 2005).

Conforme as comunidades e a concentração humana tornam-se maiores, as soluções individuais devem dar lugar às soluções coletivas, conduzindo os esgotos à rede pública de coleta e estações de tratamento (FUNASA, 2006).

Através da instalação de rede de coleta e tratamento de esgoto, evita-se o seu lançamento *in natura* diretamente em córregos, canais de drenagens e rios, ou até mesmo em valas (esgoto a céu aberto), que posteriormente afluirão a um corpo hídrico, protegendo dessa maneira o meio ambiente e, por consequência, a saúde da população.

2.6.1 Emissário Submarino

Nas áreas litorâneas, em geral, existem duas alternativas para solucionar os problemas relacionados ao esgotamento sanitário: o lançamento submarino, através de emissários, precedido por um pré-tratamento dos esgotos e o tratamento de esgotos, normalmente a um nível secundário com desinfecção final e posterior lançamento em um corpo receptor relativamente próximo ao mar (SOBRINHO, 2006).

Os canais de drenagens influenciam diretamente na má qualidade da balneabilidade por transportarem efluentes que neles são despejados, porém os emissários submarinos também transportam e despejam os esgotos ao mar, e existem alguns questionamentos se os mesmos também afetariam a balneabilidade, assim como os canais de drenagens.

Na baía de Santos além dos canais de drenagens e do estuário Santos/São Vicente, localiza-se um dos emissários existentes na Baixada Santista. Nesse contexto, Harari et al. (2013) produziram mapas de dispersão indicando a presença de esgotos, utilizando como microrganismos indicadores os Coliformes

Termotolerantes com um valor limite de 100 (NMP/ 100 mL). Esse limite é dez vezes menor em relação ao estabelecido pela Resolução CONAMA 274/2000 para balneabilidade, isto é, de 1000 (NMP/100 mL). Nesse caso, levou-se em consideração as correntes marítimas, temperatura, salinidade, nível do mar e densidade. Harari et al. (2013) concluíram que no período de estudo, a balneabilidade das praias do município de Santos recebe maior influência dos canais de drenagens, e que a pluma proveniente do emissário submarino não alcançou nenhuma das praias de Santos e São Vicente, chegando ao máximo a 400 metros das mesmas.

Silva (2014) analisou a influência dos emissários submarino do Guarujá (EG), da Praia Grande – subsistema I (EPGI), subsistema II (EPGII), subsistema III (EPGIII) e de Santos/São Vicente (ESSV), nos estudos a respeito da balneabilidade da Região Metropolitana da Baixada Santista. Para tanto, utilizou-se a *E. coli* como microrganismo indicador, com valor limite de 800 (UFC/ 100 mL), conforme estabelecido pela Resolução Conama 274/00.

De acordo com Silva (2014), as plumas dos efluentes dos emissários não atingiram a zona de balneabilidade na Região Metropolitana da Baixada Santista, na qual o município de Bertioga encontra-se inserido, ressaltando que o mesmo não utiliza sistema de disposição de esgotos através de emissário submarino.

2.6.2 Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto do Município (ICTEM)

A CETESB no ano de 2007 desenvolveu um Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana de Municípios (ICTEM), que vem verificar como e se, os municípios estão gerenciando os esgotos gerados por eles, a composição do ICTEM encontra-se na tabela 4 (SMA, 2015).

Tabela 4 - Composição do ICTEM.

Elementos do indicador	Composição (%)	Ponderação
Coleta	15	1,5
Tratamento e eficiência de remoção	15	1,5
Eficiência Global de remoção	65	6,5
Destino adequado de lodos e resíduos de tratamento	2	0,2
Efluente da estação não desenquadra a classe do corpo receptor	3	0,3
Total	**100**	**10**

Fonte: SMA (2015).

Após a análise desses elementos o ICTEM gera uma nota referente a cada ano, que pode variar de 0 a 10, classificando os sistemas de esgotamento sanitário dos municípios em quatro classes, observado no quadro 5.

Quadro 5 - Classes do ICTEM.

Intervalo		Sistema de Esgotamento Sanitário
ICTEM ≤ 2,5		Péssimo
2,5< ICTEM ≤ 5,0		Ruim
5,0 < ICTEM ≤ 7,5		Regular
7,5 < ICTEM ≤ 10,0		Bom

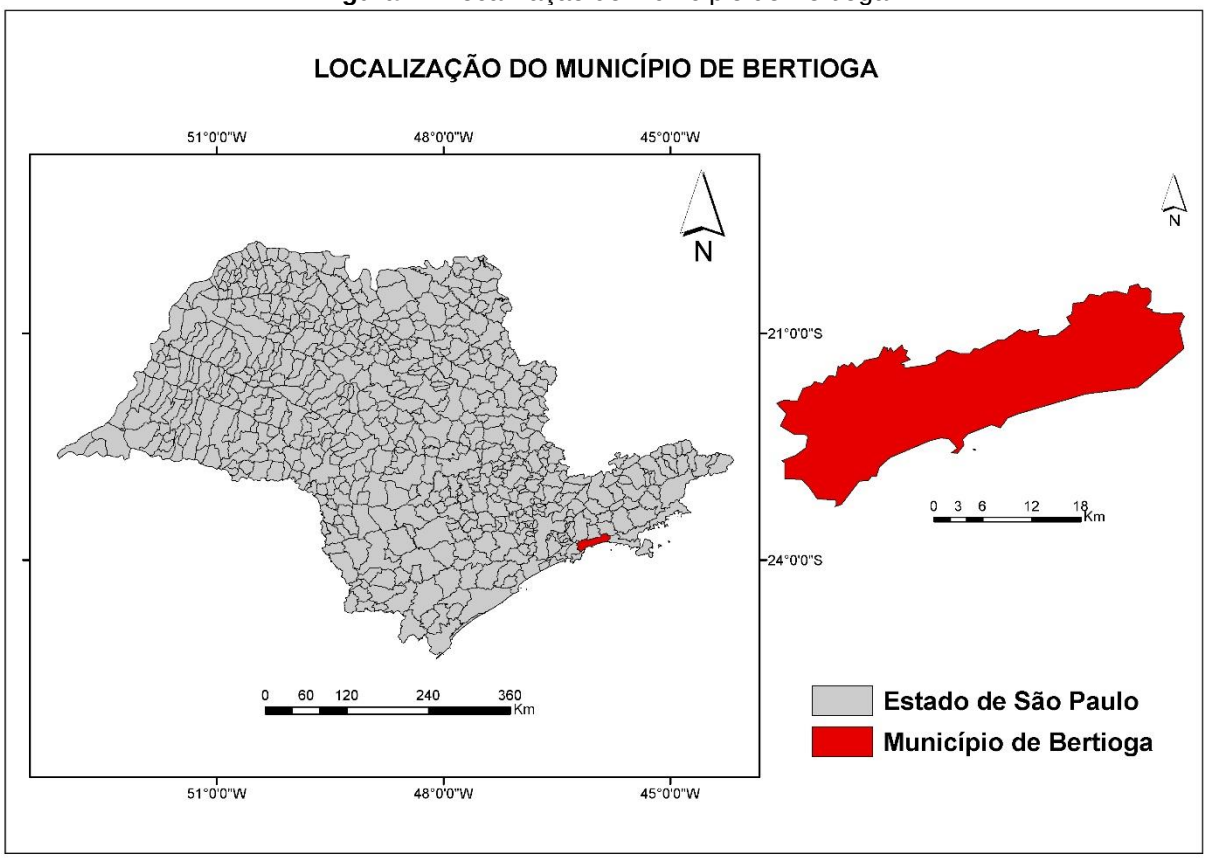
Fonte: SMA (2015).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Município de Bertioga

O município de Bertioga está localizado no segmento Baixada Santista - UGRHI-07 (Figura 1). Possui uma área de 491,546 km^2, sendo sua população em 2010 de 47.645 habitantes, para o ano de 2017 sua população estimada é de 59.297 (IBGE, 2018). De acordo com dados da prefeitura municipal (PMB, 2016), no ano de 2000 existiam em torno de 26.149 domicílios; já em 2010 passaram a ser 44.834, sendo que, desses últimos, 62,18% domicílios são particulares de uso ocasional, geralmente utilizados como segunda residência durante os fins de semanas, feriados prolongados e férias, demonstrando a importante vocação dessa estância balnearia voltada ao turismo.

Figura 1 - Localização do município de Bertioga.



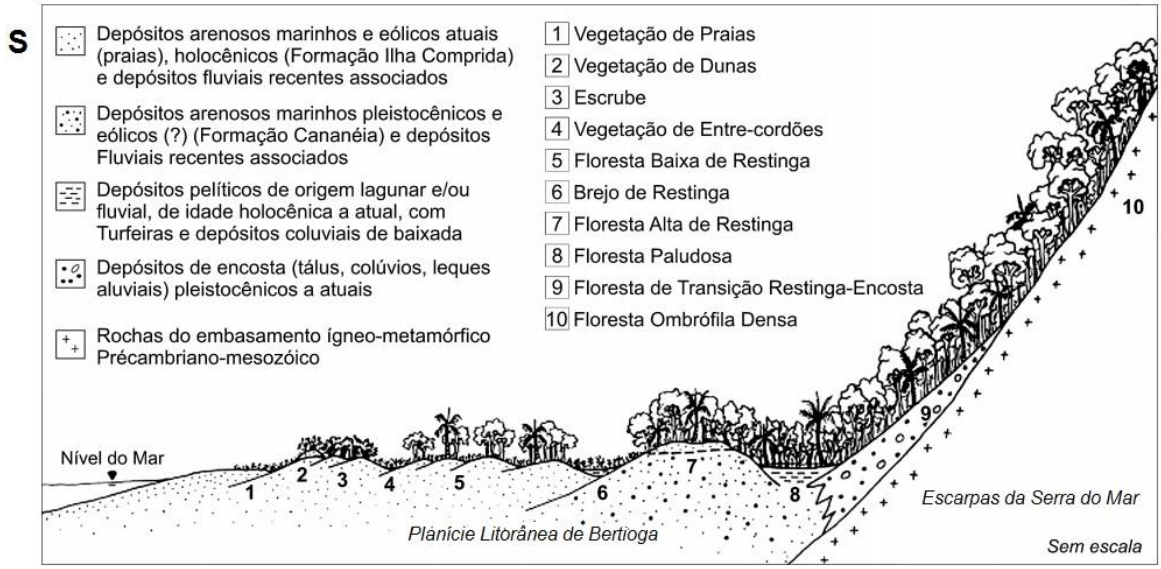
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Possui 33 km de praias, utilizadas para práticas de vários esportes e ao agrado dos turistas, pois contempla uma natureza privilegiada localizada aos pés da Serra do Mar, com grande parte da sua área verde protegida como parques

estaduais da Serra do Mar e da Restinga de Bertioga, que abrangem 72% do município (SELT, 2010; POLIS, 2013).

Segundo Souza, Lopes e Moreira (2009), Bertioga é o único município da Baixada Santista que ainda apresenta um corredor de vegetação preservado entre a Serra do Mar e o Oceano Atlântico (Figura 2), que lhe confere uma planície costeira ampla, na qual encontram-se presentes diversos ecossistemas.

Figura 2 - Seção de unidades da paisagem do município de Bertioga.



Fonte: Adaptado de Souza et al. (2008).

Situa-se cerca de 100 km da capital paulista, e seu acesso se dá por meio de uma malha viária moderna e segura, tais como: Sistema Anchieta (SP-150), Imigrante (SP-160), Mogi-Bertioga (SP-98), Rio-Santos (SP-55/101); liga-se à Ilha de Santo Amaro (Guarujá), por meio de um serviço de balsas.

3.1.1 Aspectos do Meio Físico

No Estado de São Paulo, a fisiografia costeira é bastante diversificada, pois contempla a Serra do Mar, as planícies costeiras e o Oceano Atlântico (SUGUIO, 1998). No caso da planície costeira de Bertioga, verifica-se uma costa suavemente recortada, com a presença de enseadas delimitadas por rochedos cristalinos da Serra do Mar. Nas porções onde a serra se afasta da costa, predominam planícies costeiras mais amplas e retilíneas.

Dentro do contexto geomorfológico proposto por Ross e Moroz (1997) para o Estado de São Paulo, as rochas metamórficas e ígneas constituem as unidades geomorfológicas conhecidas como Escarpa / Serra do Mar e Morros Litorâneos; as

bacias portadoras de sedimentações marinhas e fluviais, modernas e descontínuas, constituem as Planícies Litorâneas.

As bacias hidrográficas importantes no município são as dos rios Itapanhaú, Guaratuba e Itaguaré (Figura 3).

Figura 3 - Localização dos rios Itapanhaú, Itaguaré e Guaratuba.

Fonte: *Google Earth* (2016).

A bacia hidrográfica do rio Itapanhaú, situada na área de estudo do referido estudo, é subdividida em três trechos, a saber: trecho no Planalto Paulistano (bacia do alto Itapanhaú), trecho no Fronte escarpado da Serra do Mar, bacia do médio Itapanhaú (área de transição entre o Planalto Paulistano e a Planície de Bertioga) e o trecho na Planície Litorânea de Bertioga (bacia do baixo Itapanhaú). Conta também com os rios Itatinga e Jaguareguava, que deságuam no próprio Itapanhaú, cujos padrões são preferencialmente meandrantes (SABESP, 2015).

3.1.2 Sistema Praial

Segundo Suguio (2003), as praias costeiras representam ambientes dominados por ondas, correntes e ventos, constituídas por sedimentos granulares inconsolidados, comumente arenosos, além de conter biodetritos.

O município de Bertioga engloba 5 praias, das quais 4 delas são monitoradas pela CETESB por meio de 9 pontos de amostragem, assim distribuídos: Enseada (4), São Lourenço (2), Guaratuba (1) e Boracéia (2), conforme pode ser visualizado

na figura 4. No presente estudo, foram selecionadas as praias da Enseada e São Lourenço.

Figura 4 - Localização das praias do município de Bertioga e pontos de coletas de amostras; destaca-se na cor vermelha os pontos de monitoramento correspondentes à área de estudo.

Fonte: Adaptado de CETESB (2015a).

3.1.3 Clima

O clima de Bertioga é subtropical úmido, com verões quentes, em torno de 30ºC, e invernos relativamente frios, com média de 17ºC. De acordo com Martins (2009), não há estação seca definida, sendo que a distribuição anual das chuvas revela uma forte concentração nos meses de verão (janeiro a março), enquanto que as precipitações mais baixas ocorrem no período do inverno. Existem cinco postos de coleta de pluviosidade, em diferentes altitudes, demonstrando a maior intensidade nas regiões mais altas, em que a média anual supera a da Floresta Amazônica (SARTORI; BERGAMASCHI; SANSOLO, 2015).

3.1.4 Processo de Urbanização

Segundo Afonso (2006), a área urbana mais antiga de Bertioga consiste em um pequeno núcleo próximo ao atracadouro da balsa que faz a travessia Guarujá-Bertioga. Sua expansão do turismo recente junto à praia provém da expansão do turismo anteriormente concentrado na Praia Grande, Guarujá, Santos e São Vicente. Essa expansão turística intensificou-se com a construção das rodovias Rio-Santos e Mogi-Bertioga, que facilitaram seu acesso. Essa facilidade também valorizou as terras lindeiras à estrada mais afastadas da praia, gerando novos loteamentos urbanos de ocupação mais esparsa, e a expansão do núcleo central de Bertioga na

direção da nova rodovia. O início da urbanização se deu por loteamento isolado de glebas, gerando uma mancha linear descontínua junto à praia, ao longo da planície costeira (Figuras 5, 6, 7 e 8).

Figura 5 - Mancha urbana (vermelho) em Bertioga nas praias Enseada e São Lourenço, nos anos de 1979 / 1980.

Fonte: Polis (2013).

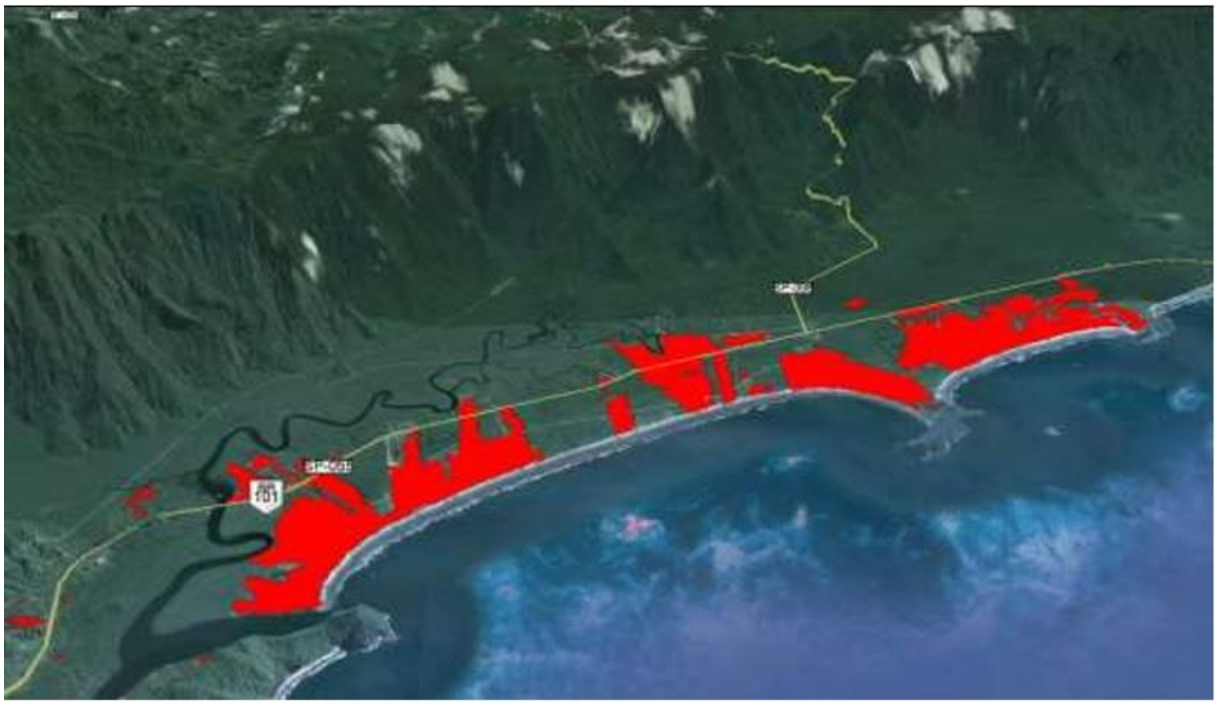
Figura 6 - Mancha urbana (vermelho) em Bertioga nas praias Enseada e São Lourenço, nos anos de 1991 / 1992.

Fonte: Polis (2013).

Figura 7 - Mancha urbana (vermelho) em Bertioga nas praias Enseada e São Lourenço, no ano 2000.

Fonte: Polis (2013).

Figura 8 - Mancha urbana (vermelho) em Bertioga nas praias Enseada e São Lourenço, no ano 2011.



Fonte: Polis (2013).

3.1.5 Esgotamento Sanitário

O sistema de esgotamento sanitário adotado pelo município de Bertioga é o de coleta e tratamento dos esgotos, diferentemente de alguns municípios localizados na região litorânea do estado de São Paulo, que utilizam emissário submarino. Entretanto, a cobertura desse serviço não abrange todas as áreas urbanas do município; os domicílios nos quais a cobertura desse sistema é inexistente destinam seus dejetos via fossas sépticas, rudimentares, vala, rios, córregos ou mar (IBGE, 2011).

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico - PSB (2010), o município de Bertioga, no ano de 2010 tinha uma cobertura dos serviços de coleta de esgoto em 23% de seus domicílios, principalmente na área central comercial do município, e mesmo em alguns locais onde já existia a instalação de coletores troncos, cerca de 20% da população não realizaram a ligação de seus domicílios à rede coletora. Para o ano de 2016 conforme o PSB (2017), a cobertura dos serviços de coleta de esgoto foi de 53% dos domicílios.

Com relação a coleta e tratamento de esgotos, o municípo de Bertioga é contemplado por quatro estações de tratamento de esgoto em funcionamento (Figura 9 e Apêndice A e B), todas localizadas dentro da área de estudo. Entretando, duas delas estão situadas em área pública do municípo (ETE Bertioga e ETE Vista Linda) e são gerenciadas pela Sabesp. A ETE Riviera (gerenciada pelo condomínio Riviera de São Lourenço) e a ETE Sesc (gerenciada pela Colônia de Férias Ruy Fonseca), estão localizadas dentro de áreas privadas.

Figura 9 - Localização das Estações de Tratamento de Esgoto em Bertioga.

Fonte: PSB (2017).

O sistema da ETE Bertioga e da ETE Vista Linda são constituidos pelo processo biológico aeróbico - lodos ativados em bateladas e foram projetadas de forma moduladas, facilitando a implantação de novos módulos, caso necessário a ampliação de rede coletora de esgotos em cada nova bacia hidrossanitária, dessa forma, não saturando o sistema (PSB, 2017).

A ETE Bertioga encontra-se próxima ao Rio Itapanhaú, na Rua Manoel Gajo, 2547 - Parque Estoril, com capacidade atual de tratamento de 192 l/s e apresenta aproximadamente 84% de eficiência de remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, sua implantação se iniciou no ano de 1986. No ano de 2010 instalou-se a ETE Vista Linda, localizada na Rua Eng. Eduardo Correia Costa, s/n - bairro Chácaras, também próxima ao Rio itapanhaú, tem capacidade de tratamento de 84 l/s e cerca de 84% de eficiência de remoção de DBO. Tanto a ETE Bertioga quanto a ETE Vista Linda utilizam o Rio Itapanhaú como corpo receptor dos efluentes tratados e encaminham seus resíduos sólidos para o Aterro Sanitário Sítio das Neves, no município de Santos (PSB, 2017).

A Estação de Tratamento de Esgoto Riviera (ETE Riviera), está situada às margens da Rodovia Rio Santos, distante 4 km da praia e a 2,5 km do condomínio, 100% do esgoto referente ao condomínio é coletado, tratado e lançado no Rio Itapanhaú com eficiência em torno de 86% de redução de DBO (PSB, 2017). A ETE Riviera foi construída na década de 1980, e ampliada em 1999, passando a ser constituída de um sistema de tratamento de lagoas de estabilização com pré e pós-tratamento físico-químico do efluente (SOLUÇÕES PARA CIDADES, 2016). Inicialmente o efluente recebe um Tratamento Primário Quimicamente Assistido (TPQA) com adição de polímero como agente floculante, seguido de duas lagoas facultativas, lagoa de maturação, e decantador com aplicação de produtos químicos (polímero e cal hidratada) e tanque de contato de cloro. A capacidade da ETE é de 12mil m³/dia e a média de efluentes tratados é de 10,4mil m³/dia (GODOY, 2007).

A Colônia de Férias Ruy Fonseca (Sesc Bertioga), implantou sua rede de esgoto sanitário no ano de 1951. Seu sistema atual é composto por uma estação de tratamento de esgoto, que coleta e trata todo o esgoto referente à área da colônia, com a tecnologia de lodos ativados - aeração prolongada, garantindo uma média de 95% de eficiência de remoção de carga, e capacidade de tratamento de 864 m³/dia (10 l/s), seus efluentes tratados são lançados no Rio Itapanhaú (PSB, 2017).

A tabela 5 exibe as notas do ICTEM - Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana do município de Bertioga, tendo como corpo receptor o rio Itapanhaú.

Tabela 5 - Notas do ICTEM para o período analisado.

Ano	População (IBGE)		Atendimento (%)		ICTEM
	Total	Urbana	Coleta	Tratamento	
2010	47.572	46.818	59%	100%	6,0
2011	48.996	48.219	33%	100%	5,8
2012	50.304	49.509	59%	100%	6,1
2013	53.679	52.802	70%	100%	6,9
2014	55.138	54.267	59%	100%	4,3
2015	56.555	55.661	50%	99%	5,2
2016	57.942	57.024	27%	100%	3,8

Péssimo / Ruim / Regular / Bom
Fonte: CETESB (2011-2017a)

3.2 Metodologia

3.2.1 Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica foi realizada visando a enriquecer o entendimento do tema escolhido e da área de estudo selecionada. Foram analisadas tanto as bibliografias nacionais quanto as internacionais, consubstanciadas em periódicos, livros, dissertações de mestrados, teses de doutorado, relatórios técnicos e páginas eletrônicas acadêmicas.

3.2.2 Coleta e Organização dos Dados

Esta etapa envolveu a coleta e organização de dados relativos à balneabilidade das praias da Enseada e São Lourenço, aos índices pluviométricos do município de Bertioga, bem como dos dados censitários relativos à área de estudo, disponibilizados pelo IBGE (2011).

Os dados relativos à balneabilidade das praias selecionadas foram coletados e organizados por meio dos relatórios da CETESB (2011 - 2017a). A organização desses dados foi elaborada por ano e constam do Anexo 1. Neste anexo também encontram-se contemplados quadros relativos à classificação anual da praias estudadas concernentes aos riscos associados a contrair doenças (WHO, 2003).

No que se refere aos índices pluviométricos, esses dados foram adquiridos por meio do banco de dados hidrológicos do portal do Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, que disponibiliza a quantidade de chuvas diárias acumuladas entre 7 horas da manhã do dia anterior e às 7 horas do dia considerado (DAEE, 2017). O posto pluviométrico utilizado (E-3040), localiza-se na Usina Itatinga, município de Bertioga. Justifica-se a escolha deste posto por ser o mais próximo da área estudada, contendo os dados dentro do período analisado.

Finalmente, para a elaboração dos mapas censitários e de uso da terra, os dados foram obtidos por meio da "*Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário*" (IBGE, 2011) e do *Google Earth* (2017), respectivamente.

3.2.3 Elaboração do Mapa de Uso da Terra

Para a elaboração do mapa de uso e ocupação da área de estudo foi utilizada imagem do *Google Earth* datada em 23 de março de 2017; as classes de uso utilizadas foram as áreas urbanas, cobertura arbórea, cobertura rasteira, corpos d´água (salinos e doces), e solo exposto, bem como foram localizadas as ETEs e os pontos de monitoramento (CETESB).

Cada classe foi separada por meio de polígonos no próprio *Google Earth* em extensão kml (*Keyhole Markup Language*), em sequência todos os polígonos foram transformados em arquivo shp (*Shapefile*) para a vetorização e a elaboração do mapa no software ArcGIS 10.3. As cores utilizadas no mapa para cada classe seguiram os padrões do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013).

Conforme metodologia de Ariza, Jiménez e Sardá (2008), em relação à classe urbana, as praias podem ser classificadas de acordo com o nível de urbanização do meio ambiente, em três categorias: urbanas (60 % ou mais de sua área urbanizada com alta densidade demográfica), semiurbanas (até 50 % de sua área urbanizada, principalmente com áreas residenciais e baixa densidade) e natural (menos de 30 % de sua área ocupada ou áreas desabitadas.

3.2.4 Trabalhos de Campo

As atividades de campo envolveram várias ações com o objetivo de detalhar as informações obtidas anteriormente na pesquisa bibliográfica,

principalmente na localização dos pontos de amostragem da CETESB, bem como do mapa de uso da terra.

Durante esses trabalhos foram obtidos registros fotográficos referentes às classes de uso da terra, conforme critérios propostos por Stewart e Oke (2012), e dos pontos de coleta de águas salinas (bandeiras CETESB). Na Sabesp, no condomínio Riviera de São Lourenço e na Colônia de Férias Ruy Fonseca - Sesc Bertioga, buscou-se dados a respeito da gestão ambiental praticada, na qual incluíram principalmente informações a respeito do sistema de esgotamento sanitário (APÊNDICE A e B).

Adicionalmente, efetuou-se a coleta de dados a respeito da salubridade ambiental das praias estudadas para a elaboração de um quadro-síntese.

3.2.5 Elaboração dos Mapas Censitários

Para a elaboração dos mapas censitários, foram selecionados dados que refletissem as condições do esgotamento sanitário das áreas urbanas do presente estudo, correspondendo à proporção de domicílios particulares permanentes, cujos banheiros ou sanitários representam o destino final dos dejetos humanos. Comportam as seguintes classes: Domicílios ligados à Rede Geral de Esgoto ou Pluvial (RGE); Esgoto lançado em Rio, Lago ou Mar (ERLM); Esgoto Via Vala (EVV); Esgoto via Fossa Rudimentar (EFR); Esgoto via Fossa Séptica (EFS). Para uma análise geral, foi criado um índice composto pelos mapas referentes ao esgotamento sanitário *(INDEX_ESG)*.

No quadro 6 encontram-se a classificação e a definição de cada dado selecionado, com base em IBGE (2011).

Quadro 6 - Classificação e definição dos dados do IBGE selecionados.

Classificação	Definição
Esgoto ligado à rede geral ou pluvial	Quando a canalização das águas servidas e dos dejetos, proveniente do banheiro ou sanitário, estava ligada a um sistema de coleta que os conduzia a um desaguadouro geral da área, região ou município, mesmo que o sistema não dispusesse de estação de tratamento da matéria esgotada.
Esgoto lançado via rio, lago ou mar	Quando o banheiro ou sanitário estava ligado diretamente a rio, lago ou mar.
Esgoto via vala	Quando o banheiro ou sanitário estava ligado diretamente a uma vala a céu aberto.
Esgoto via fossa rudimentar	Quando o banheiro ou sanitário estava ligado a uma fossa rústica (fossa negra, poço, buraco, entre outros).
Esgoto via fossa séptica	Quando a canalização do banheiro ou sanitário estava ligada a uma fossa séptica, ou seja, a matéria era esgotada para uma fossa próxima, onde passava por um processo de tratamento ou decantação, sendo, ou não, a parte líquida conduzida em seguida para um desaguadouro geral da área, região ou município.

Fonte: IBGE (2011).

3.2.5.1 *Composição do Índice das Condições Sanitárias com Vistas à Balneabilidade*

A composição do índice foi elaborada em duas etapas: 1) Padronização dos mapas temáticos em indicadores com intervalos pré-definidos; 2) Multiplicação de cada dimensão segundo seus indicadores e pesos, bem como pela soma desses produtos.

- Padronização dos mapas temáticos

A Padronização dos mapas temáticos se deu por meio da definição de indicadores em intervalos entre zero e um. Sendo que, quanto mais próximo de 1 (um) melhor é sua condição, e de modo contrário, quando mais próximo de 0 (zero) pior a sua condição. Na definição desses indicadores foi utilizada a seguinte equação:

$$I = \frac{(Valor\ Observado - Pior\ Valor)}{(Melhor\ Valor - Pior\ Valor)} \quad (1)$$

Sendo o *melhor valor* como o valor máximo esperado (1 - um) para cada um dos indicadores. Enquanto que o *pior valor* foi definido como sendo o valor mínimo possível (0 - zero).

- Ponderação das variáveis

A ponderação dos indicadores que compõem o índice foi feita por meio do Processo de Análise Hierárquica (PAH), de acordo com a escala de ponderação de Saaty (Quadro 7) (SAATY, 1978; 1986; 2008). As ponderações ou pesos resultantes

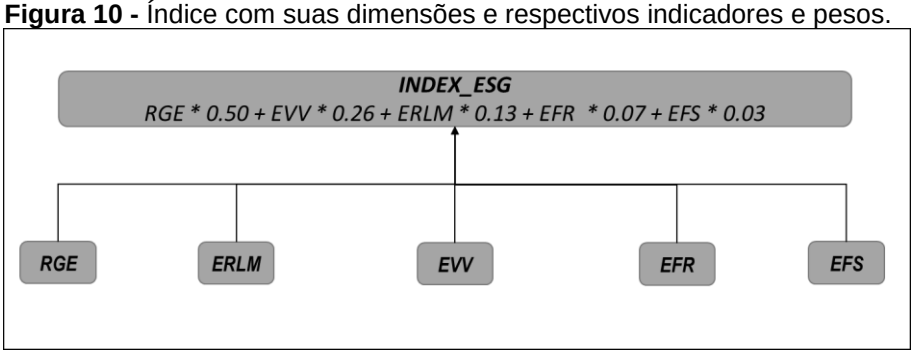
foram aplicados às variáveis por meio do índice (Figura 10), de acordo com suas respectivas taxas de consistência (aceitáveis < 0,10) (SAATY, 2008).

Quadro 7 - Escala de ponderação de Saaty aplicada no Processo Analítico de Hierarquia para obtenção da importância relativa das variáveis físicas.

Extremamente	9	Mais importante
Muito fortemente	7	
Fortemente	5	
Moderadamente	3	
Igualmente	1	
Moderadamente	1/3	Menos importante
Fortemente	1/5	
Muito fortemente	1/7	
Extremamente	1/9	

Fonte: Adaptado de Saaty (2008).

Figura 10 - Índice com suas dimensões e respectivos indicadores e pesos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação a escolha dos itens mais importantes, primeiramente buscou-se a situação ideal, sendo considerada a cobertura da rede coletora de esgoto, dessa forma contemplada com o maior peso (0,50). Consequentemente para as áreas não atendidas pela rede coletora, considerou-se a situação que possivelmente mais implicaria de forma negativa na balneabilidade. Nesse sentido o esgoto lançado via vala, ou seja, lançado "*in natura*" a céu aberto, geralmente alcançando os canais de drenagens pluviais, que tem como destino final as águas salinas, com peso de 0,26. Na sequência o esgoto lançado diretamente em rios, lagos ou mar (peso 0,13); o esgoto direcionado à uma fossa rústica (peso 0,07) e o esgoto conduzido à uma fossa séptica com peso de 0,03, justifica-se esse baixo valor, pois os dejetos

gerados são submetidos a um tratamento simples, antes de atingirem o seu destino final.

Por fim, os resultados do índice das condições sanitárias com vistas à balneabilidade foram classificados conforme o nível de ponderação do quadro 8.

Quadro 8 - Classificação dos níveis de esgotamento sanitário com vistas à balneabilidade.

CATEGORIA	PONDERAÇÃO
ÓTIMA	0,81 - 1,00
BOA	0,61 - 0,80
REGULAR	0,41 - 0,60
RUIM	0,21 - 0,40
PÉSSIMA	0,0 - 0,20

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.6 Correlação entre as Variáveis Precipitação e Enterococos

Para analisar a correlação entre as variáveis precipitação e Enterococos, utilizou-se o coeficiente de correlação *r* de Pearson, que indica o grau de relacionamento entre duas variáveis. Segundo Appolinário (2012), os coeficientes de correlação variam entre -1,00 e +1,00, comportando duas grandes propriedades: a força de uma correlação, podendo ser classificada como muito forte, forte, moderada, fraca e nula; e a direção, na qual a correlação pode ser positiva ou negativa (inversa) (Quadro 9).

Quadro 9 - Valores e interpretação de correlação.

Valores de Correlação	Força (interpretação)
0,00	Nula
0,01 - 0,10	Muito fraca
0,11 - 0,30	Fraca
0,31 - 0,59	Moderada
0,60 - 0,80	Forte
0,81 - 0,99	Muito Forte
1,00	Absoluta

Fonte: Appolinário (2012).

No presente caso, quando uma correlação for positiva (*r* +), subentende-se que os valores altos de uma variável corresponde aos valores altos de outra; quando negativo (*r* -) significa que os valores altos de uma variável correspondem aos valores baixos de outra; e quando a relação for zero (r ≈ 0) indica que alguns valores altos das variáveis estudadas correspondem com valores baixos e alguns com valores altos, ou seja não existe correlação entre as variáveis pesquisadas (STEVENSON, 2001).

Os dados de precipitação foram subdivididos em três níveis, na busca de identificar quantas horas antes da coleta referente aos Enterecocos, o nível de precipitação tem uma melhor correlação, de acordo com procedimento proposto por Hirai (2014). Essa subdivisão foi realizada da seguinte forma: P24 (24 horas), P48 (48 horas) e P72 (72 horas) antes da amostragem.

3.2.7 Integração e Interpretação dos Dados

Todos os dados coletados ao longo da pesquisa foram integrados e interpretados à luz da análise geoambiental. Essa interpretação levou em consideração os dados relativos aos meios físico, biótico e socioeconômico das praias da Enseada e São Lourenço e, ao mesmo tempo, ponderou a importância de cada um deles com vista à sua relação com os índices de balneabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, os resultados obtidos serão apresentados inicialmente em termos da área de estudo, para posteriormente avaliar-se cada ponto de monitoramento em termos de seus índices de balneabilidade.

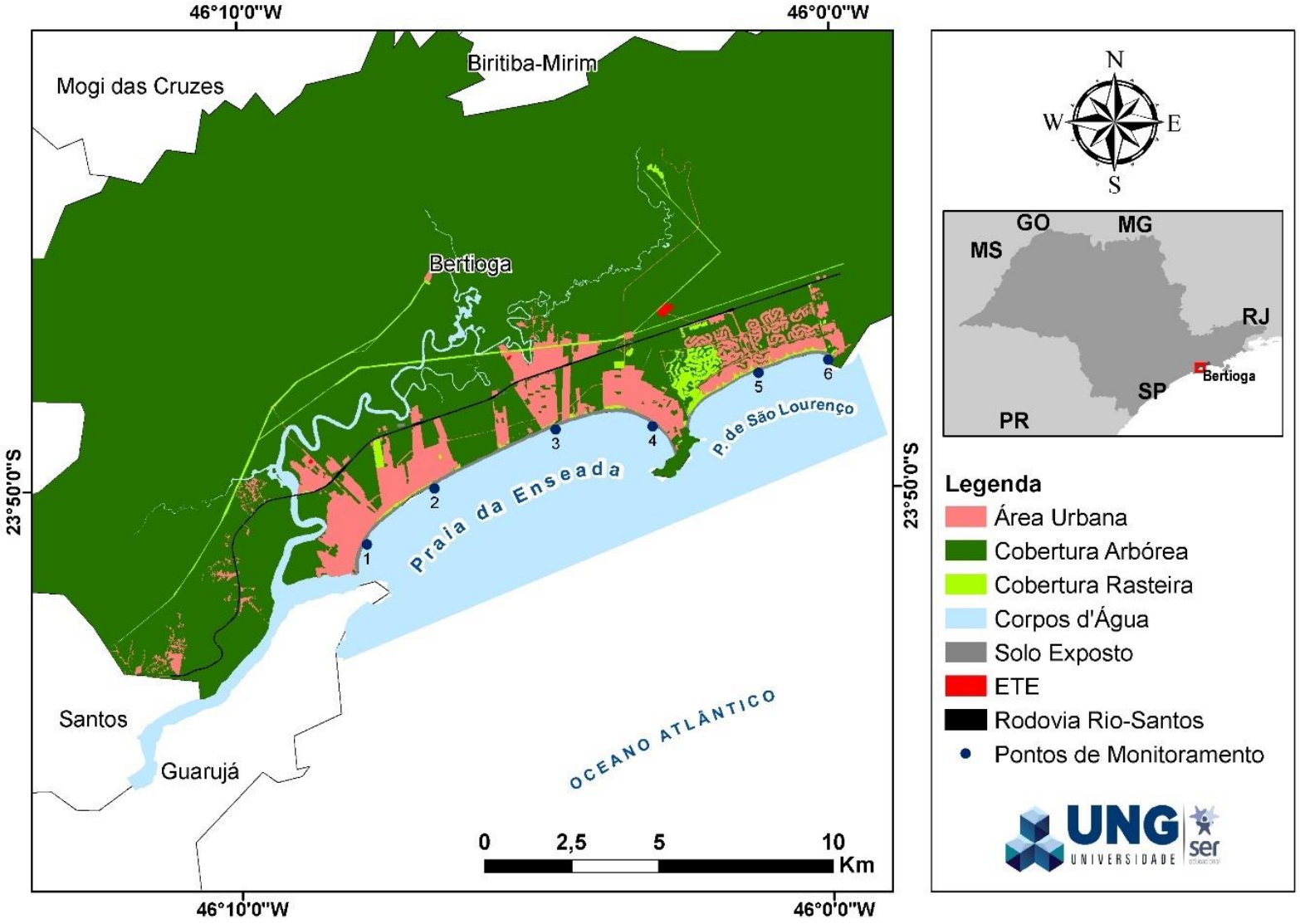
4.1 Área de Estudo

4.1.1 Mapa de Uso da Terra

Conforme pode ser observado na figura 11, as áreas de estudo têm predominância da classe cobertura árborea, sendo que a área urbana se restringe entre a orla costeira e o rio Itapanhaú para a praia da Enseada, enquanto que para a praia de São Lourenço o limite de ocupação é dado pela Rodovia Rio-Santos (SP-55/101).

Dessa forma, utilizando-se os critérios propostos por Ariza, Jiménez e Sardá (2008), as praias estudadas enquadram-se na categoria semiurbana, pois 32% de sua área urbana encontra-se urbanizada, principalmente com áreas residenciais com baixa densidade. De acordo com Ariza et al. (2010), no que se refere à função recreacional da praia, bem como a qualidade das águas, em geral as praias urbanas são mais poluídas em comparação com as praias semiurbanas.

Figura 11 - Mapa de uso e ocupação da terra da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

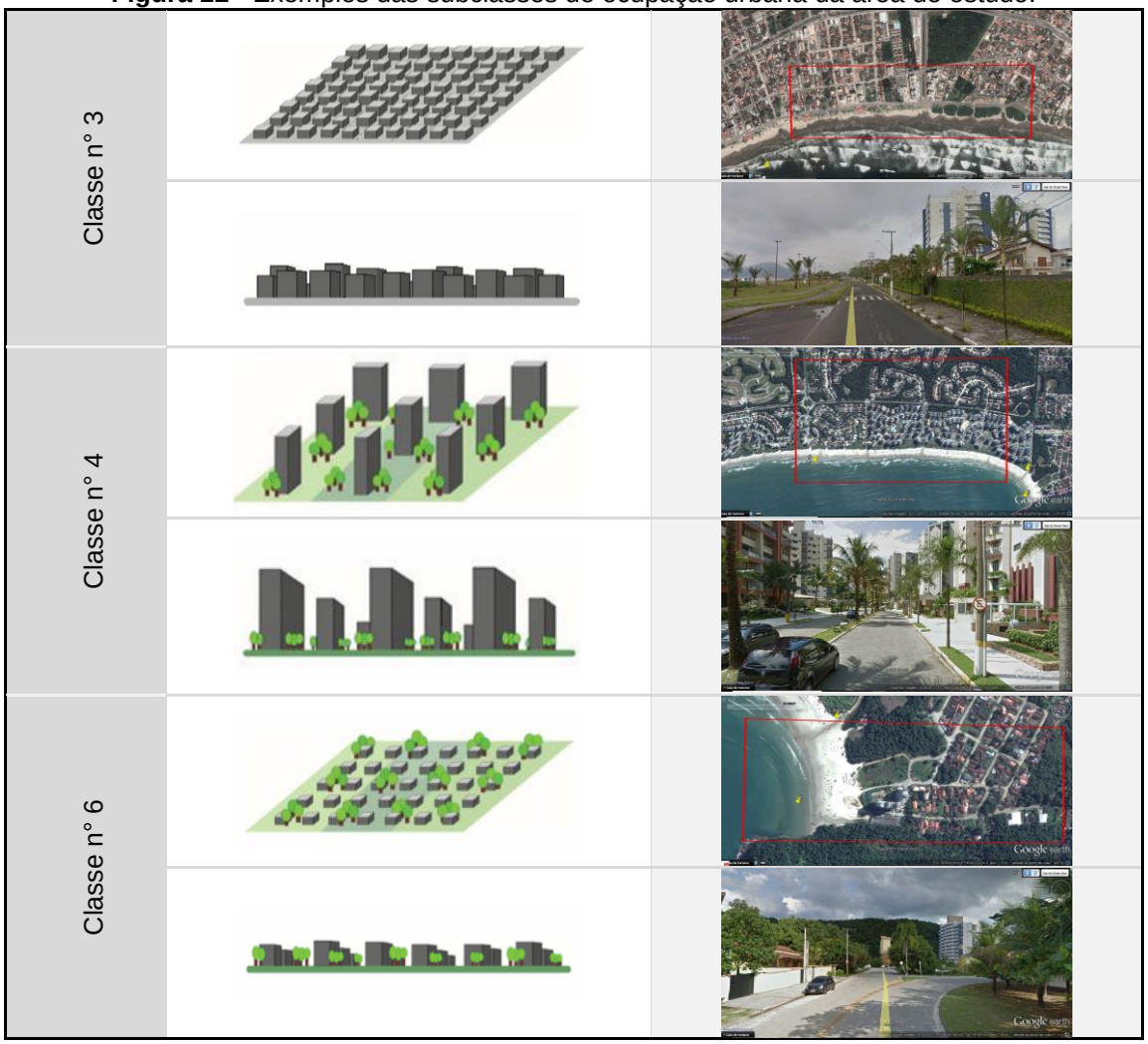
Com relação à classe de ocupação urbana, segundo os critérios estabelecidos por Stewart e Oke (2012), tem-se as seguintes subclasses (Quadro 10 e Figura 12):

Quadro 10 - Classes e subclasses de ocupação urbana referente às praias Enseada e São Lourenço.

Praia	Classes	Subclasses de Ocupação Urbana
Praia da Enseada	3	Predomínio de construções de 1 a 3 andares, eventualmente com até 25 metros de altura, distribuídos de modo compacto.
Praia de São Lourenço	4 e 6	Predomínio de construções acima de 25 metros de altura, distribuídos de modo espaçado junto à orla e construções de 1 a 3 andares, eventualmente com até 25 metros de altura, distribuídos de modo espaçado no restante da área urbana ocupada.

Fonte: Stewart e Oke (2012).

Figura 12 - Exemplos das subclasses de ocupação urbana da área de estudo.



Fonte: Stewart e Oke (2012) e *Google Earth* (2017).

4.1.2 Mapas Censitários

Os resultados obtidos referentes aos mapas censitários são compostos por seis figuras, cada uma delas abordando os principais tipos de sistema de esgotamento sanitário e seus respectivos pesos. Os índices variam de 0 a 1, sendo 0 a pior situação (cor vermelha) e 1 a melhor situação ilustrada pela cor verde nos mapas elaborados. Esses mapas com os seus devidos pesos, compõem o mapa de índice geral de esgotamento sanitário para as áreas de estudo.

A figura 13 apresenta o mapa referente aos domicílios ligados à rede geral de coleta de esgoto com os índices mais altos, e de modo contrário, os domicílios que não são ligados à rede geral com índices mais baixos. Este quesito tem peso de 0,50.

O mapa relativo ao esgoto lançado via vala (Figura 14), com peso de 0,26, contempla, nos setores censitários com baixos índices, os domicílios que lançam seus esgotos via “céu aberto”.

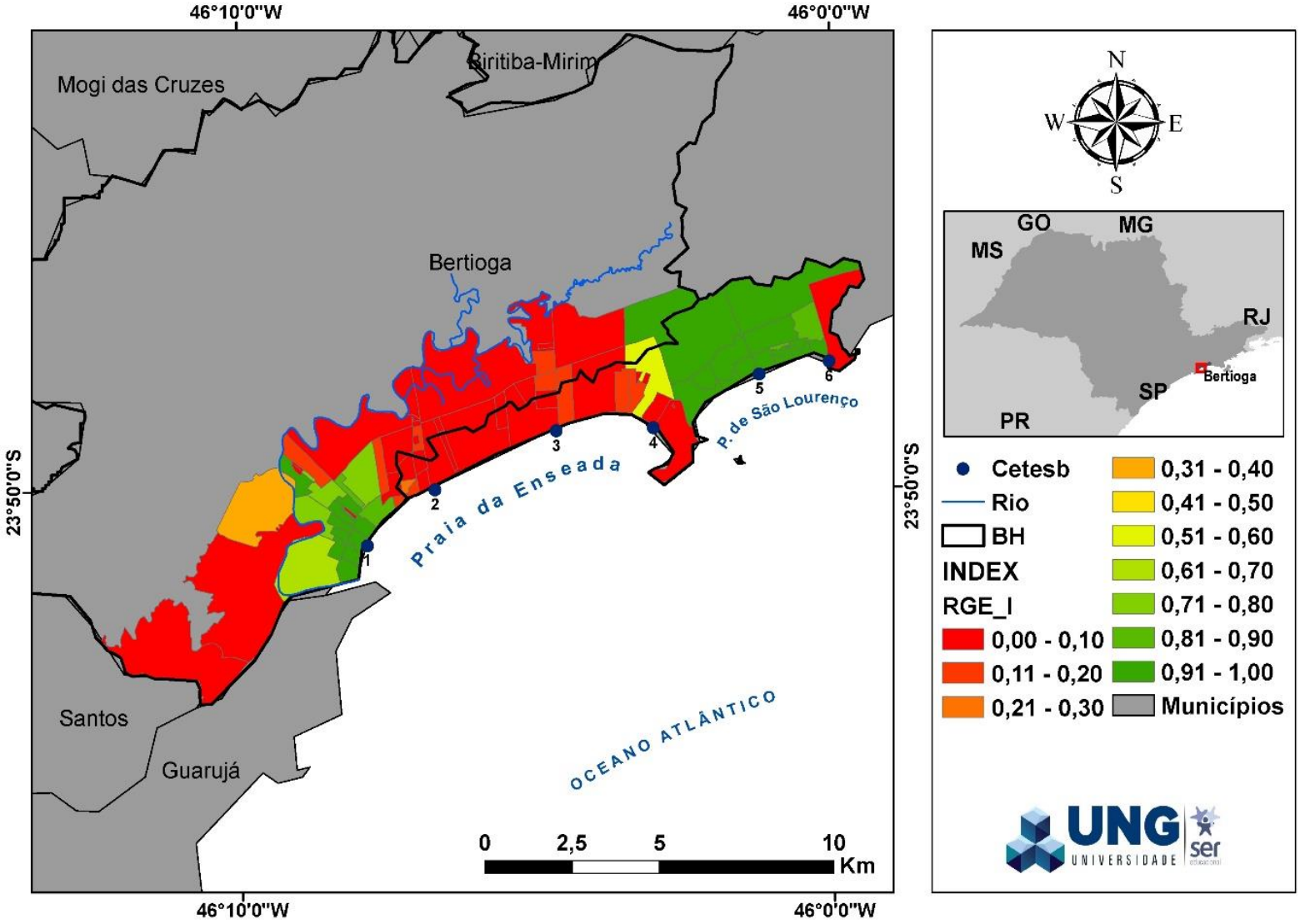
O mapa referente ao lançamento direto de esgoto via rio, lago ou mar (peso 0,13), evidencia que um pequeno número de domicílios utiliza esse destino ao esgoto gerado, já que a maioria dos domicílios estão representados na cor verde (Figura 15).

A figura 16 exibe os domicílios que destinam seus dejetos a uma fossa rudimentar, representados nesta figura pelas áreas em cores quentes. No mapa de uso da terra (Figura 11), esta região está representada pela classe cobertura arbórea. Assim, o número de domicílios existentes nesse setor é pequeno, o que diminui as chances de impactar a balneabilidade local. O peso estipulado para esse quesito é de 0,07.

Os domicílios que destinam seu esgoto a uma fossa séptica, encontram-se ilustrados na figura 17, evidenciados pelos menores índices. Nesse caso, o peso atribuído foi de 0,03.

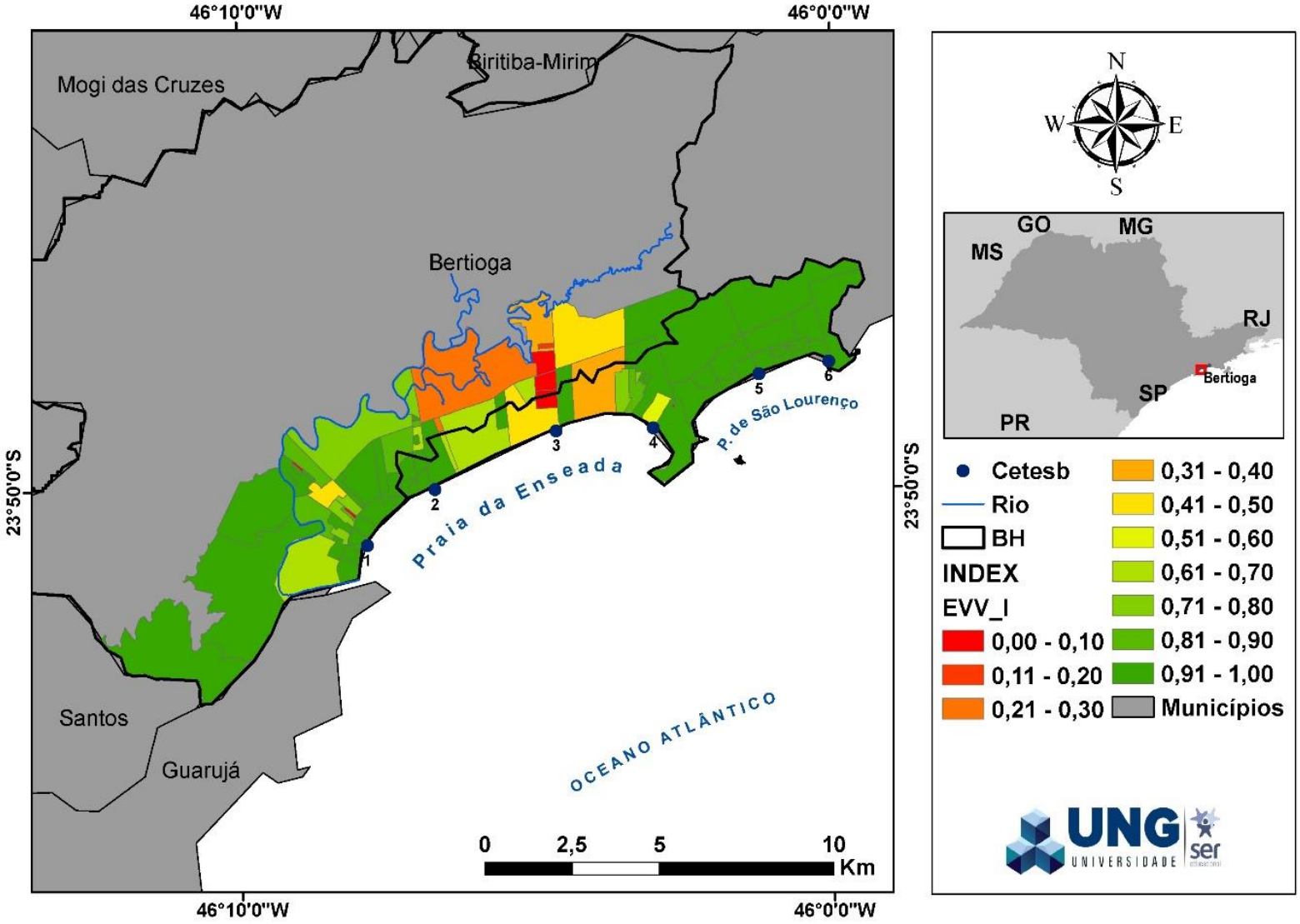
A figura 18 exibe o mapa do índice geral de esgoto sanitário, composto pelos mapas citados anteriormente (Figuras 13 a 17). Mais uma vez, os índices mais altos correspondem às melhores situações representadas pela cor verde; a cor vermelha retrata a situação inversa, enquanto que a cor amarela evidencia situações intermediárias.

Figura 13 - Mapa do índice de qualidade relativa às condições de esgoto ligado à rede geral.



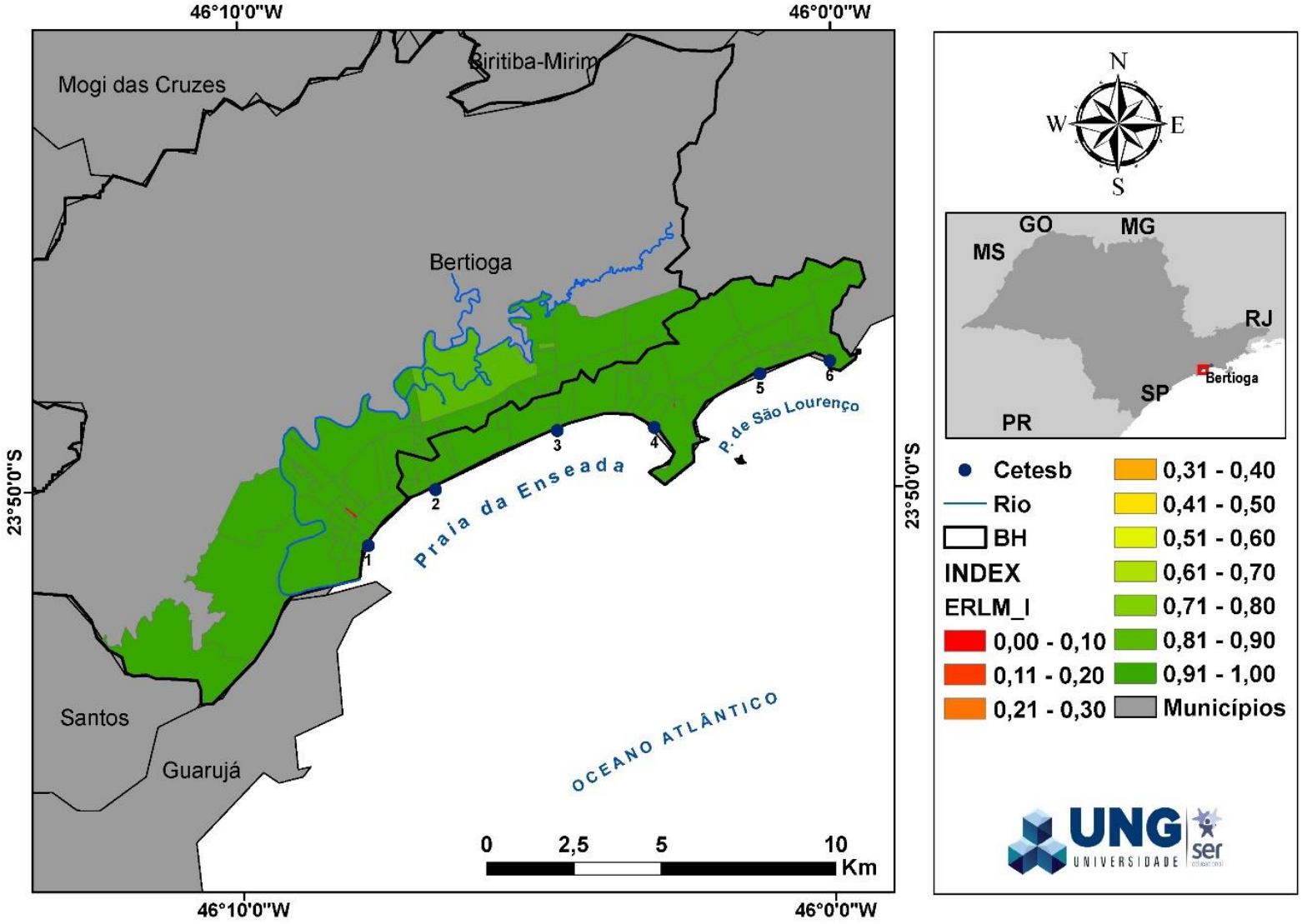
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 14 - Mapa do índice de qualidade relativa às condições de esgoto via vala (a céu aberto).



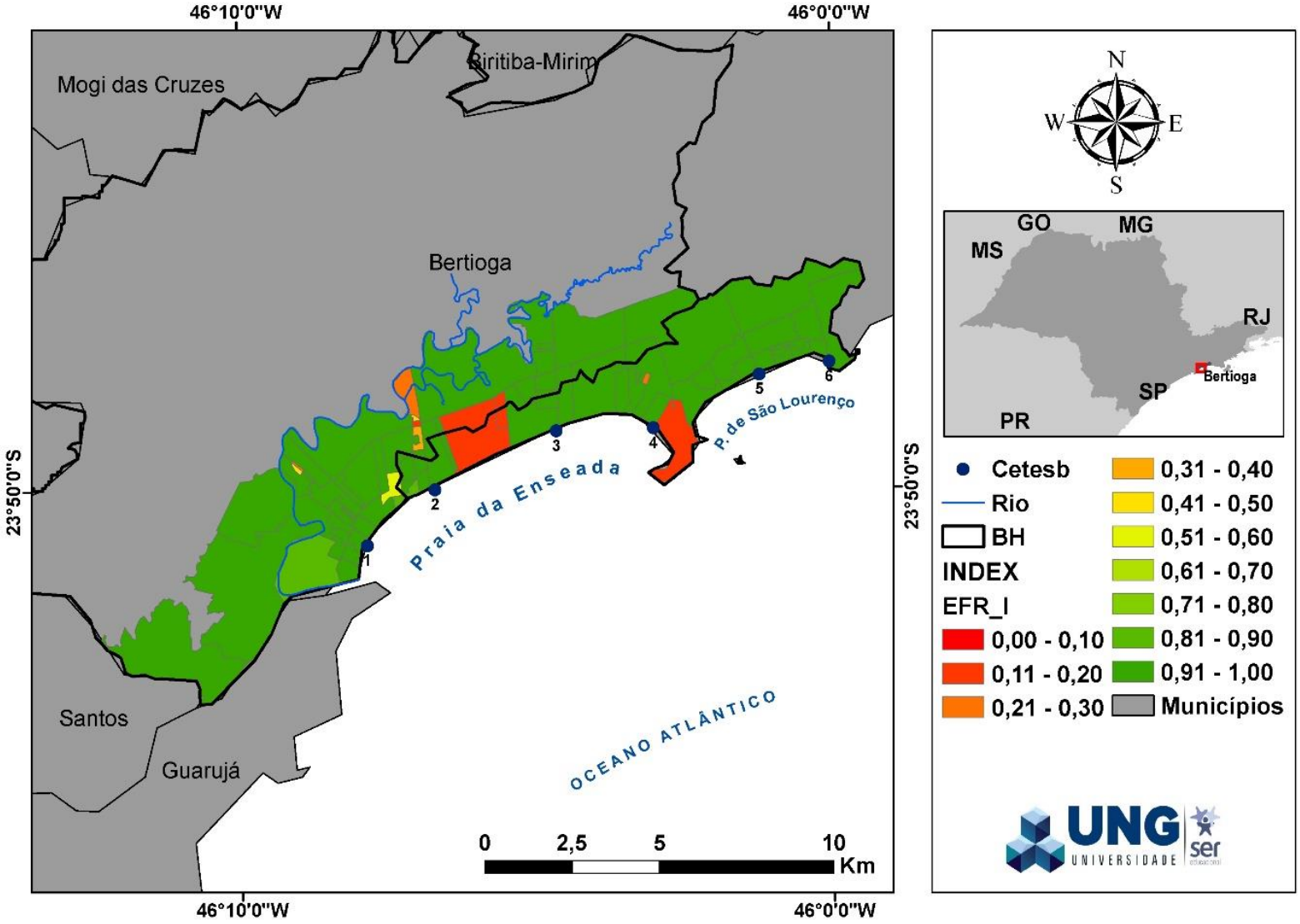
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 15 - Mapa do índice de qualidade relativa às condições de esgoto via rio, lago ou mar.



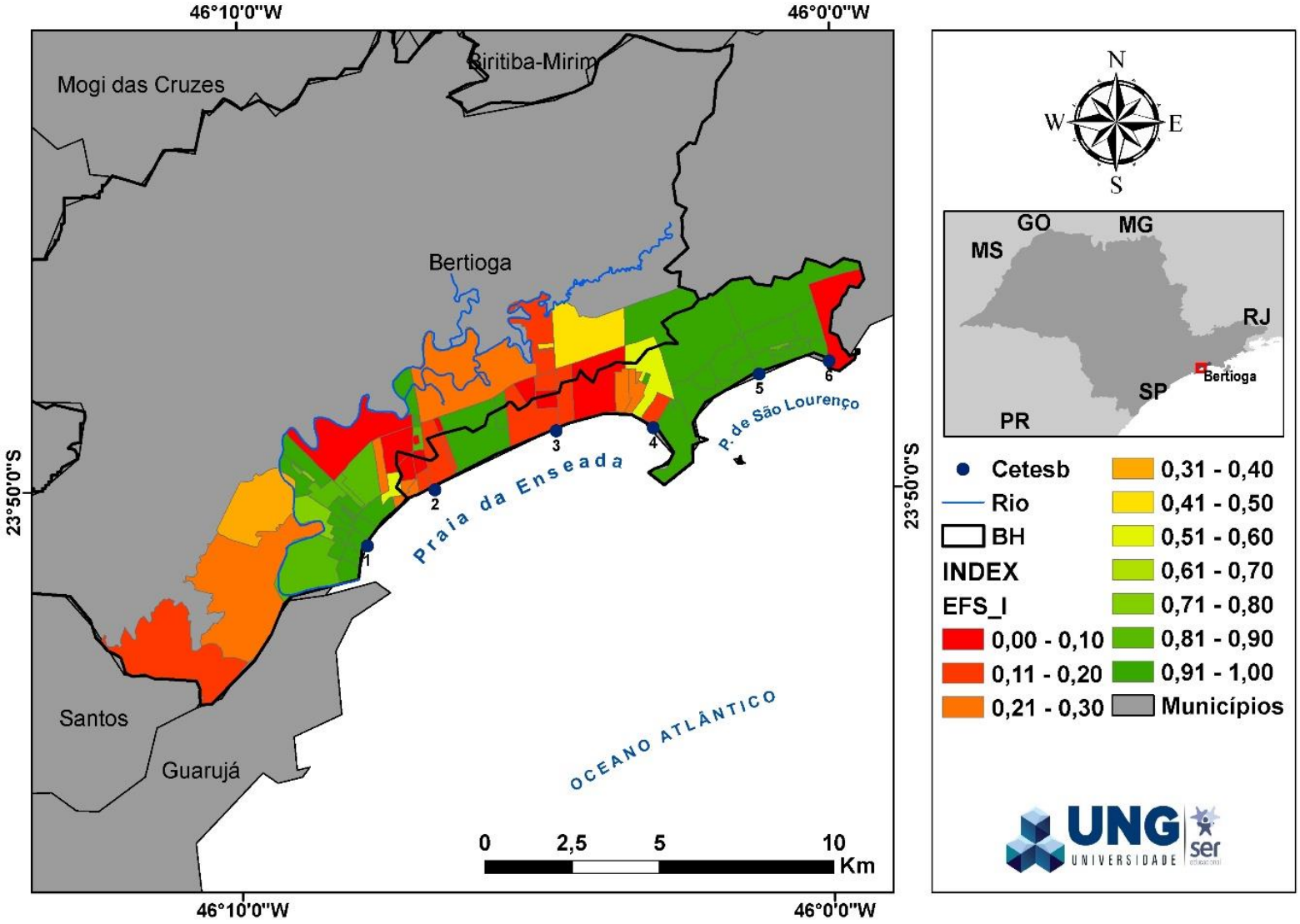
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 16 - Mapa do índice de qualidade relativa às condições de fossa rudimentar.



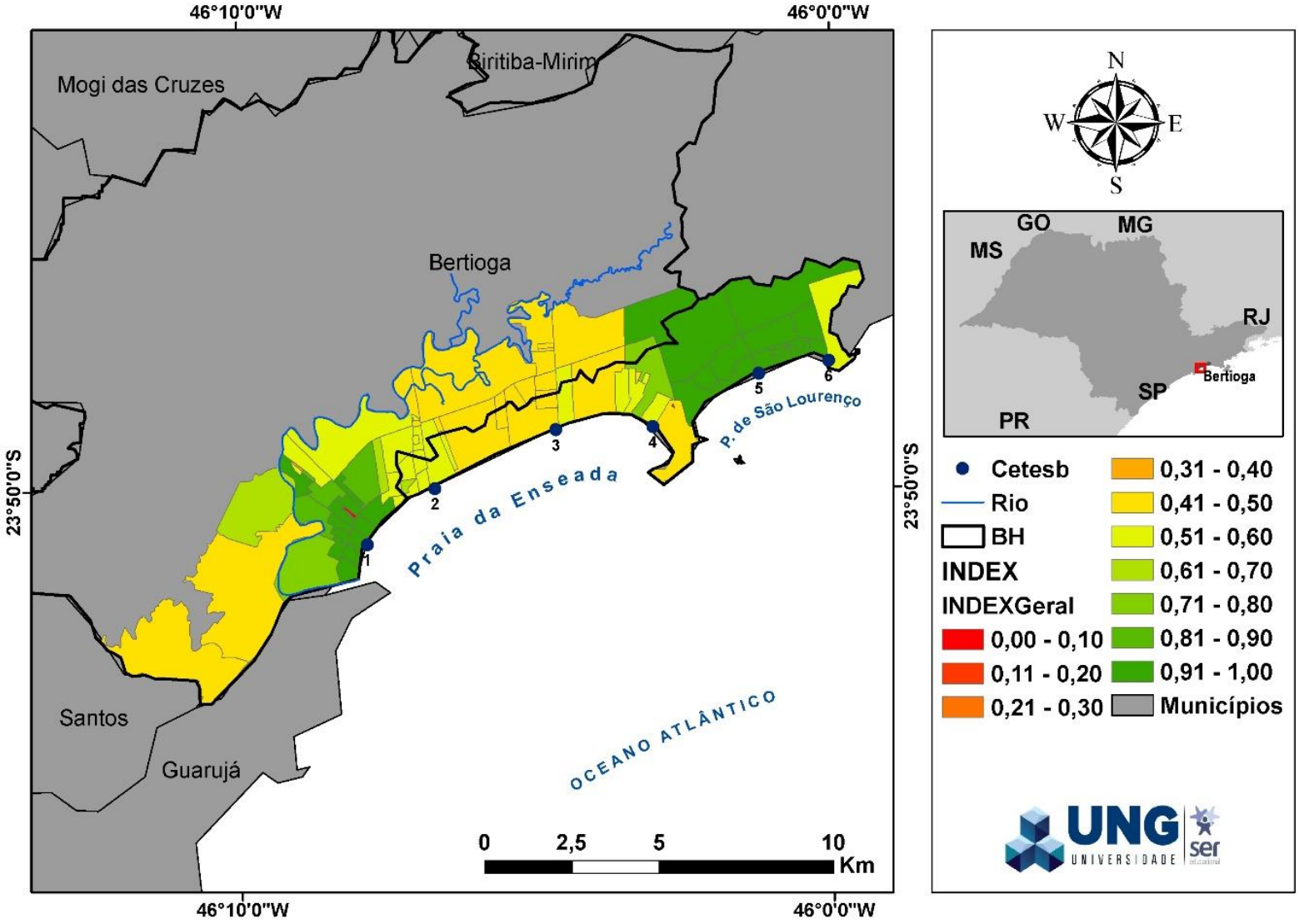
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 17 - Mapa do índice de qualidade relativa às condições de fossa séptica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 18 - Mapa do índice geral de qualidade referente ao esgotamento sanitário da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 Pontos de Monitoramento

4.2.1 Índice de Esgotamento Sanitário

De acordo com o mapa final obtido (Figura 18), cada ponto de monitoramento da CETESB foi classificado da seguinte forma, com relação ao esgotamento sanitário: Ponto 1 (Bom); Ponto 2 (Regular); Ponto 3 (Regular); Ponto 4 (Regular); Ponto 5 (Ótimo); Ponto 6 (Regular).

4.2.2 Salubridade Ambiental

Neste item foram analisados os principais parâmetros relativos à salubridade ambiental de cada ponto de monitoramento, os quais se encontram sumarizados no quadro 11.

Quadro 11 - Itens relativos à salubridade ambiental dos pontos monitorados.

ITENS ANALISADOS	Pontos 1 a 4	Ponto 5	Ponto 6
Informação sobre a qualidade da água de banho disponibilizada pela CETESB.	Sim	Sim	Sim
Um mapa da praia deverá ser disponibilizado.	Não	Sim	Não
Código de Conduta na área da praia, leis e normas de uso devem estar disponibilizados.	Não	Sim	Não
Descargas de águas pluviais urbanas na praia e áreas de banho.	Sim	Sim	Sim
Descargas de águas residuais urbanas na praia e áreas de banho.	Sim	Não	Sim
A praia deve estar limpa.	Sim	Sim	Sim
Existência de recipientes para lixo na praia, em bom estado de conservação, seguros e em número adequado.	Não	Sim	Não
Estruturas para receber lixo reciclável.	Não	Sim	Não
Existência de instalações sanitárias.	Não	Não	Não
Existência de instalações de chuveiros.	Não	Não	Não
Normas relativas a cães e outros animais domésticos.	Não	Sim	Não
Um número adequado de salva-vidas deve estar disponível na praia.	Sim	Sim	Sim
A praia tem equipamento para receber pessoas com necessidades especiais.	Não	Não	Não
Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).	Sim	Sim	Não
Estação de Tratamento de Águas (ETA).	Sim	Sim	Sim
Coleta de resíduos sólidos.	Sim	Sim	Sim

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.3 Correlação entre as Variáveis Precipitação e UFC de Enterococos

As tabelas 6, 7 e 8 apresentam os valores de correlações entre pluviosidade e Enterococos relativos a cada ponto de monitoramento.

Tabela 6: Coeficiente de correlação de Pearson (R) entre as variáveis pluviosidade acumulada do domingo e análise de Enterococos aos domingos (P24).

Ponto	Ano						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rafael Costabili	0,45	0,43	0,40	0,39	0,41	0,45	0,61
Colônia do Sesc	0,57	0,53	0,40	0,62	0,55	0,47	0,36
Vista Linda	0,48	0,52	0,43	0,50	0,59	0,33	0,60
Indaiá	0,52	0,53	0,30	0,69	0,55	0,26	0,24
Rua 2	0,47	0,57	0,64	0,40	0,49	0,03	0,37
Junto ao Morro	0,47	0,69	0,39	0,33	0,13	0,06	0,62

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 7: Coeficiente de correlação de Pearson (R) entre as variáveis pluviosidade acumulada do sábado e domingo e análise de Enterococos aos domingos (P48).

Ponto	Ano						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rafael Costabili	0,48	0,40	0,34	0,10	0,29	0,26	0,48
Colônia do Sesc	0,43	0,47	0,30	0,26	0,42	0,56	0,12
Vista Linda	0,54	0,44	0,44	0,18	0,45	0,51	0,36
Indaiá	0,54	0,45	0,28	0,30	0,45	0,41	0,02
Rua 2	0,54	0,42	0,10	0,09	0,37	0,03	0,25
Junto ao Morro	0,39	0,57	0,43	0,07	0,04	0,00	0,49

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 8: Coeficiente de correlação de Pearson (R) entre as variáveis pluviosidade acumulada de sexta, sábado e domingo e análise de Enterococos aos domingos (P72).

Ponto	Ano						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rafael Costabili	0,48	0,40	0,44	0,18	0,31	0,16	0,49
Colônia do Sesc	0,47	0,46	0,41	0,27	0,38	0,44	0,14
Vista Linda	0,45	0,44	0,39	0,19	0,44	0,43	0,36
Indaiá	0,49	0,44	0,41	0,28	0,41	0,40	0,50
Rua 2	0,48	0,42	0,40	0,08	0,32	-0,03	0,27
Junto ao Morro	0,33	0,55	0,38	0,10	0,01	-0,02	0,44

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando-se os resultados referentes às tabelas 6, 7 e 8, os maiores valores de correlação, destacados na cor azul, concentram-se 69 % (P24), 21 % (P48) e 10 % (P72). Dessa forma, infere-se uma maior correlação pluviosidade X Enterococos nas últimas 24 horas antes da amostragem, razão pela qual serão utilizadas na avaliação final dos resultados.

Griffith et al. (2010) afirmam que as maiores frequências de concentrações de bactérias nas águas marinhas ocorrem dentro das 24 horas seguintes aos eventos de precipitações, principalmente quando ocorrem chuvas intensas e próximo aos locais onde encontram-se drenagens que fluem ao mar. Esses valores decaem nos três dias subsequentes.

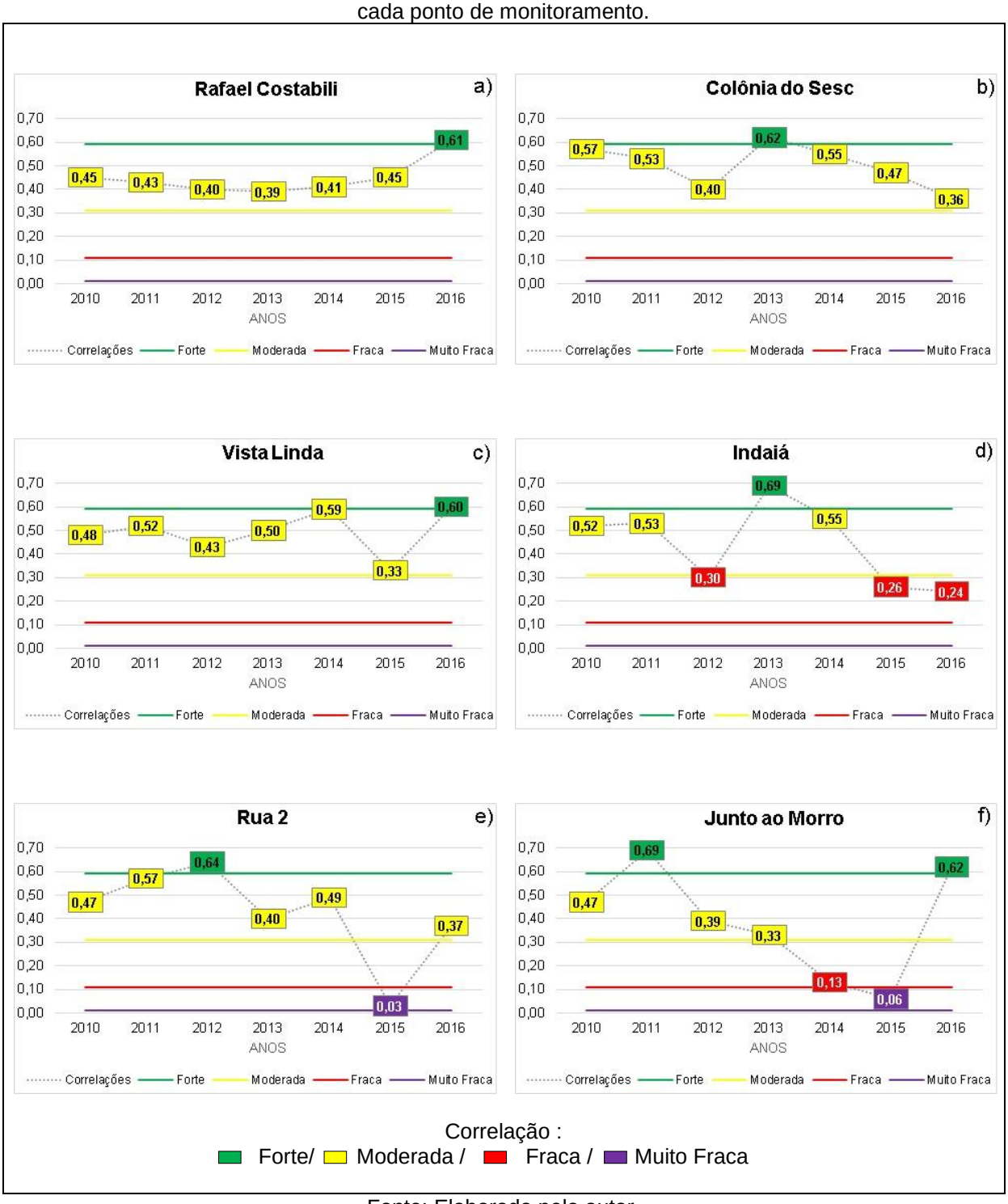
De acordo com Ackerman e Weisberg (2003), existe uma maior correlação entre pluviosidade e concentrações de bactérias nas águas salinas, quando os níveis de pluviosidade são maiores que 25 mm, sendo que o aumento significativo dessas bactérias ocorre no dia seguinte a precipitação; para chuvas com níveis entre 6 mm até 25 mm em noventa e um por cento dos eventos ocasionam uma degradação na qualidade das águas, principalmente no segundo dia pós a precipitação; já para os níveis de pluviosidades menores do que 2,5 mm praticamente não ocorre aumento nos níveis bacterianos, pois é bem mais provável a infiltração dessa quantidade de chuva no solo do que o escoamento superficial.

Em locais onde as estações de chuva e seca são bem definidas, como no sul da Califórnia, sob a vigência de clima árido, com longos períodos de seca e curta estação chuvosa, aumenta-se as preocupações em relação à qualidade dos escoamentos em comparação com áreas onde as precipitações são mais frequentes, pois as bactérias e outros contaminantes se acumulam entre os momentos de precipitações em razão do baixo escoamento dos rios (NOBLE et al., 2003).

Por outro lado, em locais com precipitações frequentes, dependendo do acúmulo das chuvas anteriores e das concentrações elevadas de bactérias, a qualidade da água não consegue se recuperar antes de um novo processo de chuva, isto é, continua degradada. Nesses casos, o tempo necessário para a melhora da qualidade da água depende da intensidade e da duração da chuva (ZHANG et al., 2013).

A figura 19 exibe o valor e a interpretação da correlação entre os índices de pluviosidade e Enterococos, nas últimas 24 horas antes da amostragem para cada um dos pontos de monitoramento ao longo do período analisado.

Figura 19 - Valor e interpretação de correlação entre as variáveis precipitação e Enterococos, para cada ponto de monitoramento.

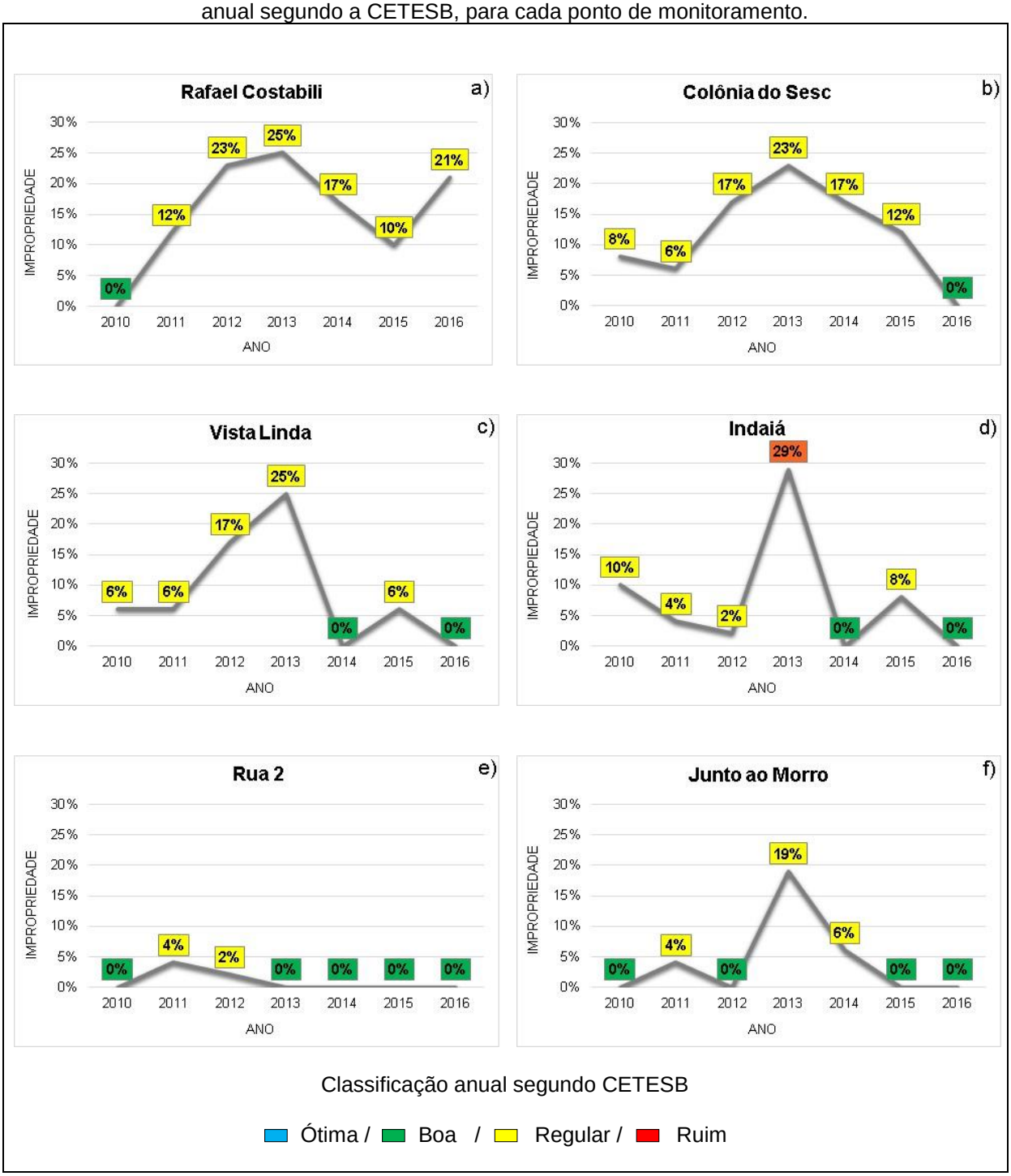


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.4 Índices de Balneabilidade: CETESB e OMS

A figura 20 exibe a porcentagem anual de balneabilidade Imprópria para banho para cada um dos pontos de monitoramento, bem como sua consequente classificação, tendo por base o conceito da CETESB.

Figura 20 - Porcentagem de balneabilidade Imprópria ao banho no período analisado e classificação anual segundo a CETESB, para cada ponto de monitoramento.



Fonte: CETESB (2011-2017a).

A tabela 9, por sua vez, ilustra a classificação anual dos pontos de monitoramento, segundo a Organização Mundial da Saúde (Tabela 3).

Tabela 9 – Classificação anual dos pontos de monitoramento segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2003).

Ano	Classificação anual segundo a OMS					
	Rafael Costabili	**Colônia do Sesc**	**Vista Linda**	**Indaiá**	**Rua 2**	**Junto ao Morro**
2010	119,40-**B**	160,80-**B**	115,20-**B**	116,00-**B**	85,80-**B**	85,00-**B**
2011	243,20-**C**	228,00-**C**	218,40-**C**	216,00-**C**	138,60-**B**	162,20-**B**
2012	266,40-**C**	244,80-**C**	157,60-**B**	132,00-**B**	38,80-**A**	57,60-**B**
2013	207,20-**C**	371,80-**C**	320,00-**C**	415,60-**C**	106,75-**B**	203,40-**C**
2014	175,00-**B**	193,25-**B**	116,95-**B**	131,45-**B**	114,80-**B**	58,25-**B**
2015	120,45-**B**	118,45-**B**	114,65-**B**	119,90-**B**	60,70-**B**	60,70-**B**
2016	121,00-**B**	107,70-**B**	109,45-**B**	84,75-**B**	39,50-**A**	64,55-**B**

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.5 Análise Integrada

Com base nos dados obtidos, elaborou-se uma análise integrada para cada um dos pontos de monitoramento, a saber:

- Rafael Costabili - Ponto 1

No que se refere ao mapa de uso da terra, o ponto 1 de monitoramento, denominado Rafael Costabili pela CETESB, possui a área urbana constituída por construções de um a três andares, sendo que em alguns pontos verificam-se edifícios com até 25 metros de altura. A distribuição em área se dá de forma compacta.

Essa região possui ligação com a rede de esgoto pública, sendo que nem todos os domicílios encontram-se ligados. Cabe destacar que esse ponto de monitoramento sofre influência do Canal de Bertioga, também monitorado pela CETESB por meio do Índice de Qualidade de Águas Costeiras – IQAC, utilizando vários parâmetros para qualificar suas águas. Dentro do período analisado (2010-2016), o IQAC apresentou em vários momentos a presença de esgotos sanitários no canal de Bertioga (CETESB, 2011-2017b).

Quando se analisa o grau de salubridade ambiental da praia, percebe-se que o grau de higidez é baixo, em função de que alguns parâmetros ambientais não são contemplados (Quadro 11). Dentre eles, destaca-se o fato de que existem corpos d'águas residuais que partem da área urbana e atingem as águas salinas.

Em termos de balneabilidade, este ponto possui avaliação anual Regular em 86% do período analisado e 14% Boa. Com efeito, ao longo dos anos analisados predominam períodos de impropriedade ao banho em até 25% do tempo (Figura 20). Esses períodos concentram-se principalmente nas épocas de verão (Anexo 1), quando há um aumento da população flutuante, associado a períodos de maior pluviosidade. Salienta-se que a relação de pluviosidade X UFC/100 mL de Enterococos (Figura 19) apresenta uma correlação moderada na maior parte do tempo, com valores concentrados na faixa de 0,45 para as 24 horas anteriores à coleta da amostra.

Dentro da avaliação relativa à saúde pública, com base nos critérios estabelecidos pela WHO (2003) - (Tabela 9), verificam-se a classe B para os anos 2010, 2014, 2015 e 2016, e classe C para os demais. Estes resultados indicam, para a classe B, um risco de 1 a 5% para os usuários contraírem doenças relacionadas à gastroenterites e de 0,3 a 1,9% às infecções respiratórias; enquanto que, para a classe C este risco aumenta de 5 a 10% para as doenças gástricas e de 1,9 a 3,9% para as doenças respiratórias febris.

- Colônia do Sesc - Ponto 2

Com relação ao mapa de uso da terra, o ponto 2 de monitoramento, denominado Colônia do Sesc pela CETESB, possui um predomínio da classe urbana, semelhante ao verificado no ponto 1, cuja diferença principal reside no fato de que a maior parte dos domicílios possui fossa séptica. O grau de salubridade ambiental da praia, também se assemelha ao do ponto 1 com baixo grau de salubridade (Quadro 11).

Chama-se a atenção de que neste ponto encontra-se a Colônia do Sesc, cuja frequência média diária é de 2.000 pessoas (SESC-BERTIOGA, 2018). Ressalta-se que nesta colônia existe uma estação de tratamento de esgoto particular, que coleta e trata a carga de esgoto produzida pelos frequentadores da colônia.

Em termos de balneabilidade, este ponto possui avaliação anual Regular em 86% do período analisado e 14% Boa. Em relação a impropriedade ao banho a

maior porcentagem foi de 23%, dentro do período analisado (Figura 20). Esses períodos concentram-se principalmente nas épocas de verão (Anexo 1). Ressalta-se que a relação de pluviosidade X UFC/100 mL de Enterococos (Figura 19) apresenta uma correlação moderada na maior parte do tempo, com valores médios de 0,50.

Em termos de saúde pública, segundo os critérios utilizados pela WHO (2003), verificam-se as mesmas condições encontradas para o ponto de monitoramento Rafael Costabili (Tabela 9).

- Vista Linda – Ponto 3

No ponto de monitoramento 3, denominado Vista Linda pela CETESB, as subclasses de ocupação se dão em forma compacta com construções de 1 a 3 andares e eventuais construções de até 25 metros. Predominam avaliações anuais Regulares em 71 % do tempo analisado e condições Boas nos 29 % restantes. Os maiores períodos de impropriedade ocorreram nos anos de 2012 e 2013, apresentando porcentagens de 17 e 25 %, respectivamente. Nos demais anos, as porcentagens foram bem abaixo das verificadas nesses dois anos referidos (Figura 20).

A estação do ano que registrou a maior porcentagem de impropriedade foi o verão (Anexo 1), tida como época tradicionalmente de chuvas. As correlações das chuvas X Enterococos apresentaram valores médios de 0,49 (Figura 19).

Em relação ao esgotamento sanitário, mesmo com a presença da ETE Vista Linda, esse ponto de monitoramento recebe maior contribuição de fossa séptica e uma parcela menor de esgoto via vala (Figuras 14 e 17).

Quanto às classes estabelecidas pela WHO (2003) para avaliação da probabilidade de contrair doenças de veiculação hídrica há um nítido predomínio da classe B (Tabela 9).

- Indaiá – Ponto 4

Dentre todos os pontos monitorados na praia da Enseada, o de número 4 denominado Indaiá pela CETESB, foi o único que apresentou uma avaliação anual Ruim, relativa ao ano de 2013 com 29% de períodos de impropriedade. Correspondendo 14% do período analisado à classe Ruim e nos demais anos, predominam a avaliação Regular em 57% do tempo e classificação Boa nos 29% restantes (Figura 20). Novamente, a época de verão é que apresenta as maiores

porcentagens de impropriedade ao banho (Anexo 1), provavelmente em razão da população flutuante e precipitação. Em termos de saúde pública as classificações concentram-se na maior parte dos anos na classe B (Tabela 9).

A forma de ocupação se dá através de eventuais edificações com até 25 metros de altura e predominância de casas (térreas e sobrados) de modo compacto. Esse ponto de monitoramento, no que se refere ao esgotamento sanitário recebe uma maior influência de fossas sépticas e rudimentares (Figuras 16 e 17). Dentro do período analisado, as correlações entre quantidade de chuva e Enterococos apresentaram valores médios de 0,44 (moderado); no entanto, o ano de 2013 foi o que apresentou maior correlação - 0,69 (Figura 19). O fato desse ponto receber maior influência de fossas e a forte correlação de chuva e Enterococos para o ano de 2013, pode justificar a classificação anual Ruim obtida para esse ano.

- Rua 2 – Ponto 5

No que se refere ao ponto de monitoramento 5, denominado Rua 2 pela CETESB, possui um predomínio da classe urbana, na qual destacam-se construções acima de 25 metros de altura, próximos à orla e construções de um a três andares, distribuídos de modo espaçado.

Sua qualificação anual (CETESB) tem predominância da classe Boa (71%) e Regular (29%), com períodos de impropriedade ao banho em apenas 4% do tempo para o ano de 2011 e 2% referente ao ano de 2012 (Figura 20). Conforme critérios da OMS, tem-se as classes A e B, sendo a única praia entre as estudadas a apresentar a classificação A (Tabela 9). Encontra-se uma explicação na gestão ambiental praticada pelo Condomínio Riviera de São Lourenço, que coleta e trata 100% do esgoto gerado, descrita por Costa et al. (2016), e sumarizada no quadro 11. Tal afirmação, relativa ao esgotamento sanitário, encontra respaldo na figura 13.

Os poucos momentos de impropriedade verificados estão relacionados às épocas de férias e feriados prolongados (Anexo 1), nas quais há um aumento significativo da população flutuante principalmente durante o verão (COSTA et al., 2016). A correlação entre precipitação X Enterococos se dá de forma moderada, com média de 0,42 (Figura 19).

- Junto ao Morro – Ponto 6

O ponto de monitoramento número 6, denominado Junto ao Morro pela CETESB, tem sua ocupação de modo espaçado com predomínio de construções de 1 a 3 andares e eventualmente prédios com até 25 metros de altura.

Esse ponto reflete condições semelhantes aos pontos de monitoramento da praia da Enseada, pela influência do bairro Jardim São Lourenço, no qual o sistema de esgoto sanitário predominante é de fossa séptica (Figura 17; Quadro 11). Dessa forma, as condições de balneabilidade Regulares (43%) verificadas, podem ser creditadas às condições de saneamento do referido bairro, diferente da praticada no Condomínio Riviera de São Lourenço, para o restante dos anos sua classificação foi Boa em 57% do tempo. Dentro do período analisado, a maior porcentagem de tempo de impropriedade (19%), ocorreu no ano de 2013 (Figura 20).

Os momentos de impropriedade relacionam-se às épocas de verão (Anexo 1), com correlações de chuvas e Enterococos (Figura 19) variando de forte a fraca com média de 0,38. Em termos de saúde pública, quanto a possibilidade de contrair doenças de veiculação hídrica todos os anos contemplam a classe B, exceto o ano de 2013 com a classe C (Tabela 9).

4.2.5.1 Comparação Entre os Pontos de Monitoramento e Praias

Neste subitem, pretende-se realizar uma comparação, em termos de índice de balneabilidade, entre os pontos de monitoramento estudados, as praias Enseada e São Lourenço, e outras praias com índices de balneabilidade em excelência.

Sem dúvida alguma, o ponto de monitoramento número 5 (Rua 2), praia de São Lourenço, é o que apresenta as melhores condições para banho e, por consequência, baixa probabilidade de se contrair doenças de veiculação hídrica. Destaca-se que, ao longo do período analisado, foi o único que apresentou avaliação A, segundo critérios da WHO (2003). Vale a pena enfatizar, mais uma vez, que esses resultados são frutos da gestão ambiental praticada pelo Condomínio Riviera de São Lourenço, analisada em detalhe por Costa et al. (2016).

Numa escala decrescente, o ponto Junto ao Morro (número 6 nesta dissertação) apresenta índices de balneabilidade predominantemente Bons, alternados a momentos Regulares, com condições pouco favoráveis de se contrair doenças relacionadas às práticas de banho. Os períodos de avaliações Regulares são influenciados pelas condições de saneamento inadequadas do bairro Jardim São Lourenço, materializadas principalmente nas épocas de veraneio.

Com relação à praia da Enseada, os pontos Indaiá (número 4), Vista Linda (número 3) e Colônia do Sesc (número 2) possuem condições semelhantes, tanto em relação à classificação anual da CETESB quanto à classificação da OMS. Essas condições refletem o sistema de esgotamento sanitário praticado nessas localidades com predomínio de fossas sépticas e, secundariamente, esgotos via vala e fossa rudimentar. Ressalta-se que esses pontos de monitoramento possuem classificação inferior aos da praia de São Lourenço.

Quanto ao ponto de monitoramento Rafael Costabili (número 1), por possuir rede geral de coleta de esgotos, este deveria apresentar melhores condições de balneabilidade em comparação aos demais da praia da Enseada. Entretanto, conclui-se que tal fato não se verifica, em função de três fatores:

- Representa o núcleo urbano, residencial e comercial, mais antigo do município, onde se concentra boa parte da população;
- Nem todos os domicílios estão ligados à rede de esgoto;
- Influência das condições sanitárias do Canal de Bertioga, que recebe a contribuição do Rio Itapanhaú, no qual são lançados os efluentes tratados das ETEs, além da contribuição da ocupação antrópica ao longo dessa bacia hidrográfica.

Dentro do quadro acima delineado, em termos de balneabilidade de contato primário, a praia de São Lourenço reúne melhores condições que a praia da Enseada, em função da gestão ambiental praticada no Condomínio Riviera de São Lourenço. Seguindo esse mesmo raciocínio, Ariza, Jiménez e Sadá (2008) ressaltam a importância de um gerenciamento das áreas costeiras pelos municípios, pois geralmente o turismo é a principal atividade para o setor econômico local. Entre as principais preocupações para com esse gerenciamento estão a qualidade das águas e areias, a adequação de serviços e a limpeza da praia. Quando esse gerenciamento realizado pelo município é eficiente, existe grande possibilidade dessa praia ser premiada, como por exemplo com a certificação Bandeira Azul, refletindo uma maior procura pelos turistas e moradores de segunda residência, que buscam praias com maior qualidade.

Com efeito, no município de Guarujá-SP, a praia do Tombo apresenta resultados excelentes em termos de balneabilidade (DIAS, 2017). Trata-se de uma praia certificada pelo Programa Bandeira Azul (IAR, 2016) no qual são exigidas condições de saneamento ambiental, que impede a existência de períodos de

impropriedade para o banho durante a época do verão brasileiro (período vigente do Programa Bandeira Azul). Ressalta-se, contudo, que mesmo não sendo exigidas, as condições de alta higidez nessa praia são mantidas ao longo dos demais meses do ano. A diferença desta gestão para a do Condomínio Riviera de São Lourenço, é que na praia do Tombo há uma participação efetiva da Prefeitura Municipal do Guarujá; ao contrário, na de São Lourenço a iniciativa é particular.

Na Espanha, a praia Santa Cristina, também certificada pela Bandeira Azul, apresentou o melhor resultado no Índice de Qualidade de Praia - IQP, desenvolvido por Ariza et al. (2010), comparando-se a cinco praias da Espanha. No que se refere a qualidade da água (item que compõe o IQP), todas as praias estudadas tiveram ótimos resultados devido ao processo de tratamento de esgoto aplicado nas últimas décadas.

Em Qingdao (China), local que foi utilizado nos jogos olímpicos de Pequim na modalidade para velas, foram realizados investimentos na infraestrutura em relação ao esgotamento sanitário a fim de proteger a qualidade das águas para as competições, por consequência a qualidade das águas vem demonstrando melhoras nos últimos anos (ZHANG et al., 2013).

Korajkic, Browneel e Harwood (2010), enfatizam a importância dos esforços colaborativos das ferramentas científicas utilizadas para avaliar as águas recreacionais e identificar as fontes de poluições, e a necessidade de os governos locais estarem envolvidos na busca de restaurar a qualidade das águas para os seus devidos usos.

Identificar as fontes poluidoras prejudiciais à qualidade das águas é um importante passo para entender e gerenciar os problemas relacionados a balneabilidade, algumas dessas fontes são: épocas de chuvas, vazamentos de esgotos sanitários, falhas em fossas sépticas e concentrações de animais, como exemplo pássaros, cães entre outros (SCHIFF; MORTON; WEISBERG, 2003).

Conforme Korajkic, Brownell e Harwood (2010), elevados números de microrganismos de origem fecal nas águas recreacionais, podem ter efeitos prejudiciais na saúde pública e trazer dificuldade econômica local.

5. CONCLUSÕES

A temática “Balneabilidade de Recreação Primária” é uma das mais relevantes em termos de saúde pública e turismo, pois atividades recreacionais aquáticas são praticadas em águas doces, salobras e salinas, em nível mundial.

No Brasil, sob a influência de um clima tropical e paisagens costeiras exuberantes, a atividade turística em cidades praianas representa um segmento importante para o setor econômico do país. Com efeito, geram-se empregos e rendas ao longo do ano, na medida em que esta prática se dá tanto por turistas nacionais quanto pelos estrangeiros. Ressalta-se, contudo, que o maior apelo turístico ocorre ao longo dos meses do verão brasileiro.

Para que esta atividade ganhe cada vez mais força, é necessário que haja um efetivo controle da qualidade da água marinha em termos de microrganismos patogênicos, a fim de se evitar que banhistas sejam acometidos por doenças de transmissão hídrica, causando problemas principalmente no aparelho intestinal. Via de regra, os microrganismos patogênicos atingem as águas salinas por meio das excretas de pessoas ou animais (CRAPEZ, 2008), oriundos das áreas urbanas quando o sistema de coleta e tratamento do esgoto gerado não é totalmente eficiente.

O objetivo principal desta dissertação foi o de caracterizar o modo de apropriação da planície costeira de Bertioga, em termos de sua urbanização e implantação do sistema de coleta e tratamento do esgoto, tanto pelo setor público quanto pelo privado. De posse dos modelos adotados, pode-se inferir a respeito de suas influências diretas na balneabilidade de cada um dos seis pontos monitorados e compará-los entre si, no período compreendido entre 2010-2016.

Para alcançar esses objetivos, foram adotados os seguintes procedimentos:

- Elaboração do mapa de uso e ocupação da terra para as praias da Enseada e São Lourenço;
- Para a classe urbana identificada, foram elaborados mapas censitários relativos ao sistema de esgoto sanitário, bem como chave de classificação dos tipos de domicílios presentes;
- Quadro simplificado dos principais parâmetros ambientais relativos à gestão praticada na orla costeira das praias estudadas;
- Coleta e organização dos dados relativos à pluviosidade nas últimas 24, 48 e 72 horas antes das amostragens, dentro do período de análise;

- Coleta e organização dos dados relativos aos períodos Próprios e Impróprios para banho, para cada ponto de monitoramento, ao longo dos anos analisados;
- Correlações estatísticas dos dados semanais de Enterococos com os períodos de chuva, tendo sido selecionados os dados relativos às últimas 24 horas, por apresentarem melhores correlações;
- Integração, análise e interpretação dos dados relativos a cada ponto de monitoramento.

Em termos de avaliação da balneabilidade anual, segundo critérios CETESB, e da probabilidade de contrair doenças de transmissão hídrica, de acordo com a Organização Mundial da Saúde, destacam-se as seguintes conclusões:

- Ao longo dos anos analisados, o de 2013 é o que apresenta impropriedade anual para banho na maioria dos pontos de monitoramento, a exceção feita ao de número 5 (Rua 2, praia de São Lourenço). Segundo a CETESB esses momentos de impropriedades concentraram-se nas épocas de chuva e maior afluxo de turistas (CETESB, 2014a).
- a praia de São Lourenço oferece melhores condições para banho que a da Enseada, no período compreendido entre 2010-2016, em razão da gestão ambiental praticada no Condomínio Riviera de São Lourenço;
- em termos de pontos de monitoramento, nesse mesmo período, o da Rua 2 da praia de São Lourenço é o que apresenta melhor qualificação, seguido do ponto Junto ao Morro. Para a praia da Enseada, em ordem decrescente, tem-se: Vista Linda, Indaiá, Colônia do Sesc e Rafael Costabili.

Pelo fato do município de Bertioga ser uma estância balneária, a praia da Enseada merece uma atenção maior por parte do setor público municipal, tendo em vista que a praia de São Lourenço possui uma gestão privada em sua maior parte.

Dentre as recomendações plausíveis, sugere-se, de imediato, a instalação de um sistema eficiente de coleta e tratamento de esgotos com ligação efetiva em todos os domicílios da praia da Enseada e no bairro Jardim São Lourenço, que localmente exerce uma influência direta no ponto Junto ao Morro. Adicionalmente, propõem-se as seguintes condutas para um meio ambiente mais sadio:

- atividades de educação ambiental principalmente durante as temporadas de verão, com uma maior divulgação referente à qualidade da balneabilidade das 150 praias monitoradas;
- código de conduta e normas ambientalmente corretas nas áreas das praias, acompanhadas de fiscalização;
- existência de recipientes para lixo reciclável e orgânico na praia, em bom estado de conservação, seguros e em número adequado, regularmente esvaziados e limpos;
- existência de instalações sanitárias e chuveiros em número suficiente;
- existência de equipamentos adequados para receber pessoas com necessidades especiais.

Para finalizar esta autora gostaria de transcrever um pensamento filosófico emitido por Confúcio [551 a.C - 479 a.C], pois esta dissertação foi concebida e desenvolvida sob a égide do desenvolvimento sustentável: *"Se você tem metas para um ano, plante arroz. Se você tem metas para 10 anos, plante uma árvore. Se você tem metas para 100 anos, então eduque uma criança. Se você tem metas para 1.000 anos, então preserve o Meio Ambiente"*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKERMAN, D.; WEISBERG, S.B. Relationship between rainfall and beach bacterial concentrations on Santa Monica Bay beaches. **Journal of Water and Health**. v.1, n.2, p.85-89. 2003.

AFONSO, C.M. **A paisagem da Baixada Santista**: urbanização, transformação e conservação. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, 2006. 309p.

APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da Ciência: filosofia e prática da pesquisa**. 2 ed. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2012. 226p.

ARAGONÉS, L.; LÓPEZ, I.; PALAZÓN, A.; LÓPEZ-ÚBEDA, R.; GARCÍA, C. Evaluation of the quality of coastal bathing waters in Spain through fecal bactéria *Escherichia coli* and *Enterococcus*. **Science of the Total Environment**. v. 566-567, p. 288-297, 2016.

ARIZA, E., JIMÉNEZ, J.A., SARDÁ, R. A critical assessment of beach management on the Catalan coast. **Ocean & Coast Management**. v. 51, n. 2, p. 141-160, 2008.

ARIZA, E., JIMENEZ, J.A., SARDA, R., VILLARES, M., PINTO, J., FRAGUELL, R., ROCA, E., MARTI, C., VALDEMORO, H., BALLESTER, R., FLUVIA, M. Proposal for an integral quality for urban and urbanized beaches. **Environmental Management**. v. 45, n. 5, p. 998-1013, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 274, de 29 de Novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, nº 18 de 25 de Janeiro de 2001, Seção 1, páginas 70 - 71. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=todos. Acesso em: 04 out. 2017.

CARVALHO, A.R.; OLIVEIRA, M.V.C. **Princípios Básicos do Saneamento do Meio.** São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2004.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo 2010**. São Paulo: CETESB, 2011a. 159p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2010**. São Paulo: CETESB, 2011b. 298p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo 2011**. São Paulo: CETESB, 2012a. 193p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2011**. São Paulo: CETESB, 2012b. 356p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo 2012**. São Paulo: CETESB, 2013a. 189p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2012**. São Paulo: CETESB, 2013b. 370p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo 2013**. São Paulo: CETESB, 2014a. 213p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2013**. São Paulo: CETESB, 2014b. 434p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo 2014**. São Paulo: CETESB, 2015a. 223p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2014**. São Paulo: CETESB, 2015b. 540p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo 2015**. São Paulo: CETESB, 2016a. 188p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2015**. São Paulo: CETESB, 2016b. 562p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade das Praias no Estado de São Paulo 2016**. São Paulo: CETESB, 2017a. 183p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade das Águas Costeiras no Estado de São Paulo 2016**. São Paulo: CETESB, 2017b. 178p. Disponível em: http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Cetesb_QualidadeAguasCosteiras_2016_22-05_Impresso.pdf. Acesso em: 16 set. 2017.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: http://cetesb.sp.gov.br/blog/2018/01/30/cetesb-lanca-novo-aplicativo-da-qualidade-das-praias/. Acesso em: 08 fev. 2018.

COSTA, R.A.; SAAD, A.R.; VARGAS, R.R.; DALMAS, F.B. A Gestão Ambiental Aplicada ao Condomínio Riviera de São Lourenço, Município de Bertioga – SP, e seus Reflexos no Índice de Balneabilidade da Praia de São Lourenço. **Revista Geociências - UNG**, Guarulhos, SP, v. 15, n. 1, p. 94-109, 2016.

CRAPEZ, M.A.C. Microrganismos. In: Baptista Neto, J.A.; Wallner Kersavach, M.; Patchineelam, S.M. (Orgs). **Poluição Marinha**. Rio de Janeiro. Interciência, 2008, p. 21-42.

CWQ - CALIFORNIA WATER QUALITY MONITORING COUNCIL. Disponível em: http://www.mywaterquality.ca.gov/safe_to_swim/trends/index2.html Acesso em: 06 nov. 2016.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br/Default.aspx?dadosorigem=Pluviom%C3%A9tricos&ugrhi=UGRHI&cidadeugrhi=BAIXADA%20SANTISTA&prefixoposto=E3-040 Acesso em: 23 out. 2017.

DIAS, R.C.F. **Adoção do índice de balneabilidade de contato primário como parâmetro de avaliação das condições sanitárias da praia do Tombo, município de Guarujá - SP**. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Análise Geoambiental da Universidade Guarulhos. 2017.

EEA - EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. Disponível em: http://www.eea.europa.eu/about-us Acesso em: 08 jan. 2017.

EPA - US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Disponível em: https://www.epa.gov/history Acesso em: 06 nov. 2016.

FATMA - FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: http://www.fatma.sc.gov.br/conteudo/informacoes-2 Acesso em: 06 nov. 2016.

FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Manual de saneamento**. 3ª ed. Brasília: Fundação Nacional da Saúde, 2006. 408p.

GODOY, O.A. **Avaliação da Presença de Cianobactérias em Efluentes de Sistema de Tratamento de Esgotos Sanitários por Lagoas de Estabilização Associadas a Tratamento Físico-Químico**. 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. 2007.

GOOGLE EARTH. **Imagens de Satélite**. EUA. 2016.

GOOGLE EARTH. **Imagens de Satélite**. EUA. 2017.

GRIFFITH, J.F.; SCHIFF, K.C.; LYON, G.S.; FUHRMAN, J.A. Microbiological water quality at non-human influenced reference beaches in southern California during wet weather. **Marine Pollution Bulletin**. v.60, n.4, p.500-508, 2010.

HARARI, J.; FERREIRA, F.R.; DEGASPARI, F.A.; SARTOR, S.M. Modelagem Numérica da Hidrodinâmica e da Dispersão de Esgoto na Baía de Santos, SP. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, RS, v. 18, n. 1, p. 205-214, 2013.

HIRAI, F.M. **O uso de dados de precipitação e qualidade da água no gerenciamento de recursos hídricos com vistas à balneabilidade**. 2014. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

IAP - INSTITUTO AMBIENTEL DO PARANÁ. Disponível em: http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=297 Acesso em: 06 nov. 2016.

IAR - INSTITUTO AMBIENTES EM REDE. Disponível em: http://www.bandeiraazul.org.br/wp-content/uploads/2016/06/Crit%C3%A9rios-BA-Praias-2016.pdf Acesso em: 21 de Nov. de 2016.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de uso da terra**. Manuais técnicos em geociências. Rio de Janeiro: IBGE, 3ª ed., 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/bertioga/panorama Acesso em: 18 jan. 2018.

INEA - INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/Portal/MegaDropDown/Monitoramento/Qualidadedaagua/Praias/index.htm&lang= Acesso em: 06 nov. 2016.

JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 720p.

KORAJKIC, A.; BROWNELL, M.J.; HARWOOD, V.J. Investigation of human sewage pollution and pathogen analysis at Florida Gulf coast Beaches. **Journal of Applied Microbiology**. v.110, n.1, p.174-183, 2010.

MARTINS, V.M. **Relação solo-relevo-substrato geológico na planície costeira de Bertioga (SP)**. 2009. 273 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.

MONTONE, R.C.; BÍCEGO, M.C. Indicadores Químicos de Esgotos. In: Baptista Neto, J.A.; Wallner Kersavach, M.; Patchineelam, S.M. (Orgs). **Poluição Marinha**. Rio de Janeiro. Interciência, 2008, p. 397-412.

NATAL, D.; MENEZES, R.M.T.; MUCCI, J.L.N. Fundamentos da Ecologia Humana. In PHILIPPI Jr. A. (Editor). **Saneamento, Saúde e Ambiente**: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP.: Manole, 2005, p. 57-86.

NOBLE, R.T.; WEISBERG, S.B.; LEECASTER, M.K.; McGEE, C.D.; DORSEY, J.H.; VAINIK, P.; OROZCO-BORBÓN, V. Storm effects on regional beach water quality along the southern California shoreline. **Journal of Water and Health**. v.1, n.1, p.23-31, 2003.

NUVOLARI, A. **Dicionário de saneamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 336p.

PADILHA, S.R.; DALMAS, F.B; VARGAS, R.R.; COSTA, R.A.; SAAD, A.R. Avaliação das condições de balneabilidade da praia da Enseada (Bertioga/SP), no período compreendido entre 2004 e 2013. **Revista Geociências - UNG**, v. 16, n. 1, p. 25-45, 2017.

PHILIPPI Jr, A.; PELICONE, M.C.F. **Educação Ambiental e sustentabilidade**. 2ª ed. Barueri, SP: Manole, 2014. 1004p.

POLIS - PROJETO LITORAL SUSTENTÁVEL – DESENVOLVIMENTO COM INCLUSÃO SOCIAL. **Diagnostico Urbano Sócio Ambiental Município de Bertioga**. 2013. Disponível emhttp://litoralsustentavel.org.br/category/diagnosticos/ Acesso em: 06 nov. 2016.

PORTUGAL. Decreto-Lei nº 113, de 23 de maio de 2012. Relativa à gestão da qualidade das águas balneares. Disponível em: http://snirh.pt/snirh/_divulgacao/legislacao/site/verlei.php?id=21086 Acesso em: 06 nov. 2016.

PMB - PREFEITURA DO MUNICÍPIO BERTIOGA ESTÂNCIA BALNEÁRIA SP. Disponível em: http://www.bertioga.sp.gov.br/servicos-online/servicos-para-o-cidadao/historia/ Acesso em: 06 nov. 2016.

PSB - PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE BERTIOGA 2010. Disponível em: http://www.saneamento.sp.gov.br/pms/ugrhi07/pms_bertioga.pdf Acesso em: 21 jan. 2018

PSB - PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE BERTIOGA 2017. Disponível em: http://www.bertioga.sp.gov.br/wp-content/uploads/2017/11/PLANO-MUNICIPAL-DE-SANEAMENTO.pdf Acesso em: 21 jan. 2018

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT/FAPESP, 1997. Mapas e Relatório.

RWQC - RECREATIONAL WATER QUALITY CRITERIA. 2012. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/rwqc2012.pdf Acesso em: 06 nov. 2016.

SAATY, T.L. Exploring the interface between hierachies, multiple objectives and fuzzy sets. **Fuzzy Sets and Systems**. v.1, n.1, p.57-68, 1978.

SAATY, T.L. Axiomatic foundation of the Analytic Hierarchy Process. **Management Science**. v. 32, n. 7, p. 841-855, 1986.

SAATY, T.L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**. v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.

SABESP - COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Obras de Aproveitamento da Bacia do Rio Itapanhaú para Abastecimento da RMSP** - Processo IMPACTO 166/15. Prime Engenharia. 2015. Disponível em: http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=613 Acesso em: 04 out. 2017.

SARTORI, G.T.; BERGAMASCHI, G.; SANSOLO, D.G. Análise da Paisagem e Fragilidade Ambiental em Sig: Contribuição ao Zoneamento do Parque Estadual da Restinga de Bertioga (Bertioga - SP). In: VIII Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, 2015, Curitiba - PR. **Anais...** VIII CBUC, 2015.

SCHIFF, K.C.; MORTON, J.; WEISBERG, S.B. Retrospective evaluation of shoreline water quality along Santa Monica Bay beaches. **Marine Environmental Research**. v.56, n.1-2, p.245-253, 2003.

SELT - SECRETARIA DE ESPORTE, LAZER E TURISMO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Praias Paulistas.** São Paulo: SELT. 2010.

SEMA - SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS. Disponível em: http://www.sema.ma.gov.br/site/laudos Acesso em: 06 nov. 2016.

SEMACE - SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: http://www.semace.ce.gov.br/?s=balneabilidade Acesso em: 06 nov. 2016.

SESC-BERTIOGA. Disponível em: https://centrodeferias.sescsp.org.br/sobre-sesc-bertioga.html Acesso em: 21 jan. 2018.

SILVA, T.A. **Análise da Influência dos Emissários Submarinos na balneabilidade das Praias da Região Metropolitana da Baixada Santista - SP**. 2014. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SMA - SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE – GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade Ambiental 2012.** São Paulo: SMA/CPLA, 2012. 235p.

SMA - SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE – GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade Ambiental 2015.** São Paulo: SMA/CPLA, 2015. 274p.

SNIRH - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS. Disponível em: http://snirh.apambiente.pt/index.php?idMain=1&idItem=2.1 Acesso em: 06 nov. 2016.

SOBRINHO, P.A. Processos de Tratamento de Esgoto no Litoral Paulista - Precondicionamento para a Disposição Oceânica. In LAMPARELLI, C.C.; ORTIZ, J.P. (Editores). **Emissários Submarinos**: Projeto, Avaliação de Impacto Ambiental e Monitoramento. São Paulo, SP.: SMA, 2006, p. 59-71.

SOLUÇÕES PARA CIDADES. Iniciativas Inspiradoras, Riviera. Vol 12. **Planejamento urbano eficiente para oferecer água de alta qualidade e tratar 100% do efluente gerado: Riviera de São Lourenço – SP**. ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland - Programa Soluções para Cidades. Disponível em: http://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2014/03/AF_12_RIVIERA.pdf Acesso em 02 out 2016.

SOUZA, C.R.G.; HIRUMA, S.T.; SALLUN, A.E.M.; RIBEIRO, R.R.; SOBRINHO, J.M.A. **"Restinga"- Conceitos e Empregos do Termo no Brasil e Implicações na Legislação Ambiental**. São Paulo: Instituto Geológico, 2008.

SOUZA, C.R.G; LOPES, E.A.; MOREIRA, M.G. Coastal plain and low-medium slope sub-biomes: a new approach based on studies developed in Bertioga (SP). **Brazilian Journal of Ecology**. v. 1/2, p.1-13, 2009.

STEVENSON, W.J. **Estatística aplicada à administração**. 1 ed. São Paulo: Editora Harbra, 2001. 495p.

STEWART, I.D; OKE, T.R. Local Climate Zones for Urban Temperature Studies. **Bulletin of the American Meteorological Society**. v. 92, p. 1879-1900, 2012.

SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Sedimentar e Áreas Afins**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1998. 1.222p.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Editora Blucher, 2003. 400p.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2005.

TUCCI, C.E.M. Urbanização e Recursos Hídricos. In **Águas do Brasil**: Análise estratégica (BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. Organizadores). São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. p. 113-132.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 452p.

ZHANG, W.; WANG, J.; FAN, J.; GAO, D.; JU, H. Effects of rainfall on microbial water quality on Qingdao No. 1 Bathing Beach, China. **Marine Pollution Bulletin**. v.66, v.1-2, p.185-190, 2013.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for safe recreational environments volume 1 coastal and fresh Waters**. Geneva. World Health Organization, 2003. 219 p.