



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Monique Oliveira Lopes

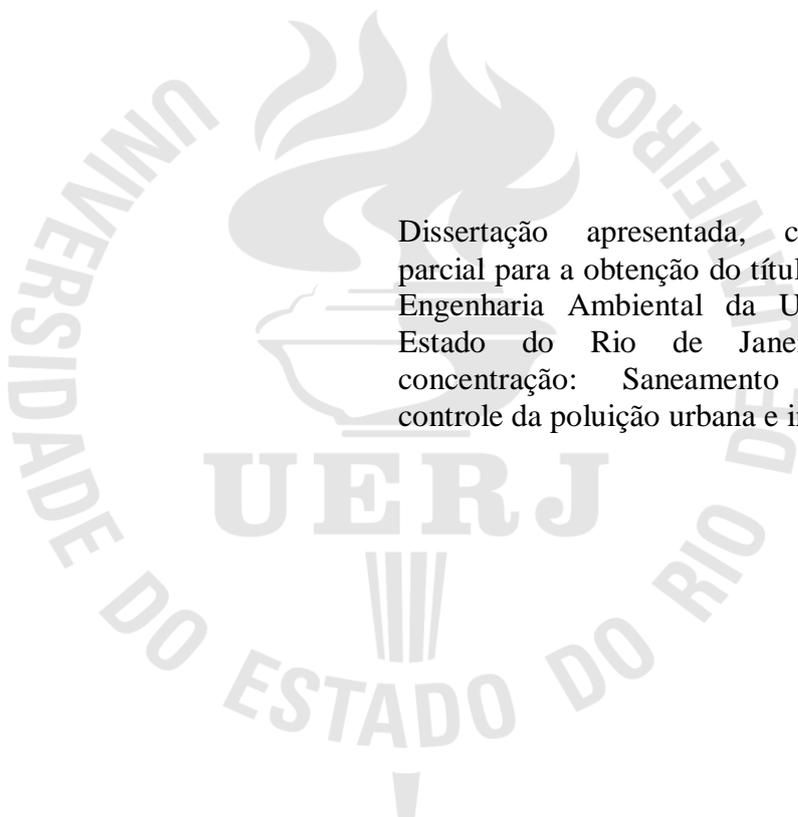
**Diagnóstico ambiental dos rios da Prata e Catumbi e balneabilidade da  
praia: estudo de caso em Muriqui, Mangaratiba - RJ**

Rio de Janeiro

2014

Monique Oliveira Lopes

**Diagnóstico ambiental dos rios da Prata e Catumbi e balneabilidade da praia: estudo de caso em Muriqui, Mangaratiba - RJ**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento ambiental - controle da poluição urbana e industrial

Orientador: Prof. Dr. Olavo Barbosa Filho

Coorientador: Prof. Dr. Gandhi Giordano

Rio de Janeiro

2014

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
**UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B**

L864 Lopes, Monique Oliveira.  
Diagnóstico ambiental dos rios da Prata e Catumbi e balneabilidade da praia: estudo de caso em Muriqui, Mangaratiba – RJ / Monique Oliveira Lopes. – 2014.  
161f.

Orientador: Olavo Barbosa Filho  
Coorientador: Gandhi Giordano  
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia Ambiental. 2. Água - Poluição - Muriqui, balneário (RJ) -  
Dissertações. I. Barbosa Filho, Olavo. II. Giordano, Gandhi. III. Universidade  
do Estado do Rio de Janeiro. IV. Título.

CDU 504.5(815.3)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Monique Oliveira Lopes

**Diagnóstico ambiental dos rios da Prata e Catumbi e balneabilidade da praia: estudo de caso em Muriqui, Mangaratiba - RJ**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento ambiental - controle da poluição urbana e industrial

Aprovada em 11 de abril de 2014.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Olavo Barbosa Filho (Orientador)  
Faculdade de Engenharia – UERJ

---

Prof. Dr. Gandhi Giordano (Coorientador)  
Faculdade de Engenharia – UERJ

---

Prof. Dr. Adacto Otonni  
Faculdade de Engenharia – UERJ

---

Dr. Roberto de Barros Emery Trindade  
PETROBRÁS

Rio de Janeiro

2014

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Renato e Valéria, que me proporcionaram uma educação baseada no amor e sempre me apoiaram nas minhas decisões.

E ainda ao meu marido Marconi e aos nossos filhos Renato e Miguel, que em muitos momentos foram privados da minha presença para que eu pudesse me dedicar aos estudos.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu marido, pelo eterno apoio e revisão deste trabalho.

Aos meus filhos, por compreenderem a minha ausência.

A meus pais, pela constante confiança, paciência, carinho e apoio.

Aos professores Dr. Olavo Barbosa Filho e Dr. Gandhi Giordano, pela orientação durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao vereador e presidente da câmara dos vereadores de Mangaratiba, Dr. Pedro Bertino Capixaba, pelo apoio e disponibilização de documentos e informações necessárias para a realização desta monografia.

À Secretária de Meio Ambiente, Agricultura e Pesca da prefeitura de Mangaratiba, Dr<sup>a</sup>. Natacha Isabela Torezani Kede e sua equipe de trabalho, que gentilmente forneceram dados e informações importantes sobre o município.

Ao Secretário de Saúde da prefeitura de Mangaratiba, Dr. Sérgio Rabinovicci, que disponibilizou os dados dos atendimentos do Posto Municipal de Saúde de Muriqui.

À empresa TECMA – Tecnologia em Meio Ambiente, pelo treinamento em metodologia de coletas.

À empresa QualyLab – Análises Laboratoriais, pelo patrocínio das análises físicas, químicas e biológicas realizadas durante todo o estudo.

À empresa REMI – Locação de Máquinas e Equipamentos, pelo empréstimo do veículo para as coletas.

À professora Dr<sup>a</sup>. Daniele Bila, por disponibilizar livre acesso ao laboratório de engenharia sanitária da UERJ (LES).

Ao professor Dr. João Alberto, pela orientação com relação aos resíduos sólidos.

À Professora Dr<sup>a</sup>. Rosa Maria Formiga, pelas discussões e orientações sobre a gestão dos recursos hídricos.

À amiga Luciene, pela ajuda com os gráficos do Excel.

À amiga Fernanda Vissirini, pelo auxílio com os dados pluviométricos.

Ao amigo Patrick Araujo da Rocha, que me “abriu algumas portas” na prefeitura municipal de Mangaratiba.

Aos Professores que ministraram com todo o carinho e dedicação as matérias da grade do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, e aos meus colegas de classe, que em muitas vezes me deram forças para concluir esta jornada.

## RESUMO

LOPES, Monique Oliveira. **Diagnóstico ambiental dos Rios da Prata e Catumbi e balneabilidade da praia: estudo de caso em Muriqui, Mangaratiba – RJ**. 2014. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Faculdade de Engenharia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

A constante exploração da água de forma descontrolada tem comprometido a sua qualidade e quantidade para os seus diversos fins, dentre os quais se destaca o uso recreativo por contato primário. O presente estudo levanta um problema frequente no litoral brasileiro: cidades que recebem um elevado número de visitantes em determinados períodos do ano e sofrem crises ambientais por conta da mudança drástica no volume populacional, já que a população flutuante dificulta a gestão de insumos públicos como o abastecimento de água potável, os serviços de saúde, o descarte de lixo e o tratamento de esgoto, sendo muitas vezes responsável por uma poluição local. Nesse sentido, utilizou-se como modelo o balneário de Muriqui, distrito de Mangaratiba, no Estado do Rio de Janeiro, e objetivou-se diagnosticar a poluição hídrica e a balneabilidade da praia. A metodologia empregada para o desenvolvimento desta pesquisa foi baseada em pesquisas bibliográficas, por trabalhos técnico-científicos publicados, livros e instrumentos legais, e em um plano de amostragem. . Foram também realizadas visitas às secretarias municipais para recolher dados atuais sobre o município. Por fim, para confrontar os resultados analíticos obtidos em campo, realizou-se uma investigação da série histórica da pluviosidade das estações pluviométricas mais próximas ao distrito de Muriqui. Para verificar a qualidade da água da praia e dos dois rios que desembocam nela, foi realizado um plano de amostragem com coletas quinzenais, às segundas-feiras pela manhã, entre setembro de 2012 e agosto de 2013, totalizando 25 campanhas. Em cada campanha foram coletados cinco pontos de amostragem: três na praia de Muriqui, um no Rio da Prata e outro no Rio Catumbi. Assim, realizou-se o monitoramento de parâmetros físicos, químicos e biológicos, com o intuito de compará-los aos valores permitidos pelas legislações vigentes e correlacioná-los entre si para verificar o nível de degradação dos corpos hídricos da região. Constatou-se com o estudo que o ponto no Rio da Prata é o mais deteriorado e impactado pela ação antrópica, já que estava localizado mais próximo à sua foz. A avaliação da qualidade da água da praia indicou que o local apresentava condições excelentes de balneabilidade em 96% do período monitorado, apresentando apenas um episódio impróprio para banho. De modo geral, verificou-se com a pesquisa que alguns parâmetros demonstraram episódios característicos de poluição difusa por esgoto sanitário, aparentemente em estado inicial de degradação.

Palavras-chave: Monitoramento ambiental; População flutuante; Turismo costeiro; Gestão por bacia hidrográfica; Saneamento básico.

## ABSTRACT

LOPES, Monique Oliveira. **Environmental diagnosis of Prata and Catumbi rivers and the balneability of the beach: a study in Muriqui, Mangaratiba – RJ**. 2014. 161 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Faculdade de Engenharia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

The continuous and uncontrolled exploitation of water resources has compromised the water quality and quantity available for several uses, particularly those involving primary contact for recreational purposes. This work focuses a widespread problem on the Brazilian coast: cities that receive large numbers of visitors during some periods of the year and face environmental crisis due to drastic changes in population. Such population fluctuations tend to disrupt the public management of services such as water supply, health services, solid wastes disposal and sewage treatment, causing the pollution of those areas. Muriqui beach resort, a town in Mangaratiba, in Rio de Janeiro State, was chosen as a model for this study, whose objective is to diagnose the hydric pollution and the balneability of the beach. The adopted methodology was based on a literature survey encompassing scientific papers, specialized books and relevant government documents, standards and laws. The literature survey was complemented by an environmental monitoring program with water sample collection and analysis over an one year period. Samples were collected twice a month on Monday mornings, from September 2012 to August 2013, totalizing 25 field incursions. In each collection, five sampling points previously selected were covered: three points at the beach, one at Prata river and other at Catumbi river, both composing the water system of Muriqui. Physical, chemical and biological parameters were monitored, the resulting data being compared with the tolerance limits specified on the government standards, so as to verify the occurrence and, if so, the degree of environmental degradation of those water bodies (rivers and beach). Some municipal organs were also visited for gathering updated data about the town. In order to confront the water samples analyses, a time series of pluviosity was also obtained from pluviometric monitoring stations on the vicinity of Muriqui. Overall, the results of this study demonstrated that the sampling point of Prata river was the most degraded, as it was located very close to the beach. The assessment of the beach water quality indicated that the site still presented excellent balneability during 96% of the monitored period, and it was improper only once. During the studied period, some parameters indicated low levels of diffuse pollution promoted by domestic sewage, apparently in an initial degradation stage.

Keywords: Environmental monitoring; Fluctuating population; Beach resorts; Coast tourism; Management by river basin; Basic Sanitation.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.1:</b> Distribuição da água no planeta.....	26
<b>Figura 1.2:</b> Precipitação média anual do Brasil (histórico de 1961 à 2007).....	28
<b>Figura 1.3:</b> Distribuição da água doce e da população nas regiões do Brasil .....	29
<b>Figura 1.4:</b> Distribuição das chuvas anuais no estado do Rio de Janeiro.....	29
<b>Figura 1.5:</b> Consumo de água no mundo .....	30
<b>Figura 1.6:</b> Regiões hidrográficas brasileiras .....	32
<b>Figura 1.7:</b> Localização da Bacia Hidrográfica do Guandu.....	34
<b>Figura 2.1:</b> Localização da área de estudo.....	64
<b>Figura 2.2:</b> Crescimento populacional no município de Mangaratiba, no estado do Rio de Janeiro e no país, entre os anos de 1991 e 2007.....	65
<b>Figura 2.3:</b> Número de escolas em Mangaratiba em 2009.....	68
<b>Figura 2.4:</b> Dados do Serviço de Saúde em Mangaratiba em 2009.....	68
<b>Figura 2.5:</b> Número de atendimentos no posto municipal e saúde em Muriqui no ano de 2013.....	69
<b>Figura 2.6:</b> Balneário de Muriqui com vegetação preservada ao fundo.....	70
<b>Figura 2.7:</b> Localização de Muriqui e dos postos pluviométricos de Ibicuí e de Coroa Grande.....	72
<b>Figura 2.8:</b> Dados pluviométricos das estações de Ibicuí e Coroa Grande entre os anos de 1990 e 2012.....	73
<b>Figura 2.9:</b> Média pluviométrica mensal das estações de Ibicuí e Coroa Grande.....	74
<b>Figura 2.10:</b> Localização dos seis distritos do município de Mangaratiba.....	75
<b>Figura 2.11:</b> Produto Interno Bruto de Mangaratiba em 2009 (valores em Reais)..	76
<b>Figura 2.12:</b> Tipos de abastecimentos de água nos domicílios particulares permanentes no município de Mangaratiba.....	77
<b>Figura 2.13:</b> Sistema de saneamento básico nos domicílios particulares permanentes urbanos e rurais no município de Mangaratiba.....	80
<b>Figura 2.14:</b> Destino final do esgoto doméstico no município de Mangaratiba.....	81
<b>Figura 2.15:</b> Fotos dos Rios Catumbi e da Prata.....	83
<b>Figura 2.16:</b> Destino final do resíduo sólido (lixo) nos domicílios particulares permanentes no município de Mangaratiba.....	85

<b>Figura 2.17:</b> Localização do vazadouro de lixo em Mangaratiba - fotos tiradas em 08/09/2012. ....	86
<b>Figura 2.18:</b> Antigo lixão municipal, fotos tiradas em 04/12/2013.....	87
<b>Figura 3.1:</b> Croqui da localização dos pontos de amostragem no distrito de Muriqui.....	90
<b>Figura 3.2:</b> Material separado para coleta.....	93
<b>Figura 3.3:</b> Proteção nos frascos para análises microbiológicas .....	94
<b>Figura 3.4:</b> Coleta para coliformes termotolerantes no Rio da Prata em 08/10/2012 .....	95
<b>Figura 3.5:</b> Coletas no Rio da Prata nos dias 24/09/2012 e 08/10/2012.....	97
<b>Figura 3.6:</b> Coleta na praia de Muriqui em 22/10/2012.....	98
<b>Figura 3.7:</b> Material coletado e refrigerado em 13/12/2012, a ser entregue ao laboratório....	99
<b>Figura 4.1:</b> Distribuição dos valores de temperatura das águas doces (°C) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.....	102
<b>Figura 4.2:</b> Distribuição dos valores de temperatura das águas salinas (°C) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.....	103
<b>Figura 4.3:</b> Distribuição dos valores de temperatura das águas (°C) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.. .....	104
<b>Figura 4.4:</b> Distribuição dos valores de pH das águas doces referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013. ....	105
<b>Figura 4.5:</b> Distribuição dos valores de pH das águas salinas referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013 .....	106
<b>Figura 4.6:</b> Distribuição dos valores de pH das águas referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.....	107
<b>Figura 4.7:</b> Distribuição dos valores de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ a $25^\circ\text{C}$ ) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013 .....	109
<b>Figura 4.8:</b> Distribuição dos valores de turbidez das águas doces (NTU) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.....	111
<b>Figura 4.9:</b> Distribuição dos valores de turbidez das águas salinas (NTU) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.....	112
<b>Figura 4.10:</b> Distribuição dos valores de turbidez das águas (NTU) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.. .....	112
<b>Figura 4.11:</b> Distribuição dos valores de coliformes termotolerantes das águas doces (NPM/100mL) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.....	114

<b>Figura 4.12:</b> Distribuição dos valores de coliformes termotolerantes das águas salinas (NPM/100mL) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.....	115
<b>Figura 4.13:</b> Distribuição dos valores de coliformes termotolerantes (NPM/100mL) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013 .....	116
<b>Figura 4.14:</b> Distribuição dos valores de óleos e graxas das águas doces (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013 .....	117
<b>Figura 4.15:</b> Distribuição dos valores de óleos e graxas das águas salinas (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.....	118
<b>Figura 4.16:</b> Distribuição dos valores de óleos e graxas (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013. ....	119
<b>Figura 4.17:</b> Distribuição dos valores de OD (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.....	120
<b>Figura 4.18:</b> Distribuição dos valores de DBO (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.....	122
<b>Figura 4.19:</b> Distribuição dos valores de nitrogênio amoniacal (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013. ....	124
<b>Figura 4.20:</b> Distribuição dos valores de NTK (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.....	126
<b>Figura 4.21:</b> Distribuição dos valores de fósforo total (mg/L de P) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013. ....	128
<b>Figura 4.22:</b> Distribuição dos valores de salinidade (g/Kg) em 29/07/2013 e 12/08/2013. .	130

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.1:</b> Desenvolvimento das Políticas de Recursos Hídricos pelo Brasil.....	24
<b>Tabela 1.2:</b> Classificação dos países quanto à sua disponibilidade de água doce.....	27
<b>Tabela 1.3:</b> Possíveis divisões de uma bacia hidrográfica .....	31
<b>Tabela 1.4:</b> Fatores que influenciam a balneabilidade.....	40
<b>Tabela 1.5:</b> Doenças relacionadas a deficiências no abastecimento de água ou na disposição de dejetos. ....	43
<b>Tabela 1.6:</b> Limites de coliformes termotolerantes, E. coli e enterococos por 100 mL de água, para cada categoria. ....	46
<b>Tabela 2.1:</b> Distribuição da população nos distritos de Mangaratiba. ....	66
<b>Tabela 2.2:</b> Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M).....	67
<b>Tabela 2.3:</b> Mananciais de abastecimento de água no município de Mangaratiba.....	78
<b>Tabela 3.1:</b> Localização dos pontos de amostragem em Muriqui.....	89
<b>Tabela 3.2:</b> Parâmetros relacionados a cada ponto de amostragem.....	92
<b>Tabela 3.3:</b> Locais das análises laboratoriais até a 8 <sup>a</sup> campanha.....	100
<b>Tabela 4.1:</b> Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de temperatura das águas (°C) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013 .....	104
<b>Tabela 4.2:</b> Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de pH das águas referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013 .....	108
<b>Tabela 4.3:</b> Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de condutividade elétrica (µS/cm a 25°C) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013 .....	110
<b>Tabela 4.4:</b> Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de turbidez das águas (NTU) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013 .....	113
<b>Tabela 4.5:</b> Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de coliformes termotolerantes (NPM/100mL) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.....	116

<b>Tabela 4.6:</b> Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de óleos e graxas (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013 .....	119
<b>Tabela 4.7:</b> Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de OD (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013 .....	121
<b>Tabela 4.8:</b> Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de DBO (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013 .....	123
<b>Tabela 4.9:</b> Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de nitrogênio amoniacal (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013 .....	125
<b>Tabela 4.10:</b> Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de NTK (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013 .....	127
<b>Tabela 4.11:</b> Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de fósforo total (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013 .....	129
<b>Tabela 4.12:</b> Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de salinidade (g/Kg) em 29/07/2013 e 12/08/2013 .....	131
<b>Tabela 4.13:</b> Classificação da qualidade da água bruta dos rios da Prata e Catumbi (IQA) referente ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013 .....	132
<b>Tabela A.1:</b> Resultados analíticos do plano de amostragem.....	148
<b>Tabela B.1:</b> Valores adotados para o cálculo do IQA do Rio da Prata.....	152
<b>Tabela C.1:</b> Valores adotados para o cálculo do IQA do Rio Catumbi .....	153
<b>Tabela AA.1:</b> Limites máximos permitidos para as 4 classes de águas doces segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005.....	154
<b>Tabela BB.1:</b> Dados pluviométricos da estação de Ibicuí entre os anos de 1989 e 2012 .....	158
<b>Tabela CC.1:</b> Dados pluviométricos da estação de Coroa Grande entre os anos de 1989 e 2012.....	166

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APA	Área de Proteção Ambiental
BH	Bacia Hidrográfica
CBH	Comitês de Bacias Hidrográficas
CBH-Guandu	Comitê da Bacia Hidrográfica Guandu
CBTS	Conselho Brasileiro para o Turismo Sustentável
CEDAE	Companhia Estadual de Água e Esgotos
CEPERJ	Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação do Rio de Janeiro
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRH	Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Pernambuco
CIDE	Fundação Centro de Informações de Dados do Rio de Janeiro
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
FECAM	Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento Urbano
FGV	Fundação Getúlio Vargas
GAP	Galeria de Águas Pluviais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IH	Instituto de Hospitalidade
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IQA	Índice de Qualidade da água
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MS	Ministério da Saúde
MT	Ministério do Turismo
NTK	Nitrogênio Total de Kjeldahl
OD	Oxigênio Dissolvido
OG	Óleos e Graxas

PBH`S	Planos de Bacia Hidrográfica
PERH	Política Estadual de Recursos Hídricos
PERHI	Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro
PNDU	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNT	Política Nacional de Turismo
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PROHIDRO	Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos
PROSAB	Programa de Pesquisa em Saneamento Básico
Q7/10	Vazão mínima de recorrência de 10 anos (base para outorgas de RH)
Q95	Vazão com 95% de frequência
RES	Rede de Esgoto Sanitário
RH	Recursos Hídricos
RMRJ	Região Metropolitana do Rio de Janeiro
SEGRH	Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SEIRHI	Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro
SNGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
TCE/RJ	Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro
TSE	Tribunal Superior Eleitoral
UNEP	United Nations Environment Programme
WHO	World Health Organization

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>1. RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL: GESTÃO, IMPACTOS ANTRÓPICOS E USO ECONÔMICO</b> .....	22
<b>1.1. Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil</b> .....	22
1.1.1. <u>Excesso e escassez de água</u> .....	26
1.1.2. <u>Caracterização de bacia hidrográfica e suas subdivisões</u> .....	31
1.1.2.1. Regiões hidrográficas .....	32
<b>1.2. Impactos Antrópicos</b> .....	34
1.2.1. <u>Urbanização e suas consequências sobre os Recursos Hídricos</u> .....	36
1.2.1.1. Secas e enchentes .....	37
1.2.1.2. Esgotos domésticos .....	38
1.2.1.3. Pluviosidade e sua interferência sobre os cursos e corpos d'água .....	38
1.2.1.4. Fatores que influenciam a balneabilidade da praia .....	39
1.2.1.5. Outros .....	41
1.2.2. <u>Processo de eutrofização</u> .....	41
1.2.3. <u>Doenças relacionadas à água</u> .....	42
1.2.4. <u>Qualidade e deterioração das águas</u> .....	44
1.2.4.1. Implicações legais .....	45
1.2.4.2. Parâmetros de qualidade .....	47
1.2.4.2.1. Temperatura .....	47
1.2.4.2.2. pH .....	48
1.2.4.2.3. Condutividade elétrica .....	48
1.2.4.2.4. Turbidez .....	48
1.2.4.2.5. Sólidos .....	49
1.2.4.2.6. Coliformes Termotolerantes .....	49
1.2.4.2.7. Óleos e graxas .....	50
1.2.4.2.8. Oxigênio Dissolvido (OD).....	50
1.2.4.2.9. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	51
1.2.4.2.10. Demanda Química de Oxigênio (DQO) .....	52
1.2.4.2.11. Nutrientes .....	52
1.2.4.2.11.1. Nitrogênio .....	53

1.2.4.2.11.2. Fósforo .....	53
<b>1.3. Usos econômicos da água .....</b>	<b>54</b>
1.3.1. <u>Gestão ambiental no turismo</u> .....	54
1.3.2. <u>História do turismo</u> .....	56
1.3.3. <u>Relação de dependência entre o turismo e o meio ambiente</u> .....	56
1.3.4. <u>Impactos ambientais do turismo</u> .....	58
1.3.4.1. <u>Impactos Positivos</u> .....	58
1.3.4.2. <u>Impactos Negativos</u> .....	60
1.3.5. <u>Medidas atenuantes aos impactos do turismo</u> .....	61
<b>2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>62</b>
2.1. <b>Histórico do município de Mangaratiba</b> .....	62
2.2. <b>Localização geográfica e característica populacional</b> .....	63
2.3. <b>Indicadores sociais</b> .....	66
2.3.1. <u>Índice de desenvolvimento humano (IDH)</u> .....	66
2.3.2. <u>Educação</u> .....	67
2.3.3. <u>Saúde</u> .....	68
2.4. <b>Características físicas</b> .....	70
2.4.1. <u>Vegetação</u> .....	70
2.4.2. <u>Clima</u> .....	71
2.4.3. <u>Pluviosidade</u> .....	71
2.4.4. <u>Usos do solo</u> .....	74
2.5. <b>Características socioeconômicas</b> .....	76
2.6. <b>Infra Estrutura de Saneamento Básico</b> .....	76
2.6.1. Abastecimento de água potável.....	77
2.6.2. Esgotamento sanitário .....	79
2.6.3. Manejo das águas pluviais .....	84
2.6.4. Resíduos sólidos.....	84
<b>3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO E OPERACIONAL.....</b>	<b>89</b>
3.1. <b>Técnica da pesquisa</b> .....	89
3.2. <b>Descrição dos pontos de coleta</b> .....	89
3.3. <b>Período de amostragem</b> .....	90
3.4. <b>Parâmetros analisados</b> .....	91
3.5. <b>Metodologia de coleta</b> .....	92
3.5.1. <u>Preparo e organização para a coleta</u> .....	92

3.5.2. <u>Coleta de água superficial</u> .....	94
3.5.2.1. Parâmetros microbiológicos.....	94
3.5.2.2. Parâmetros físicos e químicos.....	96
3.5.2.2.1. Coleta nos rios.....	96
3.5.2.2.2. Coleta na praia.....	98
3.5.3. <u>Acondicionamento e transporte das amostras</u> .....	99
3.6. <b>Índice de Qualidade da Água (IQA)</b> .....	100
<b>4. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO</b> .....	102
4.1. <b>Temperatura</b> .....	102
4.2. <b>Potencial Hidrogeniônico (pH)</b> .....	105
4.3. <b>Condutividade elétrica</b> .....	108
4.4. <b>Turbidez</b> .....	110
4.5. <b>Coliformes Termotolerantes</b> .....	113
4.6. <b>Óleos e graxas</b> .....	117
4.7. <b>Oxigênio Dissolvido (OD)</b> .....	120
4.8. <b>Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)</b> .....	121
4.9. <b>Nitrogênio Amoniacal</b> .....	123
4.10. <b>Nitrogênio total de Kjeldahl (NTK)</b> .....	125
4.11. <b>Fósforo total</b> .....	127
4.12. <b>Salinidade</b> .....	129
4.13. <b>Correlação entre os parâmetros</b> .....	131
<b>CONCLUSÃO E SUGESTÕES</b> .....	133
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	136
<b>APÊNDICE A – RESULTADOS ANALÍTICOS DO PLANO DE AMOSTRAGEM</b> ....	148
<b>APÊNDICE B – CÁLCULO DO IQA PARA O RIO DA PRATA (R1)</b> .....	152
<b>APÊNDICE C – CÁLCULO DO IQA PARA O RIO CATUMBI (R5)</b> .....	153
<b>ANEXO A – LIMITES MÁXIMOS PERMITIDOS PARA ÁGUAS DOCE SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA N.º 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005</b> .....	154
<b>ANEXO B – DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA ESTAÇÃO DE IBICUÍ</b> .....	158
<b>ANEXO C – DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA ESTAÇÃO DE COROA GRANDE</b> ..	166

## **INTRODUÇÃO**

### **PROBLEMÁTICA E JUSTIFICATIVA**

A água é usada pelo homem para diversos fins: abastecimento público, irrigação de culturas agrícolas, dessedentação de animais, geração de energia, navegação, pesca, recreação e lazer, entre outras. Sabe-se que a água doce disponível no Brasil e no mundo está distribuída de forma irregular, tanto no espaço quanto no tempo. Além disso, o ritmo acelerado de exploração tem comprometido a mesma em qualidade e a quantidade para os seus diversos usos.

Para controlar o uso das águas no Brasil, foi criado em 1934, pelo Decreto nº 24643, o Código de Águas, primeira legislação para a gestão das águas no país, porém com uma visão ainda limitada de gestão, que direcionava a água para o fornecimento de energia elétrica por hidroelétricas. Entretanto, o surgimento de uma pressão ambientalista, associado a uma crescente indisponibilidade de água de qualidade, levaram à necessidade de uma reestruturação dessa gestão, definindo usos prioritários, de forma a assegurar tanto a quantidade como a qualidade deste recurso natural. Assim, criou-se a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei Federal nº 9433, de 8 de janeiro de 1997. Esta lei veio estabelecer a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão; o reconhecimento da água como um bem finito e vulnerável de valor econômico; a gestão integrada, descentralizada e participativa; e os usos múltiplos da água (BRASIL, 1997).

Seguindo esse caminho de gestão das águas, foram implantadas no Brasil diversas leis para a sua preservação. Com foco na qualidade, objetivo de estudo deste trabalho, destacam-se a Resolução CONAMA nº 357/2005, com as suas alterações e complementações, e a Resolução CONAMA nº 274/2000. A primeira regulamenta o enquadramento dos corpos hídricos segundo seus usos preponderantes em treze classes de qualidade e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes; a segunda trata das águas destinadas à balneabilidade e estipula critérios para a sua classificação. Soma-se a essas duas Resoluções a Portaria do Ministério da Saúde nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, fatores que, porém, não integram a proposta desta pesquisa.

Às margens da costa brasileira surgiram as primeiras civilizações e é uma tendência nacional o uso destas cidades para o turismo. Isso é justificado pela sua proximidade com o

mar para o lazer e recreação, o contato com a natureza, as belezas naturais, entre outros motivos. No entanto, estas cidades estão muitas vezes fadadas a viver concomitantemente com a glória da alta visitação e a poluição de suas águas.

É uma característica própria esses balneários litorâneos possuírem uma considerável flutuação populacional. Nessas regiões percebe-se uma grande disparidade entre a população fixa e a flutuante, que aumenta durante as estações de veraneio, feriados, finais de semana e férias escolares.

Idealmente, a infraestrutura dos serviços de saneamento básico e de saúde pública de lugares como esses deveria ser capaz de absorver os impactos decorrentes dos aumentos populacionais transitórios, sem comprometer a qualidade ambiental e a da saúde das populações envolvidas (GIORDANO, 1999). Porém, ainda segundo o autor, o aumento das atividades turísticas nos últimos anos associado à acelerada expansão imobiliária conduziu a situações bastante precárias em termos de desenvolvimento urbano, de saúde pública e de proteção ao meio ambiente.

Eis a situação brasileira motivadora do presente trabalho, que procura abordar estas questões a partir da realidade encontrada no balneário de Muriqui, distrito do município de Mangaratiba, localizado na região da Costa Verde do estado do Rio de Janeiro.

Localizado numa faixa estreita de terra entre a serra e o mar, Muriqui possui nas indústrias do turismo e de veraneio sua principal sustentação financeira (MANGARATIBA, 2012). É uma região caracterizada por um aumento de duas a três vezes da população local nos feriados, finais de semana e férias escolares (MANGARATIBA, 2013a). Não possui um sistema de esgotamento sanitário adequado, além de se destacar por um precário sistema de abastecimento de água potável.

Com o intuito de analisar os impactos antrópicos da região, durante 12 meses foram coletadas amostras na praia de Muriqui e nos rios da Prata e Catumbi, que desembocam no mar. Foram feitas análises físicas, químicas e biológicas, de forma a verificar o grau de poluição hídrica e gerar um diagnóstico da balneabilidade da praia, comparando os resultados obtidos com a legislação vigente.

## **OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral desta monografia é promover um diagnóstico da poluição hídrica e da balneabilidade da praia de Muriqui, região costeira do estado do Rio de Janeiro.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Como objetivos específicos têm-se:

- ✓ Monitorar os rios da Prata e Catumbi com parâmetros físicos, químicos e biológicos;
- ✓ Monitorar a praia de Muriqui com parâmetros físicos, químicos e biológicos;
- ✓ Avaliar a ação antrópica nos corpos hídricos;
- ✓ Levantar os principais problemas ambientais no município;
- ✓ Verificar como a prefeitura tem se organizado, de forma a resolver os problemas de saneamento básico;
- ✓ Sugerir ações recuperadoras e conservacionistas dos recursos naturais da área de estudo.

## **NATUREZA DA METODOLOGIA**

A metodologia empregada para o desenvolvimento desta monografia baseou-se em uma pesquisa bibliográfica e coleta de amostras, sendo a primeira consistida em um estudo de trabalhos técnico-científicos publicados, livros pertinentes ao assunto e instrumentos legais. Para confrontar os resultados analíticos obtidos em campo, realizou-se uma investigação da série histórica da pluviosidade de estações pluviométricas próximas ao distrito de Muriqui. Além disso, foram realizadas visitas às Secretarias Municipais de Planejamento, de Saúde e de Meio Ambiente para recolher dados atualizados do município.

Para verificar a qualidade hídrica da praia e dos rios que desembocam nela, foram feitas coletas dessas águas da seguinte maneira:

✓ Para o estudo da praia de Muriqui: coletas quinzenais em três pontos de amostragem, distribuídas simetricamente ao longo da praia, sendo analisados seis parâmetros: temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, coliformes termotolerantes, óleos e graxas (OG) e salinidade.

✓ Para o estudo do Rio da Prata: um ponto de coleta quinzenal, o mais próximo à desembocadura, porém sem a interferência da maré, sendo analisados 11 parâmetros: temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, condutividade elétrica, coliformes termotolerantes, óleos e graxas (OG), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio amoniacal, nitrogênio total de Kjeldahl (NTK), e fósforo total.

✓ Para o estudo do Rio Catumbi: foi utilizada a mesma metodologia empregada para o Rio da Prata, com um ponto de coleta quinzenal, o mais próximo à desembocadura, porém sem a interferência da maré, sendo analisados 11 parâmetros: temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, condutividade elétrica, coliformes termotolerantes, óleos e graxas (OG), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio amoniacal, nitrogênio total de Kjeldahl (NTK), e fósforo total.

Com os resultados de 25 campanhas foi possível avaliar a qualidade das águas, comparando-as com os valores permitidos pela legislação vigente e correlacionando-as entre si, com as condições climáticas e populacionais.

## **ESTRUTURA DA MONOGRAFIA**

Além da presente introdução, esta monografia está dividida em mais quatro capítulos.

No capítulo 1 destacam-se os principais assuntos pertinentes aos recursos hídricos, como a sua disponibilidade e distribuição; o planejamento e controle da sua utilização; a caracterização da bacia hidrográfica e seu uso como ferramenta de gestão; a urbanização e suas consequências; as doenças relacionadas à água; os seus padrões e parâmetros de qualidade; e o turismo como uma forma de utilização econômica da água, incluindo os seus impactos positivos e negativos ao meio ambiente.

No capítulo 2, apresenta-se a área de estudo, sua história, localização geográfica, suas características físicas, socioeconômicas e a infraestrutura de saneamento básico.

O capítulo 3, procedimento metodológico e operacional, discorre sobre a metodologia de pesquisa empregada durante os 12 meses de pesquisa.

A análise e discussão dos resultados obtidos durante as 25 campanhas realizadas no Rio da Prata, na praia de Muriqui e no Rio Catumbi são apresentadas no capítulo 4. Todos os parâmetros físicos, químicos e biológicos foram analisados individualmente e correlacionados, com o intuito de aferir o grau de impacto causado pela ação do homem no corpo hídrico.

Conclusão e sugestões são apresentadas na sequência, com um parecer da situação da balneabilidade da praia de Muriqui, uma avaliação dos rios e sugestões para estudos posteriores e ações recuperadoras e conservacionistas.

# **1. RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL: GESTÃO, IMPACTOS ANTRÓPICOS E USO ECONÔMICO**

## **1.1. GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL**

Até meados do século passado achava-se que a água era um produto infinito, com alto grau de depuração por seus meios naturais. Em consequência disso, nunca houve uma preocupação da população em relação à conservação desse recurso natural. Porém, há algumas décadas começou-se a verificar o surgimento de problemas relacionados à escassez de água de boa qualidade e de fácil tratamento, e hoje especula-se que no futuro ela será responsável por conflitos armados mundiais.

A distribuição irregular da água doce nas diferentes regiões do planeta, associada à sua má exploração e alta demanda para o consumo da população, são fatores que têm contribuído para intensificar a sua escassez em diversas regiões. Sabe-se hoje que os procedimentos realizados pela natureza para depurar a água são extremamente lentos, frágeis e bastante limitados.

Inicialmente a gestão das águas no Brasil era restrita, focada unicamente ao fornecimento de energia elétrica por hidroelétricas. O Código de Águas, instituído em 10 de julho de 1934 pelo Decreto nº 24643, e considerado como a primeira legislação para a gestão hídrica no Brasil, objetivava controlar e incentivar o chamado “aproveitamento industrial das águas”, criando medidas que facilitassem e garantissem o seu aproveitamento racional para a geração de energia elétrica (BRASIL, 1934).

É curioso comparar as mudanças efetuadas no decorrer de 80 anos. Nossa realidade fala em cobrança pelo uso da água, enquanto em seu artigo 34, o Código de Águas assegurava o uso gratuito de qualquer corrente ou nascente de água; dos 205 artigos existentes nesse documento, 66 tratam diretamente da chamada “indústria hidroelétrica”, enquanto a atualidade nos remete à obtenção de energias mais limpas e menos impactantes ao meio ambiente, como as energias eólica e solar.

Por outro lado, esse decreto já preconizava, em seu artigo 108, a possibilidade do uso das águas de chuva, e em seu artigo 110, considerava a contaminação das águas como infração, e determinava que o infrator, além de responder criminalmente, poderia ser multado. De fato, esse último só viria a ser concretizado 64 anos mais tarde, com a criação da Lei nº 9605, conhecida como a lei de crimes ambientais, de 12 de fevereiro de 1998, que

finalmente determinaria as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

Por 63 anos a gestão das águas no Brasil foi baseada no já mencionado Código de Águas. Porém, iniciou-se na década de 70 um período de pressão ambientalista que, associada a uma crescente indisponibilidade de água doce, e da poluição dos cursos d'água, levou à necessidade de uma reestruturação da gestão e de se definir usos prioritários deste recurso natural, em nível regional e nacional, de forma a assegurar tanto a sua quantidade como a qualidade para os seus usuários. Assim criou-se a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei Federal nº 9433, de 8 de janeiro de 1997, que previu “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (BRASIL, 1997).

Essa nova gestão das águas no Brasil foi baseada no modelo criado pela França, país pioneiro em relação ao controle e preservação desse recurso (JOHNSON, 2014). De forma geral, a PNRH marcou mudanças administrativas e de gerenciamento dos recursos hídricos, baseando-se no gerenciamento integrado da qualidade e quantidade desses recursos. Esta política veio estabelecer a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão; o reconhecimento da água como um bem finito e vulnerável de valor econômico; a gestão integrada, descentralizada e participativa; e os usos múltiplos da água (BRASIL, 1997).

A PNRH definiu cinco instrumentos para o gerenciamento das águas no país:

- I. os Planos de Recursos Hídricos;
- II. o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos;
- III. a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- IV. a cobrança pelo uso; e
- V. o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Segundo Tucci (2001), o sistema criado se sobrepôs, mas não se opôs à estrutura administrativa existente. Segundo este autor, a Lei manteve as competências dos sistemas existentes, criando somente os organismos necessários à execução das novas atividades, que, por terem base territorial diferentes da divisão político-administrativa do país, não poderiam ser exercidas pelos pré-existentes. Um exemplo disso foi a criação em 17 de julho de 2000 da Lei nº 9984. Essa Lei criou a Agência Nacional de Águas (ANA) com a incumbência de implementar a PNRH e coordenar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH).

Destaca-se que a primeira jurisdição brasileira a implementar a sua Política de Recursos Hídricos foi o estado de São Paulo, em 30 de dezembro de 1991, com a Lei nº 7663. Nota-se que esta lei foi criada seis anos antes da própria Lei Federal nº 9433/1997. A **tabela 1.1** mostra que outros nove estados também instituíram as suas leis antes da Lei Federal. O fato é explicado por Tucci, Hespanhol e Cordeiro Netto (2001), com a declaração de que a PNRH esteve em discussão no Congresso Nacional desde 1991.

Tabela 1.1: Desenvolvimento das Políticas de Recursos Hídricos pelo Brasil.

Estado	Nº da Lei	Data da criação	Estado	Nº da Lei	Data da criação
São Paulo	7663	30/12/1991	Mato Grosso	6945	05/11/1997
Ceará	11996	24/07/1992	Alagoas	5965	11/11/1997
Pará	5793	04/01/1994	Maranhão	7052	22/12/1997
Acre	1117	26/01/1994	Espírito Santo	5818	30/12/1998
Santa Catarina	9748	30/11/1994	Rio de Janeiro	3239	02/08/1999
Minas Gerais	11504	20/06/1994	Paraná	12726	26/11/1999
Rio Grande do Sul	10530	30/12/1994	Piauí	5165	17/08/2000
Bahia	6855	12/05/1995	Distrito Federal	2725	13/06/2001
Rio Grande do Norte	6908	01/07/1996	Rondônia	255	25/01/2002
Paraíba	6308	02/07/1996	Mato Grosso do Sul	2406	29/01/2002
<b>FEDERAL</b>	<b>9433</b>	<b>08/01/1997</b>	Tocantins	1307	22/03/2002
Pernambuco	11426	17/01/1997	Amapá	686	07/06/2002
Goiás	13123	16/07/1997	Roraima	547	23/06/2006
Sergipe	3870	25/09/1997	Amazonas	3167	28/08/2007

Fonte: COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA, 2014.

O Estado do Rio de Janeiro foi o 18º estado brasileiro a criar a sua Política de Recursos Hídricos, com a Lei nº 3239, de 02 de agosto de 1999. Esta Lei instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e criou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH). Em seu artigo 3º, a lei destaca seus objetivos:

- I. harmonizar os usos múltiplos da água, garantindo a sua disponibilidade com padrão de qualidade adequado;
- II. assegurar o prioritário abastecimento da população;
- III. prevenir e defender contra eventos hidrológicos críticos;
- IV. integrar esforços para soluções regionais de proteção, conservação e recuperação dos corpos hídricos;
- V. buscar a recuperação e prevenção dos ecossistemas aquáticos e a conservação da biodiversidade dos mesmos; e
- VI. promover a despoluição dos corpos hídricos e aquíferos.

Bem similar aos instrumentos dispostos pela Lei nº. 9433/1997, a PERH do Rio de Janeiro apontava sete instrumentos de gestão:

- I. o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI);
- II. o Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos (PROHIDRO);
- III. os Planos de Bacia Hidrográfica (PBH'S);
- IV. o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes dos mesmos;
- V. a outorga do direito de uso dos recursos hídricos;
- VI. a cobrança aos usuários pelo uso dos recursos hídricos; e
- VII. o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRHI).

Chama-se a atenção na **tabela 1.1** ao fato de que os últimos estados que criaram as suas políticas de recursos hídricos foram os localizados na região Norte. Inicialmente pensou-se que esse atraso seria pelo fato de se tratar da região do país com maior disponibilidade hídrica e menor concentração de população, como será mostrado na **figura 1.3**, portanto, especulou-se que ela era a região a apresentar menos conflitos pelo uso da água. Porém, em entrevista com a Dr<sup>a</sup> Rosa Maria Formiga Johnsson, diretora de gestão das águas e do território do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), descobriu-se que essa era uma visão equivocada da situação (JOHNSSON, 2014). Segundo a diretora, a região Norte possui também conflitos pela água, não em termos de quantidade, mas de qualidade e de seus usos múltiplos. As águas próximas aos grandes centros urbanos têm a sua qualidade comprometida pela ação antrópica, e a navegação fluvial, principal meio de transporte da região, é afetada pela presença das hidroelétricas.

De maneira geral, vale ressaltar que todas as leis estaduais em vigor atualmente preveem o instrumento da outorga e a constituição de Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), entretanto, ainda segundo a diretora do INEA, é fácil criar os PERH e os CBH's, a dificuldade se encontra em conseguir da administração pública o comprometimento para fazer os instrumentos de gestão funcionarem.

Isso explica porque o Brasil tem diferentes níveis de avanço na gestão das águas nos seus 26 estados e no Distrito Federal. Todos possuem as suas próprias leis para a gestão da água, porém elas se apresentam de diferentes formas e com diversos níveis de progresso em suas aplicações. Nesse sentido, Tucci, Hespanhol e Cordeiro Netto (2001) citam os casos do Ceará, São Paulo e Rio Grande do Sul, estados pioneiros na implantação dos sistemas de

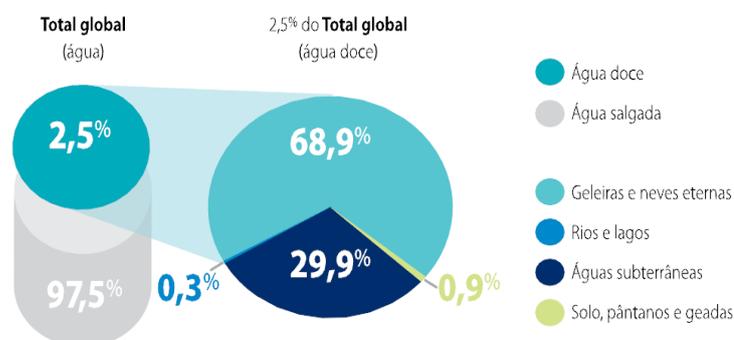
gestão das águas, e que, segundo os autores, foram responsáveis por influenciar a concepção do SNGRH do País.

### 1.1.1. EXCESSO E ESCASSEZ DE ÁGUA

Desde os primeiros seres humanos, até algumas décadas, o homem pensava que o planeta Terra era tão vasto que suas atividades não causavam efeitos na água, terra ou ar (BAIRD; CANN, 2011). Era uma ideia equivocada, pois já constatamos que excedemos esta capacidade de recarga do planeta. Embora a água seja um recurso renovável, através do seu ciclo hidrológico, percebe-se que a sua oferta não cresce o suficiente para suprir toda a demanda, existindo um *déficit* cada vez mais acentuado pelo seu uso irracional e desperdícios.

Sabe-se que cerca de 70% da superfície da Terra é composta de água. Desses, 97,5% corresponde à água salgada, recurso praticamente inviável para o consumo humano no seu estado natural, visto que há um elevado custo para a utilização da tecnologia existente no processo de dessalinização. Dos 2,5% restantes, 68,9% concentra-se em geleiras e neves eternas, 29,9% constitui-se de água subterrânea, 0,9% é representado pela umidade do solo, ar e solos congelados, e somente 0,3% está disponível em rios e lagos para o consumo humano (COIMBRA; ROCHA; BEEKMAN, 1999). A **figura 1.1** ilustra essa distribuição da água no planeta.

Figura 1.1: Distribuição da água no planeta.



Fonte: COIMBRA; ROCHA; BEEKMAN, 1999.

Existe um acordo para a classificação mundial que compara o volume de água doce anual disponível por habitante ( $\text{m}^3/\text{hab}/\text{ano}$ ). Essa classificação é mostrada na **tabela 1.2**, onde é possível perceber que a posição do Brasil no âmbito mundial é bastante privilegiada, mas mesmo assim o país não está livre da falta d'água. Mesmo possuindo aproximadamente 12% da água doce disponível no mundo (SÃO PAULO, 2008), e abrigando o maior rio em extensão e volume do planeta, o Amazonas, os problemas relacionados à disponibilidade da água no país têm se mostrado graves em função das mudanças climáticas mundiais, de ações antrópicas e do aumento da demanda (MACHADO; CORDEIRO, 2004). Soma-se a esses fatores o agravante da sua distribuição irregular, tanto nas diferentes regiões do país quanto ainda ao longo de todo o ano, comprometendo, em alguns momentos, a sua utilização pela população.

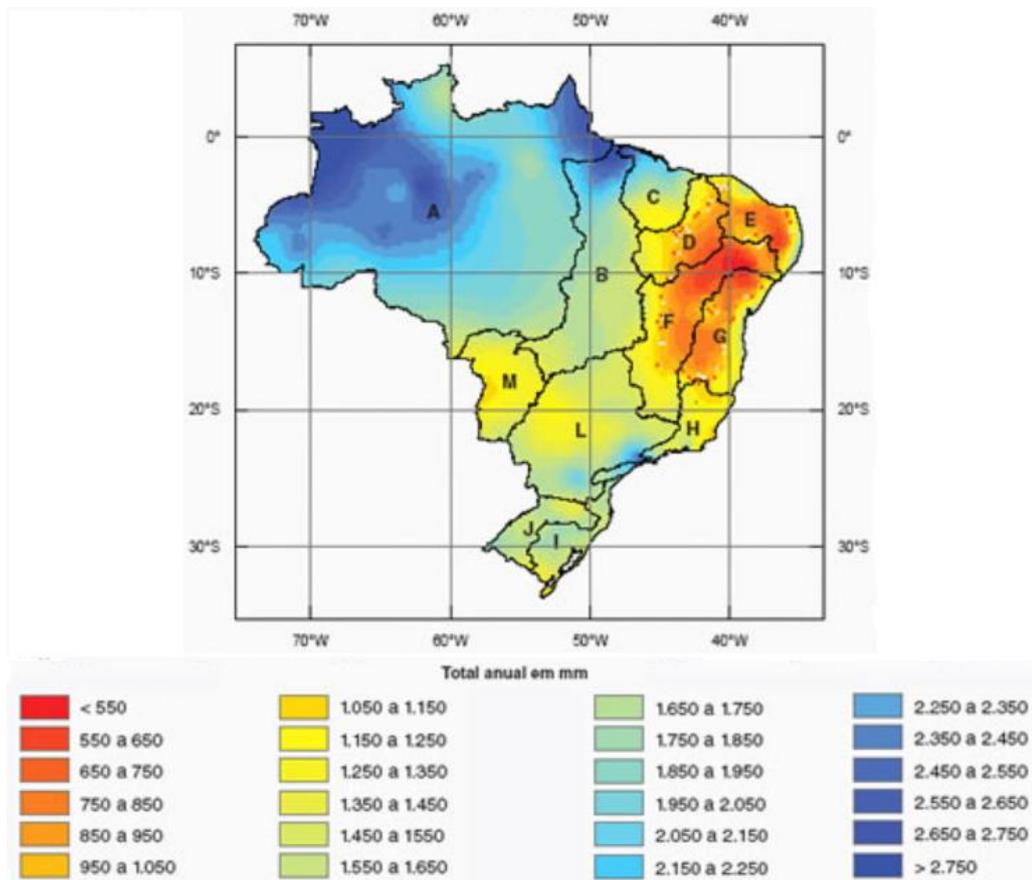
Tabela 1.2: Classificação dos países quanto à sua disponibilidade de água doce.

Classificação		Exemplos mundiais	
Países com "Estresse de água"	Países "Muito Pobres" ou com "Escassez de Água"	Menores que $500 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$	Líbia, Arábia Saudita, Israel, Jordânia, Singapura.
	Países "Pobres em Água"	de $500 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$ a $1.000 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$	Egito, Quênia, Cabo Verde, o baixo Colorado.
	Países com "Abastecimento Regular"	de $1.000 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$ a $2.000 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$	Paquistão, Etiópia, Ucrânia, Bélgica, Polônia.
	Países considerados "Suficientes"	de $2.000 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$ a $10.000 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$	Alemanha, França, México, Reino Unido, Japão, Itália, Índia, Holanda, Espanha, Cuba, Iraque, Estados Unidos.
	Países "Ricos em Água"	de $10.000 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$ a $100.000 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$	<b>Brasil</b> , Austrália, Colômbia, Venezuela, Suécia, Rússia, Albânia, Canadá, Argentina, Angola.
	Países "Muito Ricos em Água"	Mais de $100.000 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$	Guiana Francesa, Islândia, Gabão, Suriname, Sibéria.

Fonte: TOMAZ, 2011b.

É possível perceber essa variação na disponibilidade hídrica do país usando-se como exemplo a precipitação média anual. A distribuição da precipitação média anual varia de valores na faixa de 500 mm, na região semi-árida do Nordeste, e mais de 3.000 mm na região amazônica (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2012 apud INMET, 2007), como pode ser visto na **figura 1.2**.

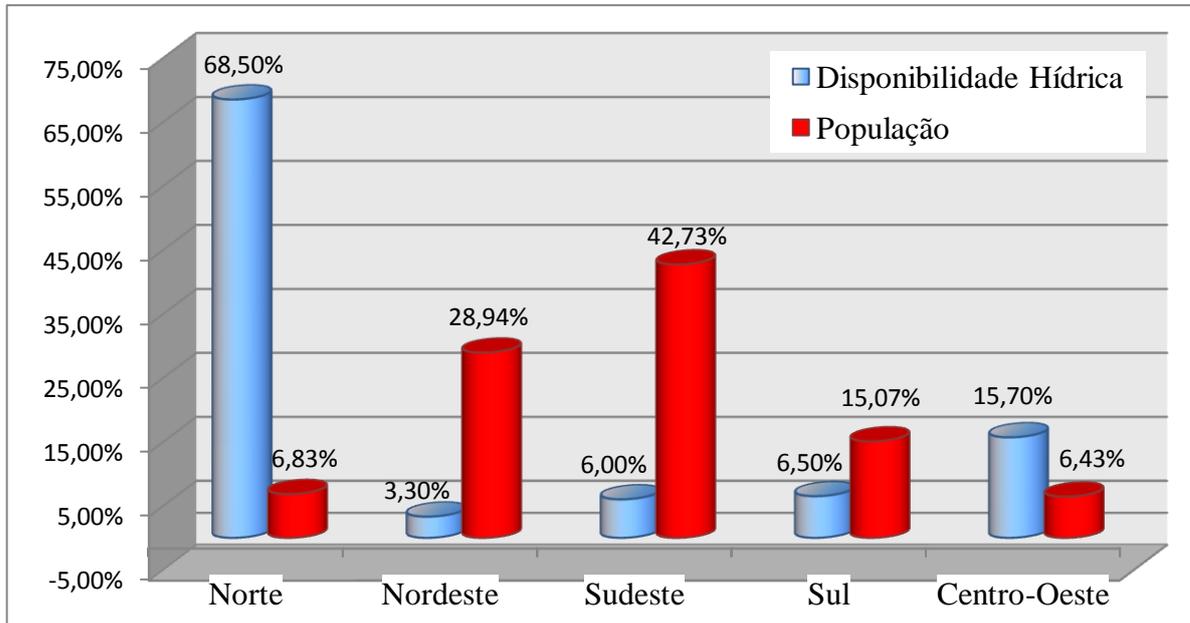
Figura 1.2: Precipitação média anual do Brasil (histórico de 1961 à 2007).



Fonte: AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2012 apud INMET, 2007).

Segundo Tomaz (2011a), no Brasil 68,5% dos recursos hídricos está na região Norte, enquanto que no Nordeste temos 3,3%, Sudeste, 6,0%, Sul, 6,5% e no Centro-Oeste, 15,7%. Ainda de acordo com o autor, apesar de a região Norte possuir 68,5% da nossa água doce, ela concentra somente 6,8% da população brasileira, enquanto o Nordeste agrega 28,9%, a região Sudeste, 42,7%, o Sul, 15,1% e o Centro-Oeste, 6,4%. Portanto, o Brasil possui bastante água, mas a mesma está mal distribuída, pois, onde há muita água, há pouca população e onde há muita população há pouca água. A **figura 1.3** mostra a visão holística do assunto, onde a região Sudeste, com apenas 6% da disponibilidade hídrica do País, é a região mais populosa, e o Norte, inversamente proporcional, dispõe de 68,5% da água doce encontrada no Brasil, enquanto sua população correspondente a apenas 6,83% do total brasileiro.

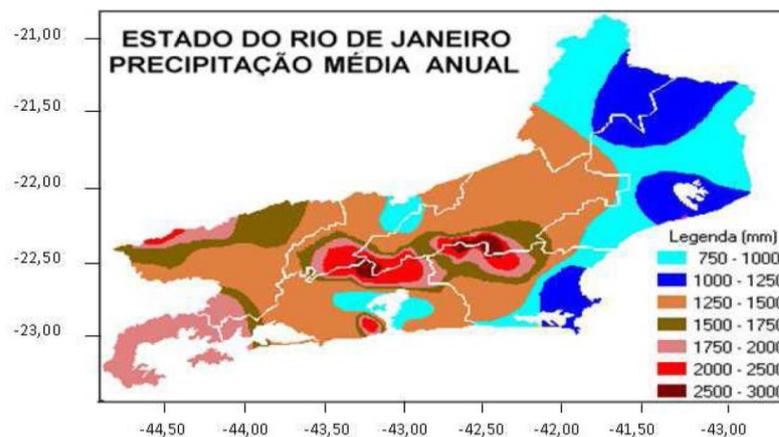
Figura 1.3: Distribuição da água doce e da população nas regiões do Brasil.



Fonte: TOMAZ, 2011a (adaptado).

Especificamente no estado do Rio de Janeiro, chove o ano inteiro, tendo o norte as menores médias pluviométricas, entre 750 e 1250 mm/ano, enquanto as maiores médias se dão na região da encosta sul da serra do mar, entre 2500 a 3000 mm/ano (MEDEIROS, 2012 apud André et al. 2008). A **figura 1.4** mostra a heterogeneidade nos índices pluviométricos dentro do estado do Rio de Janeiro.

Figura 1.4: Distribuição das chuvas anuais no estado do Rio de Janeiro.



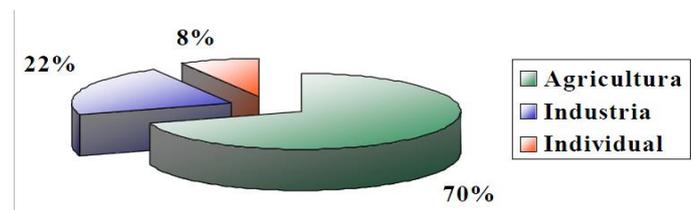
Fonte: MEDEIROS, 2012 apud André et al. 2008.

Nas cidades urbanas brasileiras, os problemas de abastecimento de água estão diretamente relacionados ao crescimento da demanda, ao desperdício, que varia entre 50 e 70% e à urbanização descontrolada que atinge regiões de mananciais (SÃO PAULO, 2008). Segundo Azevedo Netto e Alvarez (1998) e Brasil (2006a), o consumo de água é influenciado por fatores como o clima, o padrão econômico da população, o número de habitantes da cidade, os hábitos da população, o sistema de fornecimento e cobrança da água, o custo da água, entre outros.

Na zona rural, os recursos hídricos também são explorados de forma inapropriada, com a destruição da mata ciliar para a realização de atividades como agricultura e pecuária; e a utilização de agrotóxicos e outros produtos químicos que contaminam os corpos hídricos, além de gerarem problemas de saúde pública (SÃO PAULO, 2008).

É importante ressaltar que, dos diversos usos consultivos da água<sup>1</sup>, o vilão no consumo hídrico é a irrigação (MACHADO; CORDEIRO, 2004; SETTI et al., 2001; TORRES; MACHADO, 2012; entre outros). Segundo Machado e Cordeiro (2004), esse processo ocasiona o emprego de 70% da água doce consumida, restando à indústria o uso de 22% e 8% ao uso doméstico. A **figura 1.5** demonstra esses consumos.

Figura 1.5: Consumo de água no mundo.



Fonte: MACHADO; CORDEIRO, 2004.

A água deve ser encarada em seu sentido holístico, considerando o seu uso na agricultura, na indústria, nas municipalidades e ainda na evaporação das grandes barragens e reservatórios (TOMAZ, 2011a). A escassez e a poluição das águas é um problema ambiental gravíssimo cujos impactos tendem a ser cada vez mais relevantes. Em suma, esses problemas afetam a qualidade de vida do homem, limitam o seu desenvolvimento econômico e social, e comprometem a vida do meio ecossistêmico. É condição *sine qua non* para a manutenção qualiquantitativa da água que o manejo dos recursos hídricos seja revisto e implantado com empenho pela gestão pública, de forma a assegurá-los para a humanidade.

<sup>1</sup> Os usos consultivos de água ocorrem quando há perdas entre o que é derivado e o que retorna ao curso natural, como detalhado no item 1.2.1 desse trabalho.

### 1.1.2. CARACTERIZAÇÃO DE BACIA HIDROGRÁFICA E SUAS SUBDIVISÕES

A adoção da bacia hidrográfica (BH) como unidade de planejamento imposto pelo PNRH é um sistema adotado não só no Brasil, mas na França, Itália, Espanha, entre outros países (JOHNSON, 2014). Esse critério é aceito porque a BH se constitui de um sistema natural delimitado topograficamente, drenado por cursos d'água e seus afluentes, onde toda a água precipitada pode ser medida na área mais baixa, ou seja, na saída da bacia, também chamada de exutório. Sendo assim, toda a água que entra na BH sai num só ponto. Com isso, o plano de BH serve de ferramenta para o monitoramento ambiental, para pesquisa, e ferramenta administrativa e legal, de modo a planejar ações necessárias para a recuperação e conservação dos recursos hídricos de uma região, já que, segundo Tucci, (2002), podem-se desconsiderar as perdas intermediárias por evaporação, transpiração e infiltração em eventos isolados.

Vale destacar a possibilidade de se dividir essa BH, dependendo do seu tamanho, em áreas menores. Essa medida muitas vezes é útil para facilitar o planejamento, o monitoramento e a pesquisa de uma região, a partir da possibilidade da centralização dos esforços na área de interesse de estudo. Essa divisão forma as chamadas sub-bacias, microbacias e minibacias, como mostrado na **tabela 1.3**.

Tabela 1.3: Possíveis divisões de uma bacia hidrográfica.

<b>Divisões da bacia hidrográfica</b>	
Bacia hidrográfica	Bacia do rio principal
Sub-Bacia	Bacia de um tributário do rio principal
Microbacia	Bacia de um tributário de um tributário do rio principal
Minibacia	Subdivisão de uma microbacia

Fonte: TORRES; MACHADO, 2012.

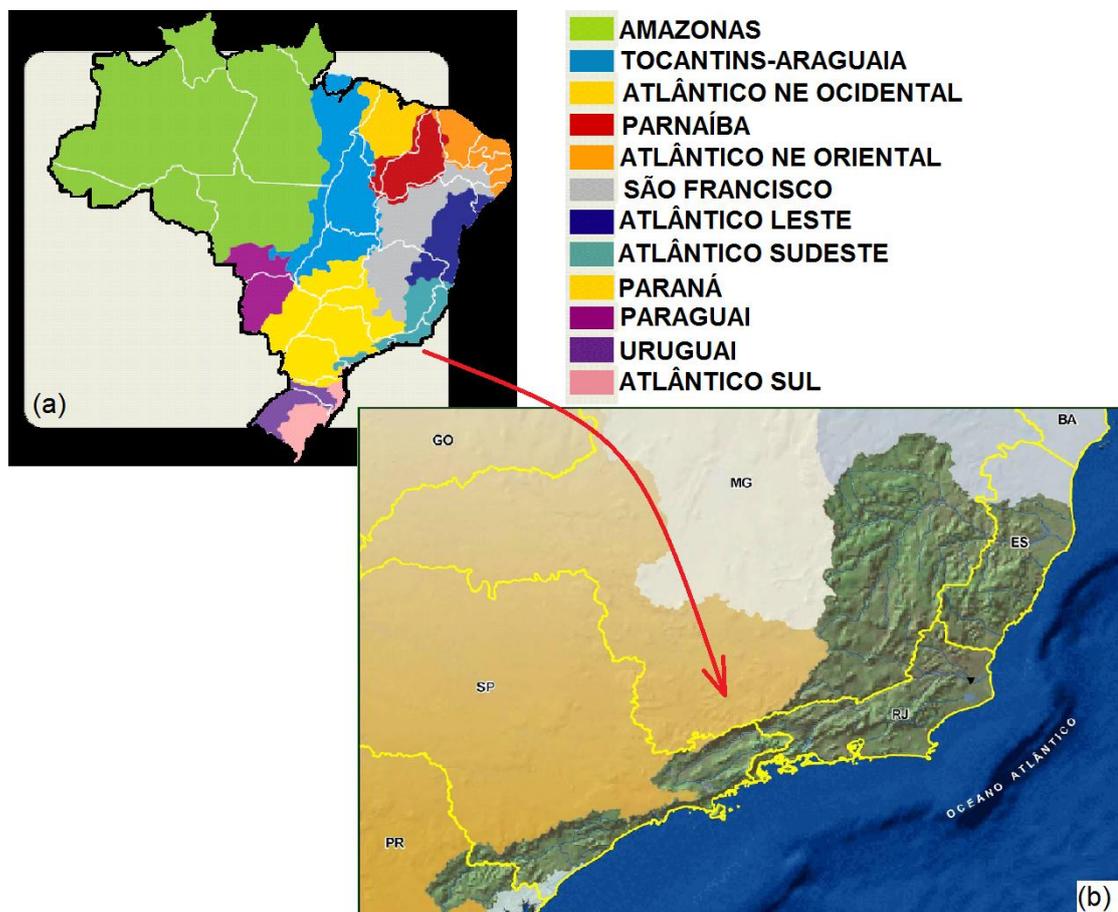
A gestão por BH é importante para diversas ações, como o controle de poluição, controle de cheias, combate a secas, planejamento de abastecimento, entre outros. Para isso, as características topográficas, geológicas e morfológicas, bem como o tipo de cobertura e as influências antrópicas na bacia desempenham papel essencial no seu comportamento hidrológico e no seu ecossistema. Pode-se citar como um exemplo prático desse sistema, o estudo das enchentes urbanas. Nesse estudo, a forma da bacia e o seu grau de

impermeabilização fazem com que o escoamento da precipitação da área urbana ocorra muito mais rápido do que seria o escoamento se a região fosse coberta com a vegetação nativa. Com isso pode-se estudar, prever e promover ações mitigadoras de desastres.

### 1.1.2.1. REGIÕES HIDROGRÁFICAS

Seguindo essa linha de divisão por BH, a Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (MMA), pela Resolução nº 32 de 15 de outubro de 2003, dividiu o Brasil em 12 regiões hidrográficas. A **figura 1.6** mostra essas regiões, destacando a região hidrográfica de estudo, onde o estado do Rio de Janeiro está totalmente inserido, a Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste.

Figura 1.6: Regiões hidrográficas brasileiras.



Legenda: (a) – Mapa das regiões hidrográficas brasileiras; (b) – Mapa da Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste.

Fontes: (a) BRASIL, 2003 (adaptado); (b) AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013.

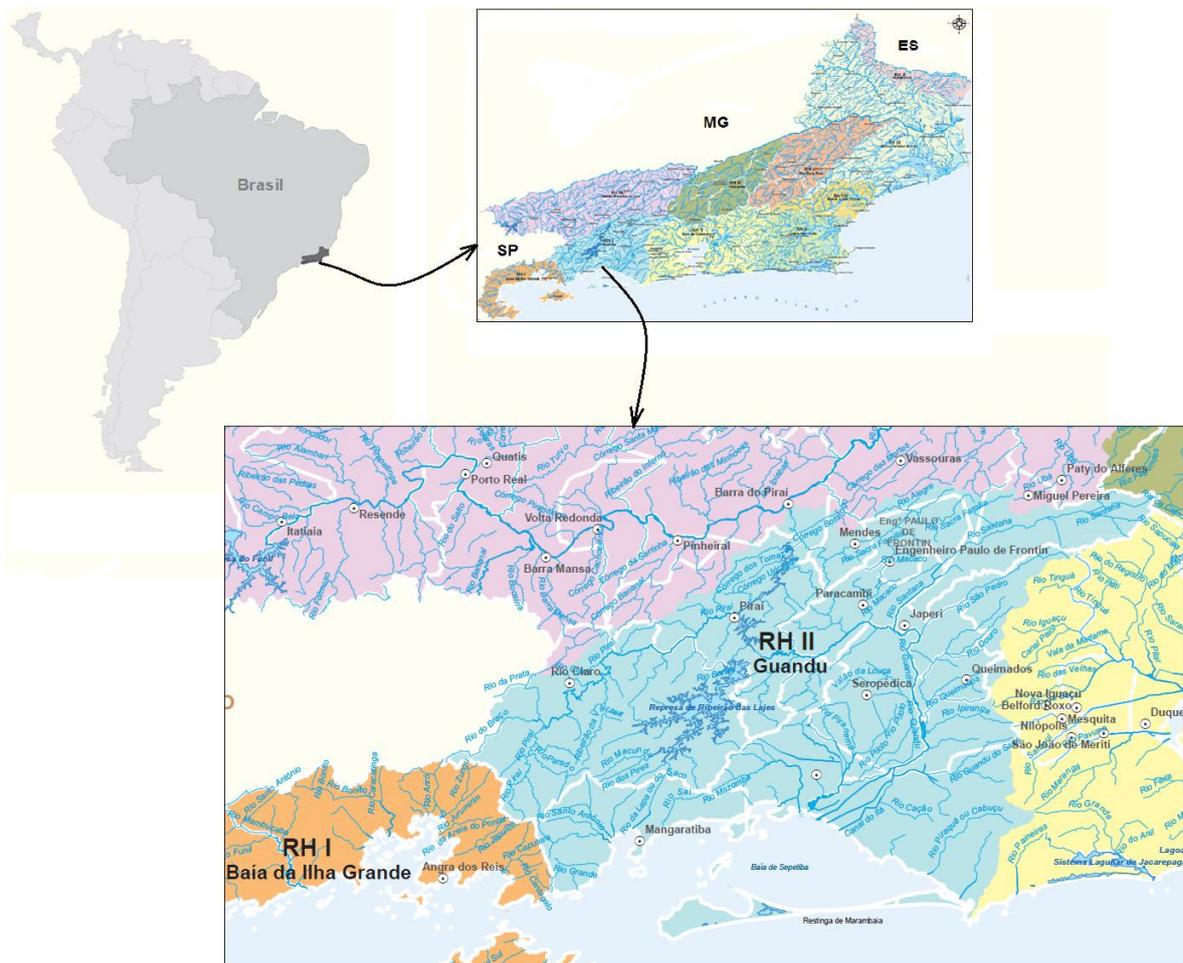
Segundo a Agência Nacional de Águas (2013), a Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste tem 214.629 km<sup>2</sup>, o equivalente a 2,5% da extensão do país, e seus principais rios são o Paraíba do Sul e o Doce. Esta região é formada pelas bacias hidrográficas dos rios que deságuam no litoral sudeste brasileiro, do norte do Espírito Santo ao norte do Paraná, “abraçando praticamente todo o estado do Espírito Santo, à exceção da bacia do rio São Mateus, ao norte, todo o estado do Rio de Janeiro, grande parte do litoral paulista e as vertentes paranaenses do rio Ribeira do Iguape” (BRASIL, 2006c). Como visto na **figura 1.3**, é uma região que apresenta uma das menores disponibilidades de água doce, ao mesmo tempo em que possui uma das maiores demandas hídricas do país, com seu elevado contingente populacional e de importância econômica industrial.

Mas se por um lado a gestão dos recursos hídricos no Brasil é dividida em 12 regiões hidrográficas, a gestão e aplicação dos recursos financeiros, arrecadados com a cobrança pelo uso da água, no território do estado do Rio de Janeiro está dividido em outras nove. Em 22 de maio de 2013, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos aprovou a Resolução CERHI-RJ nº 107, que divide o estado do Rio de Janeiro nas seguintes regiões:

- I. RH I: Região Hidrográfica Baía da Ilha Grande;
- II. RH II: Região Hidrográfica Guandu;
- III. RH III: Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul;
- IV. RH IV: Região Hidrográfica Piabanha;
- V. RH V: Região Hidrográfica Baía de Guanabara;
- VI. RH VI: Região Hidrográfica Lagos São João;
- VII. RH VII: Região Hidrográfica Rio Dois Rios;
- VIII. RH VIII: Região Hidrográfica Macaé e das Ostras; e
- IX. RH IX: Região Hidrográfica Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana.

A área de estudo, destacada pela **figura 1.7**, localiza-se na Região Hidrográfica Guandu (RH II) e abrange um total de 15 municípios: a totalidade do território dos municípios de Mangaratiba, Itaguaí, Seropédica, Queimados, Engenheiro Paulo de Frontin, Japeri e Paracambi; além de abranger parcialmente os municípios de Miguel Pereira, Vassouras, Barra do Piraí, Mendes, Nova Iguaçu, Piraí, Rio Claro e Rio de Janeiro.

Figura 1.7: Localização da bacia hidrográfica do Guandu.



Fonte: INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE, 2014.

Segundo CBH-Guandu (2014), compreende a Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, as nascentes do Ribeirão das Lajes, as águas desviadas do Rio Paraíba do Sul e do Pirai, os afluentes ao Ribeirão das Lajes, ao Rio Guandu e ao Canal de São Francisco, até a sua desembocadura, na Baía de Sepetiba, bem como as bacias hidrográficas dos rios da Guarda e Guandu-Mirim.

## 1.2. IMPACTOS ANTRÓPICOS

Entende-se por ação antrópica qualquer atividade humana que de alguma forma interfira nos mecanismos naturais de funcionamento de um ecossistema, como, por exemplo,

a emissão de gases poluentes na atmosfera, o desmatamento de florestas, a retirada da mata ciliar, a sobrepesca, o despejo sem tratamento de esgotos sanitários e industriais em corpos hídricos, as queimadas, a construção de hidroelétricas, a utilização de produtos químicos em atividades agrícolas, e o comércio ilegal de espécimes da flora e fauna.

Em verdade, a ação do homem sobre a natureza sempre aconteceu. No Brasil isso teve início já na época colonial com a derrubada indiscriminada da vegetação nativa para a retirada do pau-brasil (OLIVA JR; SOUZA, 2012 apud OLIC, 2003). O autor cita ainda que posteriormente o processo fora alterado para o desenvolvimento dos cultivos de cana de açúcar, café, cacau, dentre outros, além da maciça utilização de madeira como combustível para os engenhos.

As agressões causadas pelo homem ao meio ambiente não eram tão significantes no passado. Os problemas ambientais começaram a ser sentidos com maior intensidade no século XIX, após a Revolução Industrial, quando as ações antropogênicas se tornaram mais intensas e graves ao meio ambiente. A tecnologia evoluiu tão rapidamente quanto as suas consequências indesejáveis se agravaram. Esse desenvolvimento tecnológico ocasionou aumento na demanda dos recursos naturais do planeta, e a exploração dos mesmos passou a ser feita de forma desordenada e intensa.

Após a Segunda Guerra Mundial investiu-se economicamente em um crescimento industrial e tecnológico, porém com elevado custo para a natureza. A época foi marcada por um uso desenfreado de água; intervenções nas áreas de energia, abastecimento doméstico e industrial; aumento de produção agrícola por irrigação; transporte fluvial e marítimo; recreação com lagos artificiais; e modificações costeiras, como a construção de marinas (TUCCI, HESPANHOL E CORDEIRO NETTO, 2001).

Conforme Neves e Teixeira (2009), recentemente os problemas ambientais se agravaram devido ao crescimento desenfreado da população e a sua vontade de fruir um mundo industrial e tecnológico. Sabe-se que na sociedade capitalista e consumista em que vivemos a tendência é o crescimento cada vez maior da demanda por suprimentos, caso que compromete o meio natural, de onde será extraída toda a matéria-prima para o consumo dessa mesma sociedade, e para onde será lançado o seu resíduo final. Oliva Jr. e Souza (2012) afirmam que, para modificarmos a situação em que nos encontramos ambientalmente, é preciso mudar o modo de agir, conquanto isso só será possível se mudarmos nosso pensamento, que passará de econômico a ambiental.

### **1.2.1. URBANIZAÇÃO E SUAS CONSEQUÊNCIAS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS**

Aproximadamente metade da população mundial vive em áreas urbanas, cerca de 47% (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2002). Segundo esse autor, a acumulação de pessoas, o seu modelo consumista e suas atividades econômicas urbanas possuem um largo impacto no meio ambiente em termos de consumo de recursos e de descarga de resíduos.

Como visto anteriormente, a ação do homem pode afetar diretamente a quantidade e a qualidade das águas do planeta. Existem diversos usos da água pelo homem, os usos consultivos e os não consultivos. Os chamados usos consultivos fundam-se nos empregos onde há perdas de água entre o que é captado e o que retorna para a natureza. Nesse caso podem ser citados o abastecimento público de água (para consumo humano e dessedentação de animais), o abastecimento industrial e a irrigação. Já nos usos não consultivos não há perdas de água entre o que é retirado da natureza e o que retorna ao curso natural, aplicações como a geração de energia elétrica, a navegação fluvial, a recreação, a harmonia paisagística, a pesca, a diluição, assimilação e transporte de esgoto e resíduos líquidos e a preservação (diversos autores, CARVALHO; SILVA, 2006; TUCCI; HESPANHOL; CORDEIRO NETTO, 2001; SETTI et al., 2001; entre outros). Todas as atividades mencionadas são passíveis de impactar, de diferentes formas e magnitudes, tanto o meio ambiente, quanto a qualidade de vida do ser humano.

Desde quando o homem começou a conviver em grandes comunidades, ele alterou a natureza de forma a assegurar a própria sobrevivência e lhe proporcionar conforto. A construção das cidades, as formas de cultivo dos alimentos e de criação dos animais modificaram diretamente a natureza. Em conformidade com Tucci, Hespanhol e Cordeiro Netto (2001), devido à grande concentração urbana, vários conflitos pela água têm sido gerados nas cidades, como: a degradação ambiental dos mananciais; o aumento do risco das áreas de abastecimento com a poluição orgânica e química; a contaminação dos rios pelos esgotos domésticos e industriais; as enchentes urbanas geradas pela inadequada ocupação do espaço e pelo gerenciamento inapropriado da drenagem urbana; a precariedade na coleta e disposição do lixo urbano, entre outros.

Todavia, outros fatores importantes além dos relacionados à água podem ser somados, como a variação climática e o aumento na atmosfera de poluentes. A criação de cidades

alteradoras do espaço natural causa mudanças climáticas já comprovadas por diversos estudos, onde a presença das edificações acarreta num aumento na temperatura, na diminuição da umidade relativa do ar e na mudança da velocidade dos ventos. A grande quantidade de poluentes no ar em cidades urbanas é gerada principalmente pelos produtos da combustão de combustíveis fósseis e pelas atividades industriais.

Como o presente trabalho está diretamente relacionado aos recursos hídricos, os demais problemas apresentados serão descartados, e o enfoque será dado às principais questões relacionadas à água.

### **1.2.1.1. SECAS E ENCHENTES**

Um grande problema enfrentado pela população urbana se refere aos extremos de vazão nos cursos d'água, ou seja, secas e enchentes. O homem já descobriu algumas medidas mitigadoras para estas situações, como a instalação de poços de abastecimento e reservatórios, e a criação de programas de conservação da água, para o primeiro caso; e, para minimizar as enchentes, medidas de controle estruturais, que abrangem obras e modificações dos corpos receptores, e não estruturais, que envolvem a convivência do homem com o rio (TUCCI; HESPANHOL; CORDEIRO NETTO, 2001).

Como exemplo dessa convivência do homem com corpo hídrico, cita-se a implantação de diversas leis preventivas e punitivas. No estado do Rio de Janeiro tem-se o Decreto Municipal nº 23.940, de 30 de janeiro de 2004, que trata da captação de água da chuva e torna obrigatória a adoção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem. Assim, determina a instalação de reservatórios para recolhimento de água de chuva objetivando retardar temporariamente o escoamento para a rede de drenagem, com o que é possível ajudar a prevenir inundações e estimular o aproveitamento dessa água em diversos usos, como rega de jardins, lavagem de carros e calçadas.

### **1.2.1.2. ESGOTOS DOMÉSTICOS**

Segundo Baptista Neto et al. (2008 apud WEBER, 1992), os esgotos, sem dúvida nenhuma, consistem no maior problema de poluição a nível global, tanto em volume de material poluente despejado quanto em problemas de saúde pública que causam. A natureza tem a capacidade de diluir e depurar esgotos e resíduos através de processos físicos, químicos e biológicos. Porém, essa capacidade de autodepuração é limitada em função da quantidade e qualidade do efluente descartado no corpo hídrico. Além disso, esse processo natural é lento, e não condiz com a situação atual.

Portanto, só resta ao homem o tratamento desses esgotos domésticos e industriais, que nada mais são do que a cópia, em escala macro, do que acontece na natureza. Um tratamento adequado para as águas residuárias envolve pelo menos quatro etapas principais de tratamento: preliminar, primário, secundário e do lodo (BAPTISTA NETO et al., 2008, apud SILVA et al., 2003).

A utilização de sistemas com emissários submarinos de esgoto tem sido considerada uma alternativa financeiramente viável quando comparada com sistemas de tratamento de custo mais elevado. Entretanto, o poder de dissolução do oceano não é infinito, principalmente em áreas costeiras abrigadas onde os despejos de esgoto são normalmente lançados, ou em áreas fechadas, como as baías (FREITAS, 2010).

De qualquer forma, o esgoto sanitário é um problema global e deve ser enfrentado caso a caso. Isso é fundamental para a conservação dos recursos hídricos em padrões de qualidade compatíveis com a sua utilização para os múltiplos usos da água e para a conservação do meio ecossistêmico.

### **1.2.1.3. PLUVIOSIDADE E SUA INTERFERÊNCIA SOBRE OS CURSOS E CORPOS D'ÁGUA**

A chuva interfere tanto na quantidade como na qualidade das águas numa BH. A relação da pluviosidade com o primeiro item é visível, já que as chuvas são as responsáveis pela inserção de água numa bacia. Porém, em determinadas áreas urbanas essa quantidade de água das chuvas pode ser mais do que a bacia consegue drenar e infiltrar no solo, causando as

enchentes. Outro problema relacionado ao quantitativo pluvial, em determinadas áreas, é o excesso de precipitação associado a uma topografia ingrata e à ausência de cobertura vegetal o que causa deslizamentos de encostas, muitas vezes tirando vidas humanas.

No que se refere à qualidade das águas, quando invadem a BH urbana, as águas pluviais diluem a poluição e carregam resíduos sólidos, esgotos sanitários e outros detritos acumulados. De acordo com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2011), essa ação das chuvas na bacia urbana causa um aumento considerável na densidade de bactérias e organismos patogênicos nas águas litorâneas, o que causa sérios problemas de saúde pública, devido ao aumento de ocorrências de doenças de veiculação hídrica. Além disso, ao lavar as ruas e carrear o lixo das cidades, as águas das chuvas obstruem os sistemas de drenagem, criam dificuldades operacionais e comprometem a qualidade das águas pluviais para reuso.

Sabe-se que as águas pluviais são recursos hídricos em potencial, mas que muitas vezes dificultam o bom funcionamento das múltiplas atividades da cidade (PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO, 2014). Segundo esse autor, esses problemas resultam dos poucos cuidados em relação aos aspectos ambientais naturais da drenagem dos deflúvios superficiais e da limpeza pública. Nesse sentido, para exemplificar, tem-se: o uso e ocupação inadequados do solo, desmatamento das matas ciliares, a ocupação indevida das margens dos rios, a impermeabilização da BH e a falta de saneamento básico.

#### **1.2.1.4. FATORES QUE INFLUENCIAM A BALNEABILIDADE DA PRAIA**

Como o estudo proposto está relacionado à balneabilidade da praia, é fundamental destacar os diversos fatores que a influenciam. O primeiro já foi citado no item 1.2.1.3, no qual a ocorrência de chuvas foi mostrada como fonte de poluição para os corpos hídricos.

Porém, segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2012), uma das principais causas para tornar o corpo hídrico impróprio para banho é o lançamento de efluentes domésticos. Como se sabe, muitos municípios brasileiros dispõem de uma baixa cobertura de rede de esgotamento sanitário, e a população se vê obrigada a construir e operar sistemas de tratamento inadequados, lançar seus esgotos diretamente em rios ou ainda no sistema de drenagem das águas pluviais. Este é o cenário

encontrado hoje no município de estudo, onde os esgotos domésticos afluem ao mar, colocando a saúde do usuário em risco. Nesse contexto, crianças, idosos e pessoas com baixa resistência são as mais suscetíveis a desenvolver doenças ou infecções após terem contato com águas contaminadas (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2011).

Além disso, com o aumento da população durante os períodos de férias e feriados prolongados, os sistemas de esgotamento sanitário existentes não são suficientes para afastar os despejos e, com o advento de chuvas intensas, podem extravasar ou afluir para galerias de águas pluviais, córregos ou praias, o que naturalmente prejudica as condições de balneabilidade.

Dependendo da sua forma geográfica, determinadas regiões possuem uma reduzida capacidade de diluição do meio receptor. As enseadas, lagunas e baías não permitem uma renovação de suas águas como ocorre nas regiões costeiras abertas, assim, as águas dessas regiões acabam concentrando os poluentes, o que dificulta a sua autodepuração (BAHIA, 2009a).

Durante as marés de enchente, o grande volume de água afluyente, além de favorecer a diluição dos esgotos presentes nas águas das praias, age no sentido de barrar cursos d'água eventualmente contaminados (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2011). O autor cita ainda que nas marés vazantes ocorre o fenômeno inverso, havendo uma drenagem das águas dos córregos para o mar, o que leva maior quantidade de esgotos às praias.

A **tabela 1.4** faz um resumo dos fatores que influenciam a balneabilidade e apresenta algumas recomendações aos banhistas.

Tabela 1.4: Fatores que influenciam a balneabilidade.

Fatores que influenciam a balneabilidade					
Existência de sistemas de coleta e disposição dos despejos domésticos gerados nas proximidades	Existência de córregos afluindo ao mar	Afluência turística durante os períodos de temporada	Fisiografia da praia	Ocorrência de chuvas	Condições de maré

Fonte: COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2012.

Além dos seis itens citados na tabela acima, acrescenta-se o derramamento de óleo, proveniente de operações de abastecimento de embarcações, colisões, ou vazamentos

derivados de falta de manutenção. Esta é outra causa possível de contaminação no mar que, no caso do distrito de Muriqui, não pode ser descartada, já que possui uma sede náutica de recreação com aproximadamente 500 embarcações, entre lanchas e motos aquáticas (*jetskis*).

#### **1.2.1.5. OUTROS**

Outro impacto muito comum causado pela urbanização é o lançamento de resíduos sólidos e detritos nos corpos hídricos. Responsável pela poluição do ecossistema, obstrui o corpo hídrico e compromete diretamente a saúde do homem.

Segundo Setti et al. (2001), as águas subterrâneas, embora mais protegidas da poluição, podem ser seriamente comprometidas, pois a sua recuperação é mais lenta. O autor declara que existem substâncias que não se autodepuram e causam poluição cumulativa das águas, com sérios riscos ao homem, à fauna e à flora, quando não tratadas e lançadas nos rios, lagos e até mesmo no solo.

Por outro lado, não se pode deixar de lembrar da degradação do solo pelo desmatamento e da erosão do solo urbano, responsáveis pelo assoreamento dos cursos hídricos; das práticas agrícolas inadequadas, que contaminam a água de forma difusa pelo uso de fertilizantes e pesticidas, e da construção de obras hidráulicas que aumentam a velocidade do escoamento, podendo causar enchentes.

#### **1.2.2. PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO**

O nitrogênio e o fósforo orgânico, contidos no material fecal humano e nos restos de matéria orgânica lançados ao mar são normalmente reciclados pelas bactérias para as suas formas inorgânicas. Entretanto, a introdução pontual e contínua de nitrogênio e fósforo em baías, lagunas ou ambientes costeiros de baixa circulação pode levar a um crescimento exponencial de algas, reduzindo a diversidade de espécies. O enriquecimento excessivo desses

compostos também acelera a produção primária, que pode levar a condições anóxicas<sup>2</sup> ou hiponóxicas<sup>3</sup> nas águas de fundo (BAPTISTA NETO et al., 2008).

Dejetos de esgoto têm causado a eutrofização e a depleção do oxigênio dissolvido (OD) das águas em muitas regiões do mundo, especialmente nas proximidades de grandes centros metropolitanos. Isso acaba sendo um risco à saúde pública, já que a população, além de utilizar as águas para a recreação, emprega-a como fonte fornecedora para a sua alimentação. O consumo de produtos marinhos contaminados por esgoto causa sérios problemas de saúde, como será visto no item 1.2.3, doenças relacionadas à água.

### 1.2.3. DOENÇAS RELACIONADAS À ÁGUA

A água pode afetar a saúde do homem de várias maneiras: através da ingestão direta, na preparação de alimentos, na higiene pessoal, na agricultura, na higiene do alimento, nos processos industriais ou nas atividades de lazer (BRASIL, 2006a).

Existem diversas doenças relacionadas à água que afetam o homem. Segundo Setti et al. (2001), a incidência dessas doenças “depende do clima, da geografia, da cultura, dos hábitos sanitários e, certamente, da quantidade e qualidade da água utilizada no abastecimento local, além dos métodos de tratamento e deposição de seus dejetos”.

Segundo World Health Organization (2014), 1,8 milhões de pessoas morrem todos os anos de diarreia, e grande parte destas é composta por crianças com menos de cinco anos de idade. Ainda afirma que 88% desse problema seja atribuído aos precários sistemas de abastecimento de águas, saneamento e higiene.

A **tabela 1.5** lista diversas doenças relacionadas à água. O autor as agrupou em cinco categorias gerais que ajudam a prever os prováveis efeitos das mudanças verificadas no abastecimento de água para a saúde do homem. Dos cinco grupos, quatro são diretamente relacionados à água, ao passo que o quinto é determinado, principalmente, pela adequação da disposição de dejetos.

---

<sup>2</sup> É a completa ausência de Oxigênio, ou seja, 0 mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>.

<sup>3</sup> Baixo teor de Oxigênio, ou seja, menor que 2 mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup>.

Tabela 1.5: Doenças relacionadas a deficiências no abastecimento de água ou na disposição de dejetos

Grupo	Doenças	Via de saída do corpo humano	Via de entrada no corpo humano
Doenças transmitidas pela água <sup>4</sup>	Cólera	Fezes	Oral
	Febre Tifoide	Fezes, Urina	Oral
	Leptospirose	Urina, Fezes	Percutânea, Oral
	Giardíase	Fezes	Oral
	Amebíase	Fezes	Oral
	Hepatite Infecciosa	Fezes	Oral
Doenças controladas pela limpeza com água <sup>5</sup>	Escabiose	Cutâneo	Cutâneo
	Sepsia Dérmica	-	-
	Bouba	Cutâneo	Cutâneo
	Lepa	Cutâneo	Cutâneo
	Piolhos e Tifo	-	-
	Tracoma	Picada	Picada
	Conjuntivite	Cutâneo	Cutâneo
	Disenteria Bacilar	Cutâneo	Cutâneo
	Salmonelose	Fezes	Oral
	Diarréias por Enterovírus	Fezes	Oral
	Febre Paratifoide	Fezes	Oral
	Ascaridíase	Fezes	Oral
	Tricurose	Fezes	Oral
	Enterobiose	Fezes	Oral
Ancilostomose	Fezes	Oral	
Doenças associadas à água <sup>6</sup>	Esquistossomose Urinária	Urina	Percutânea
	Esquistossomose Retal	Fezes	Percutânea
	Dracunculose	Cutâneo	Oral
Doenças cujos vetores se relacionam com a água <sup>7</sup>	Febre Amarela	Picada	Picada mosquito
	Dengue e Febre Hemorrágica por Dengue	Picada	Picada mosquito
	Febre do Oeste do Nilo e do Vale do Rift	Picada	Picada mosquito
	Encefalite por Arbovírus	Picada	Picada mosquito
	Filiarose Bancroft	Picada	Picada mosquito
	Malária	Picada	Picada mosquito
	Ancorercose	Picada	Picada mosca simulium
Doenças do sono	Picada	Picada mosca Tsé-Tsé	
Doenças associadas ao destino de dejetos <sup>8</sup>	Necatoriose	Fezes	Percutânea
	Clonorquíase	Fezes	Peixe
	Difilobotríase	Fezes	Peixe
	Fasciolose	Fezes	Planta Comestível
	Paragonimíase	Fezes, Saliva	Camarão de água doce

Fonte: SETTI et al., 2001.

<sup>4</sup> A água atua como um veículo passivo para o agente infeccioso. Dependem da disposição de dejetos.

<sup>5</sup> A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para a sua disseminação. São afetadas pela disposição de dejetos.

<sup>6</sup> Parte necessária do ciclo de vida do agente infeccioso se passa num animal aquático. Algumas são afetadas pela disposição de dejetos.

<sup>7</sup> As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela. Não são afetadas pela disposição de dejetos.

<sup>8</sup> Constituem o extremo de um espectro de doenças, que podem ser transmitidas somente através da ingestão de peixes ou de outros organismos aquáticos crus.

Segundo Bahia (2009a), as doenças relacionadas ao banho, em geral, não são graves; a doença mais comum associada à água poluída por esgoto é a gastroenterite, que ocorre numa grande variedade de formas e pode apresentar um ou mais dos seguintes sintomas: enjôo, vômitos, dores de estômago, diarreia, dor de cabeça e febre; outras doenças menos graves incluem infecções de olhos, ouvidos, nariz e garganta; em locais muito contaminados, os banhistas podem estar expostos a doenças mais graves, como disenteria, hepatite A, cólera e febre tifoide (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2011).

Para evitar esse contágio, alguns autores recomendam medidas preventivas, como (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2011; BRASIL, 2006a):

- ✓ evitar banhar-se em águas do mar classificadas como impróprias;
- ✓ evitar tomar banho de mar nas primeiras 24 horas após chuvas intensas;
- ✓ evitar banhar-se em canais, córregos ou rios com suspeita de recebem esgotos domésticos;
- ✓ evitar engolir água do mar, com redobrada atenção para com as crianças e idosos, que são mais sensíveis e menos imunes do que os adultos;
- ✓ não levar animais à praia;
- ✓ apenas beber água de procedência confiável;
- ✓ lavar bem as frutas e verduras em água potável;
- ✓ proteger os alimentos e eliminar os focos de proliferação de moscas;
- ✓ lavar as mãos, após o uso da privada, antes de lidar com alimentos e/ou cuidar de crianças pequenas; e
- ✓ o uso de privadas, evitando a contaminação do solo e da água.

#### **1.2.4. QUALIDADE E DETERIORAÇÃO DAS ÁGUAS**

O conceito de qualidade da água é bastante subjetivo e irá depender do uso a que esse recurso natural será destinado. Decorrendo desse fato, a qualidade da água será julgada por teores máximos de impurezas permitidos, valores estes fixados por entidades públicas. A água será classificada como adequada ou inadequada para determinado uso: no caso das praias ou águas para a recreação, ela será considerada como própria ou imprópria para o banho, ou ainda potável ou não potável para as águas para consumo humano.

### 1.2.4.1. IMPLICAÇÕES LEGAIS

A legislação ambiental nacional é rica em instrumentos que defendem o aspecto qualitativo dos recursos hídricos (BAHIA, 2008). Isso é fundamental para a o bem estar ambiental, pois não há crime se não há lei que o condene, que o previna.

A Resolução CONAMA nº 020, de 18 de junho de 1986, inaugurou a gestão da qualidade das águas em âmbito nacional e foi responsável pela classificação e enquadramento dos corpos hídricos no Brasil. Quase duas décadas depois, ela foi revogada pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que já foi alterada pelas Resoluções CONAMA nº 370, de 06 de abril de 2006; nº 397, de 03 de abril de 2008; nº 410, de 04 de maio de 2009 e, por fim, pela nº 430, de 13 de maio de 2011, que não apenas a altera, mas a complementa.

Sendo assim, a Resolução CONAMA nº 357/2005, com as suas alterações e complementações, regulamenta o enquadramento dos corpos hídricos segundo seus usos preponderantes em treze classes de qualidade, sendo cinco classificações para as águas doces, quatro classificações para as águas salobras e quatro classificações para as águas salinas. No anexo A desta dissertação é possível conferir os limites máximos permitidos nos diferentes parâmetros para as águas doces.

A classificação adotada pela legislação brasileira, porém, é contestada por diversos autores, já que desconsidera as grandes diferenças regionais do Brasil. Acredita-se que dificilmente a caracterização das águas poderá ser concretizada, já que a resolução estabelece critérios genéricos que em determinadas regiões e momentos seriam inviáveis.

Essa resolução também determina condições e padrões de lançamento de efluentes, também segundo seus usos preponderantes, visando assegurar às águas superficiais qualidade compatível com os diferentes usos, e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

Outra resolução publicada que veio revogar os artigos de 26 à 34 da CONAMA nº 020 é a CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, que trata das águas destinadas à balneabilidade e estabelece critérios para a sua classificação. Utilizada tanto em praias litorâneas quanto em águas interiores, ela avalia a qualidade dos corpos d'água para a recreação de contato primário, ou seja, quando o usuário tem contato direto e prolongado com a água, havendo a possibilidade de ingeri-la. De acordo com esse documento, a balneabilidade das águas classifica-se em duas categorias: própria e imprópria, sendo que a primeira reúne ainda três desdobramentos distintos: excelente, muito boa e satisfatória.

Essa definição tem base em parâmetros microbiológicos, de acordo com as densidades de bactérias fecais resultantes de análises feitas durante cinco semanas consecutivas. A legislação prevê o uso de três indicadores microbiológicos de poluição fecal: coliformes termotolerantes, E. Coli e enterococos. A **tabela 1.5** reúne os limites de densidade dessas bactérias por categoria para o seu enquadramento como própria ou imprópria.

Tabela 1.5: Limites de coliformes termotolerantes, E. coli e enterococos por 100 mL de água, para cada categoria.

Categoria		Coliforme Termotolerante (UFC <sup>9</sup> /100mL)	Escherichia coli (UFC/100mL)	Enterococos (UFC/100mL)
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: CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2000, adaptado.

Chama-se a atenção ao fato de que esses organismos são apenas indicadores microbiológicos de poluição fecal e não causam riscos diretos à saúde dos banhistas. Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2011), embora o risco à saúde esteja estabelecido, não é possível avaliar a qualidade dessas águas através da análise de cada micro-organismo patogênico que possa estar presente. O autor conclui que, além dos métodos disponíveis para essa detecção serem complexos, demorados e caros, esses micro-organismos patogênicos podem estar presentes em densidades bastante baixas, o que dificultaria ou impediria a sua detecção. Desta forma, adotou-se a estratégia de utilizar os micro-organismos presentes em material fecal como indicadores de contaminação fecal, o que se tem mostrado muito satisfatório.

<sup>9</sup> UFC (unidade formadora de colônia): contagem de unidades formadoras de colônia em placas obtidas pela técnica de membrana filtrante.

A classificação do corpo hídrico como impróprio indica um comprometimento na qualidade sanitária da água, implicando risco à saúde do usuário e tornando desaconselhável a sua utilização para o banho. Porém, a Resolução CONAMA nº 274/2000 ainda prevê outros fatores que restringem o uso desse corpo d'água para recreação de contato primário, como a incidência de enfermidades transmissíveis por via hídrica; a presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, como esgotos sanitários, óleos e outras substâncias; nos casos específicos de águas doces, pH menores que 6,0 ou maiores que 9,0; floração de algas tóxicas e outros fatores que ofereçam riscos à saúde humana ou contraindiquem a recreação de contato primário (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2000).

#### **1.2.4.2. PARÂMETROS DE QUALIDADE**

A qualidade da água vai depender de três fatores: das condições geológicas, geomorfológicas e de cobertura vegetal da bacia de drenagem; do comportamento dos ecossistemas terrestres e das águas doces; e das ações antrópicas (TUCCI; HESPANHOL; CORDEIRO NETTO, 2001). Além disso, ela pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas. Baseando-se no foco desta pesquisa, podem-se destacar os principais parâmetros geralmente utilizados para corpos hídricos com descarte de esgotos domésticos.

##### **1.2.4.2.1. TEMPERATURA**

Variações de temperatura são naturais ao longo do dia, ao longo das estações do ano, da latitude, da altitude, em função do fluxo e da profundidade (BAHIA, 2008). Esse parâmetro influencia os organismos aquáticos, pois estes possuem limites máximos e mínimos de tolerância térmica, além das temperaturas ótimas de crescimento.

Além de afetar diretamente as espécies biológicas presentes e suas taxas de atividades, a temperatura da água influencia também na velocidade das reações químicas e biológicas; na solubilidade dos gases e outras substâncias na água; na tensão superficial e na viscosidade (BARBOSA FILHO, [19-]).

#### **1.2.4.2.2. POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)**

O pH interfere diretamente na fisiologia das diversas espécies, podendo provocar a mortandade da vida aquática, já que a maioria dos peixes não suporta níveis de pH inferiores a cinco ou superiores a nove (AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DE PERNAMBUCO, 2008). Indiretamente, esse parâmetro influencia na estabilidade e solubilidade de elementos químicos, como a precipitação de metais tóxicos, amônia e gás sulfídrico (PIVELI; KATO, 2005).

As características do solo, a presença de ácidos húmicos ou a atividade fotossintética intensa podem contribuir para a elevação ou redução do pH (AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DE PERNAMBUCO, 2008), além de poder se originar nos despejos de efluentes domésticos e industriais.

A importância desse parâmetro nesta pesquisa se dá ao fato de que Muriqui possui uma intensa utilização de suas águas para recreação de contato primário, e valores extremos de pH poderiam causar irritação na pele dos banhistas (BAHIA, 2008).

#### **1.2.4.2.3. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA**

A condutividade está diretamente associada à presença de sais dissolvidos na água. Esse parâmetro não determina quais os íons que estão especificamente presentes na água, mas pode ser um indicativo de possíveis impactos ambientais que por ventura possam ocorrer devido ao lançamento de efluentes industriais, esgotos domésticos, resíduos de mineração, entre outros (BAHIA, 2008).

#### **1.2.4.2.4. TURBIDEZ**

Turbidez é a característica física da água decorrente da presença de substâncias em suspensão, ou seja, sólidos suspensos, finamente divididos ou em estado coloidal, e de organismos microscópicos (COLOMBO, 2012). A presença dessas partículas provoca a

dispersão e a absorção da luz, deixando a água com aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa.

A turbidez impede a reposição do oxigênio dissolvido no corpo d'água; como a penetração dos raios solares fica limitada, a turbidez acaba restringindo a realização da fotossíntese. Ela também pode atrapalhar a alimentação aquática, já que alguns peixes podem não conseguir encontrar alimentos. Além disso, deve-se levar em conta também que as águas com alta turbidez podem limitar seu aproveitamento, tanto para o uso humano e industrial, como para as atividades de recreação.

Conforme a Agência Nacional de Águas (2014), a principal fonte natural de turbidez é a erosão dos solos, quando na época das chuvas as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido para os corpos hídricos. Ademais, atividades de mineração e lançamento de esgotos sanitários e de efluentes industriais também são importantes causadores da elevação da turbidez das águas.

#### **1.2.4.2.5. SÓLIDOS**

Quando os resíduos sólidos se depositam nos leitos dos corpos d'água, podem causar seu assoreamento, o que gera problemas para a navegação e o aumento do risco de enchentes. É possível também provocar danos à vida aquática, pois ao se depositarem no leito esses destroem os organismos que vivem nos sedimentos e servem de alimento para outros organismos, e danificam os locais de desova de peixes (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2012).

#### **1.2.4.2.6. COLIFORMES TERMOTOLERANTES**

As bactérias coliformes termotolerantes ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos, como citado no item 1.2.4.1. Essas não são patogênicas, mas a sua presença em grandes números indica a possibilidade da existência de micro-organismos responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, como as listadas na **tabela 1.5**.

A especificidade desta bactéria no esgoto e o grande número em que se encontram facilitam a sua quantificação. Entretanto, apesar destes organismos não sobreviverem por longo tempo em ambientes marinhos, especialmente devido à ação das radiações solares, temperatura, salinidade, predação e competição; o muitos patógenos podem subsistir mais tempo sob tais condições e representar risco potencial à saúde pública (BAPTISTA NETO et al., 2008).

#### **1.2.4.2.7. ÓLEOS E GRAXAS (OG)**

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. São compostos muito estáveis, de difícil decomposição por bactérias em geral. Como informa a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2004), estas substâncias geralmente são provenientes de despejos nos resíduos industriais, nos esgotos domésticos, nos efluentes de oficinas mecânicas, em postos de gasolina e na lavagem pelas águas pluviais em estradas e vias públicas, como já visto no item 1.2.1.3.

A presença de material graxo nos corpos d'água, além de acarretar problemas de origem estética, diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo, desta maneira, a transferência do oxigênio da atmosfera para a água (BAHIA, 2008). Em processos de decomposição, a presença dessas substâncias reduz o oxigênio dissolvido, elevando a DBO e a DQO (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2006).

Como já citado no item 1.2.1.4, o balneário estudado possui em sua praia uma sede náutica com aproximadamente 500 embarcações particulares usadas para recreação. Essa estrutura apresenta para o meio ambiente um risco potencial de derramamento de óleo, o que justifica a inclusão deste parâmetro na pesquisa.

#### **1.2.4.2.8. OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)**

O OD é vital para a preservação da vida aquática, já que vários organismos precisam de oxigênio para o seu crescimento e reprodução. É fácil notar que durante o dia o OD sofre

variação, já que a atividade diurna das algas faz com que este parâmetro seja mais elevado do que à noite, quando não ocorre a fotossíntese. Além da fotossíntese, o oxigênio também é introduzido nas águas através de processos físicos, como a aeração natural proveniente da atmosfera.

Como visto no item 1.2.2, as águas poluídas por esgotos apresentam baixa concentração de OD, pois o mesmo é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica. Águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido geralmente superiores a 5mg/L, exceto se houverem condições naturais que causem a diminuição deste parâmetro (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2014).

#### **1.2.4.2.9. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)**

A DBO é um teste empírico no qual procedimentos laboratoriais padronizados são utilizados para determinar a quantidade de oxigênio disponível na água e em águas residuárias. Corresponderá à quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica biodegradável presente na água através da decomposição aeróbia. A temperatura de incubação é padronizada em 20<sup>0</sup>C e o tempo de incubação, em cinco dias, ou seja, DBO<sub>5,20</sub>.

Diversos autores concordam que concentrações elevadas de DBO<sub>5,20</sub> em um corpo d'água podem ser indicadoras de despejos orgânicos, como os esgotos domésticos (BAHIA, 2008; COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2008; VON SPERLING, 2005; AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DE PERNAMBUCO, 2008; AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2014). A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à depleção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

Embora este método seja muito criticado, principalmente porque as condições ambientais não reproduzem aquelas dos corpos d'água (temperatura, luz solar, população biológica e movimento das águas), é ainda parâmetro significativo para a avaliação da carga orgânica lançada nos mesmos.

#### **1.2.4.2.10. DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO)**

A DQO é a quantidade de oxigênio consumido na oxidação química da matéria orgânica existente na água. O teste da DQO é realizado num prazo menor que o da DBO<sub>5,20</sub>, e é importante relatar que esses dois parâmetros não apresentam necessariamente correlação.

A DQO é muito útil quando analisada conjuntamente à DBO<sub>5,20</sub> para observar a biodegradabilidade de despejos. Como na DBO<sub>5,20</sub> apenas a fração biodegradável é medida, entende-se que, quanto mais este valor se aproximar da DQO, mais biodegradável será o efluente.

Cita a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2008) que o aumento da DQO num corpo d'água deve-se principalmente a despejos industriais. Segundo o mesmo autor, a DQO tem-se mostrado um parâmetro bastante eficiente no controle de tratamentos anaeróbios de esgotos sanitários e de efluentes industriais, ainda melhor que a DBO<sub>5,20</sub>.

#### **1.2.4.2.11. NUTRIENTES**

Os nutrientes são substâncias essenciais ao crescimento e reprodução de micro-organismos, plantas e animais. Os requeridos em maior abundância são o carbono, nitrogênio e fósforo. Conforme visto no item 1.2.2, quando descarregados nas águas naturais provocam o enriquecimento do meio e possibilitam o crescimento em maior extensão dos seres vivos que os utilizam, o que pode prejudicar o abastecimento público, a recreação e a preservação da vida aquática (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2008). Como o carbono é encontrado em abundância na biosfera, os nutrientes que se constituem em fatores limitantes para o crescimento das plantas e outras espécies aquáticas são o nitrogênio e o fósforo.

#### **1.2.4.2.11.1. NITROGÊNIO**

Podem-se citar diversas fontes de nitrogênio nas águas naturais, como os esgotos sanitários, alguns efluentes industriais, a lavagem pelas águas pluviais de solos fertilizados e a ação de bactérias na atmosfera (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2008).

Nos corpos d'água, o nitrogênio pode ocorrer nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Vale ressaltar que, em um corpo d'água, a determinação da forma predominante do nitrogênio pode informar sobre o estágio de poluição. Em geral, uma poluição recente caracteriza-se pela predominância de nitrogênio nas formas orgânica e amoniacal (BARBOSA FILHO, [19-]). O autor acrescenta ainda que a predominância de nitrito e nitrato indica que as descargas de esgotos se encontram distantes ou que a poluição no local não é recente.

#### **1.2.4.2.11.2. FÓSFORO**

O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes: fosfato orgânico, ortofosfato ou polifosfato. No entanto, esta terceira forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, porque os polifosfatos sofrem hidrólise, convertendo-se rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2008).

O fósforo é encontrado nas águas naturais em quantidades muito pequenas para satisfazer a sua demanda, que provém basicamente da dissolução de rochas (AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DE PERNAMBUCO, 2008). O aporte de fósforo decorre de descargas de esgotos sanitários, de alguns efluentes industriais e de águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas (BAHIA, 2008). Este parâmetro não apresenta problemas de ordem sanitária nas águas, contudo, assim como o nitrogênio, o fósforo é um elemento indispensável para o crescimento de algas e de micro-organismos e em altas concentrações favorece o processo de eutrofização (VON SPERLING, 2005).

### **1.3. USOS ECONÔMICOS DA ÁGUA**

A importância qualitativa e quantitativa da água já foi amplamente discutida. Porém, é fundamental reconhecer agora o seu poder no desenvolvimento econômico e social.

Nesse sentido, usamos os recursos hídricos na geração de energia elétrica, para o abastecimento da população com água potável e para alguns setores produtivos, como a atividade industrial e a agricultura irrigada, onde a água é de importância capital. Além disso, o transporte fluvial e marítimo é importante fonte de escoamento de produção, assim como meio de transporte para o deslocamento da população.

Já que o presente trabalho trata de uma área que apresenta a atividade turística como principal fonte de renda e onde a água é maciçamente utilizada para recreação de contato primário, serão discutidas as diversas relações do turismo com o meio ambiente, com a água e com as ações do homem, levando-se em consideração que o turismo é um segmento econômico que tem se desenvolvido bastante nos últimos tempos.

#### **1.3.1. GESTÃO AMBIENTAL NO TURISMO**

O turismo pode contribuir para o desenvolvimento socioeconômico e cultural de uma região e, ao mesmo tempo, pode degradar o ambiente de forma intensa. Com isso, percebeu-se a necessidade de o turismo ser uma atividade sustentável, de forma a valorizar as características locais, e garanti-las para as gerações futuras, visitantes e empresários.

No Brasil, o modelo de gestão implantado pelo Ministério do Turismo (MT), proporciona que cada Unidade Federada, região e município busquem suas próprias alternativas de desenvolvimento, de acordo com suas realidades e especificidades (BRASIL, 2007). Desta forma, espera-se que cada região planeje e decida seu próprio futuro, respeitando os princípios da sustentabilidade econômica, ambiental, sociocultural e política. Baseado nisso, em 17 de setembro de 2008 foi criada a Política Nacional de Turismo (PNT), pela Lei nº 11771, que define as atribuições do Governo Federal no planejamento, desenvolvimento e estímulo ao setor turístico.

O Conselho Brasileiro para o Turismo Sustentável (CBTS), propõe sete princípios técnicos de forma a operacionalizar o desenvolvimento sustentável na atividade turística (BRASIL, 2007). São eles:

- ✓ Respeitar a legislação vigente;
- ✓ Garantir os direitos das populações locais;
- ✓ Conservar o meio ambiente natural e sua diversidade;
- ✓ Considerar o patrimônio cultural e valores locais;
- ✓ Estimular o desenvolvimento social e econômico dos destinos turísticos;
- ✓ Garantir a qualidade dos produtos, processos e atitudes;
- ✓ Estabelecer o planejamento e a gestão responsáveis.

É importante destacar que a ação do governo é fundamental no que diz respeito a essa gestão, pois o distanciamento do poder público pode refletir na iniciativa privada, que tende a conduzir o turismo para o desenvolvimento de atividades lucrativas, descuidando do lado social e ambiental (diversos autores: PHILLIPPI JR.; RUCHMANN, 2010; BRASIL, 2007; BRASIL, [199-]).

Segundo Phillippi Jr. e Ruchmann (2010), algumas cidades turísticas recebem visitantes praticamente ao longo de todo o ano, como Paris e Nova Iorque. Porém, em outras regiões existe um tipo de turismo que está diretamente ligado ao foco desta pesquisa: o turismo sazonal. Neste, existe uma população fixa, composta pelos moradores locais e, nos finais de semana, feriados e períodos de férias escolares, há um aporte significativo de visitantes, a chamada população flutuante.

Nesse quadro há uma grande dificuldade da gestão pública quanto ao dimensionamento dos serviços, como a coleta de lixo, o transporte público, o fornecimento de água potável e energia elétrica, o sistema de saúde e o dimensionamento da rede de esgotos sanitários, além do seu tratamento e disposição final. Nesses locais, os administradores públicos tem uma difícil decisão: superdimensionar os serviços para atender toda a população, inclusive a flutuante, ou subdimensionar, de forma a atender somente a população local. O custo de implantação da primeira opção seria muito alto, além de manter diversos serviços ociosos por grande parte do ano. Em contrapartida, dimensionando os serviços apenas para a população local, a situação ficaria crítica nos períodos de grande visitação. Como atender ao turista e à população local com qualidade e eficiência sem causar danos ao meio ambiente?

### **1.3.2. HISTÓRIA DO TURISMO**

Segundo Phillippi Jr. e Ruchmann (2010), as bases para o turismo começaram a se desenvolver no século XVII, quando os jovens da aristocracia europeia começaram a viajar em busca de experiência e conhecimento pessoal. Citam ainda que até meados do século XX existia um turismo elitista, onde as atividades de lazer ainda não eram observadas como um direito ou uma necessidade, mas uma regalia para poucos.

A partir da segunda metade do século XX, grande número de pessoas passou a ter acesso a essa atividade. Com o desenvolvimento do automóvel e, posteriormente, do avião, o turismo foi se popularizando, e após a II Guerra Mundial, ganhou impulso devido ao aumento do poder de compra, à busca do bem estar e ao fim da guerra (diversos autores: PHILLIPPI JR; RUCHMANN, 2010; BRASIL, 2007; BRASIL, [199-]). Assim, o turismo passou a ser desejo não só de estudantes e intelectuais, como também de trabalhadores.

Desde então, temos assistido a profundas transformações, tanto desencadeadas por um crescente processo de prosperidade material das sociedades e de seu poder de consumo de bens e serviços, quanto impulsionadas pelo desenvolvimento dos meios de transporte e de comunicação. O turismo se consolidou, não só como atividade cultural, mas como gerador de receitas e de empregos.

### **1.3.3. RELAÇÃO DE DEPENDÊNCIA ENTRE O TURISMO E O MEIO AMBIENTE**

Sabe-se que o turismo pode ser classificado de diferentes formas em função do seu propósito: tem-se o turismo cultural e histórico, o turismo recreativo costeiro e o de alto mar, pode ser uma viagem por motivos de negócios ou visita a parentes, peregrinação religiosa, entre outros. Como neste trabalho se trata diretamente de um turismo recreativo costeiro, somente esta classificação será abordada.

Atualmente, diversos fenômenos ambientais têm sido amplamente discutidos e divulgados para a população, como o aquecimento global, as mudanças climáticas, a escassez da água, os buracos na camada de ozônio, a poluição das águas, do solo e do ar. Mas como esses fatos podem afetar o turismo costeiro?

Considerando que as áreas costeiras e as ilhas são lugares que atraem as pessoas para o lazer e recreação ao mar, é fácil perceber que a poluição das águas e praias, com resíduos sólidos e efluentes domésticos e industriais, seria um fator limitante à referida atividade turística. Por outro lado, com uma visão mais holística do problema, destacam-se os buracos na camada de ozônio da atmosfera. Sabe-se que o sol, o calor e a água são os principais atrativos turísticos na área costeira e, considerando a constante diminuição da camada de ozônio na atmosfera, uma exposição ao sol poderia transformar uma simples diversão aquática num problema de saúde.

Phillippi Jr. e Ruchmann (2010), citam outros fenômenos ambientais da última década que têm afetado as atividades turísticas: o aumento das temperaturas, causadores de desconforto aos turistas; o aumento de enchentes e tempestades, favorecendo o surgimento de epidemias e ocasionando a retirada destas regiões das rotas de navios de cruzeiro; além da diminuição da quantidade de neve nas estações de esqui, que têm reduzido a temporada. Todos estes exemplos prejudicam a indústria do turismo e colocam em risco a economia e o desenvolvimento locais.

Por outro lado, o turismo também é responsável por impactar o meio ambiente. A proximidade dos turistas com a fauna pode afetar a vida selvagem com a mudança de comportamento e hábito dos animais, já que os visitantes, além de produzirem elevados ruídos, têm o hábito de alimentar os animais.

Não se pode esquecer da poluição sonora e atmosférica causadas pelos diferentes tipos de transporte utilizados pelos turistas, o comprometimento do solo e da topografia, o consumo excessivo de recursos naturais, entre outros exemplos que serão citados adiante, no item 1.3.4.2, impactos negativos do turismo.

Sob uma visão geral, tanto o turismo afeta o meio ambiente quanto as condições ambientais afetam o turismo. É um ciclo contínuo, onde visitantes muitas vezes são responsáveis pela degradação do meio, enquanto os turistas que buscam o contato com a natureza evitam lugares poluídos, degradados e descaracterizados pela urbanização. A queda da movimentação decorrente dessa perda de qualidade é responsável pela diminuição da receita, o que alimenta um círculo vicioso, já que não há disponibilização de recursos para investir na melhoria do serviço oferecido. Por isso é importantíssima a conservação do meio ambiente e a implantação de um turismo sustentável.

### **1.3.4. IMPACTOS AMBIENTAIS DO TURISMO**

Como visto no item 1.3.2, no passado o turismo era uma regalia de uma minoria aristocrática. Hoje ele está amplamente difundido nas diferentes camadas sociais, servindo como lazer tanto para os abastados como para os menos privilegiados.

Os impactos ocasionados pelas atividades turísticas podem ter seus efeitos gerais tanto positivos quanto negativos, causando danos diretos ao meio ambiente e à comunidade. Diversos autores como Brasil (2007), Philippi Jr. e Ruchmann (2010), Brasil ([199-]), entre outros, relatam os prós e os contras das atividades turísticas, conforme será abordado nos itens 1.3.4.1 e 1.3.4.2.

#### **1.3.4.1. IMPACTOS POSITIVOS**

Como o movimento turístico explora o patrimônio natural e cultural local, espera-se que haja uma profunda preocupação dos envolvidos com a preservação do ambiente. Baseando-se nessa dependência, as atividades turísticas podem desempenhar um papel fundamental, em benefício não só da região visitada, mas também do seu entorno.

A princípio, a indústria do turismo é responsável pelo melhoramento da infraestrutura local. A presença de turistas pressiona as autoridades a criarem medidas de planejamento ambiental, incluindo não só o saneamento básico, como também o transporte, a comunicação, a saúde e o paisagismo da área urbana. Deve-se considerar que em muitos municípios brasileiros, principalmente os menores, esse item, saneamento básico, tem recebido pouca atenção dos seus gestores, por diferentes fatores, como a dificuldade de soluções técnicas economicamente viáveis, a priorização de outras atividades, ou mesmo a ignorância desses gestores quanto a sua importância para a saúde pública (PHILLIPPI JR; RUCHMANN, 2010). Porém, com a presença de turistas e a visibilidade da região, eles passam a considerar esses assuntos, melhorando não só a qualidade de vida da população local, mas beneficiando também o meio ambiente, garantindo a preservação da fauna, flora e dos recursos hídricos.

Segundo Brasil (2007), os recursos para efetivar o melhoramento da infraestrutura podem vir por meio de contribuições financeiras indiretas, como o pagamento de impostos - onde se pode mencionar o ICMS ecológico -, ou de empréstimos diretamente vinculados à

vocação turística da localidade, como os programas do Governo Federal – neste caso, citam-se o Programa de Desenvolvimento do Turismo (PRODETUR) e o Programa de Desenvolvimento do Ecoturismo na Amazônia Legal (PROECOTUR).

Outro incentivo que surge para facilitar e abastecer a indústria do turismo é a geração de empregos e renda, ou seja, o aporte financeiro que o turismo pode injetar direta e indiretamente na região. Já foi esclarecido que o turismo não é apenas uma atividade cultural, mas se firmou como gerador de receitas e empregos, garantindo o sustento da população local e incentivando a criação de micro e pequenos negócios. Segundo Brasil (2007), o turismo emprega em sua cadeia desde mão-de-obra mais qualificada, em áreas que se utilizam de alta tecnologia (como transportes e comunicação), até a de menor qualificação, tanto no mercado formal quanto no informal. Como exemplo, podem-se citar a confecção e a venda de artesanato, o fornecimento de alimentos para hotéis e restaurantes por meio da agricultura familiar, a venda direta de produtos da terra ou doces feitos de forma artesanal, a disponibilização de animais de montaria para o turismo equestre ou turismo rural, entre outros.

Além do retorno social, a contribuição financeira do turista e das agências de turismo financiam a conservação da biodiversidade com taxas e licenças cobradas para as atividades turísticas e recreativas. Ou seja, as contribuições financeiras resultantes da venda de serviços, da compra de ingressos em parques ou do pagamento de taxas ambientais em determinados destinos servem como incentivo econômico a ser investido na manutenção, conservação e preservação do ambiente visitado.

Não se pode deixar de citar que muitas vezes a indústria do turismo serve para a conservação, preservação, proteção e recuperação de ambientes naturais. O turismo surge como estímulo para que a comunidade local proteja habitats naturais e reduza a exploração dos recursos naturais, uma vez que a qualidade ambiental da área tem sido um atrativo para a escolha do destino turístico. A indústria do turismo ainda incentiva a proteção de novas áreas, pois, à medida que algumas áreas naturais são cada vez mais procuradas por turistas, isso pode agregar valor a dita área, transformando-a em parques e reservas. Segundo Brasil ([199-]), cerca de 3,9% do território nacional está sob proteção federal, distribuído em 35 Parques Nacionais, 23 Reservas Biológicas, 21 Estações Ecológicas, 16 Áreas de Proteção Ambiental, nove Reservas Extrativistas, 39 Florestas Nacionais e ainda as Reservas Particulares de Patrimônio Natural.

Isto posto, nenhuma mudança seria possível sem a sensibilização de moradores e visitantes para as questões ambientais. Os moradores locais precisam do turista, e o turista

quer ver o meio ambiente conservado e apresentável. Para tanto, a população local precisa aprender a respeitar o meio ambiente, conhecer os métodos de preservação e usos sustentáveis. Se os habitantes locais conseguirem exercer e divulgar esses conceitos, ele servirá como disseminador destes, para que os turistas passem a desenvolver esses preceitos em outras regiões.

#### **1.3.4.2. IMPACTOS NEGATIVOS**

O turismo tem deixado a sua marca pelo mundo, e deve-se cuidar para que o uso dos recursos pelo turista não ultrapasse a capacidade do ambiente de se recompor, de forma a evitar um grave risco ambiental. Esse fato é facilmente exemplificado por Phillippi Jr. e Ruchmann (2010 apud Euhofa et al., 2001); segundo os autores, os turistas usam dez vezes mais água em suas atividades diárias do que os habitantes locais. Desta forma, sendo consumidor excessivo de recursos naturais, como combustíveis, eletricidade, água e alimentos, deve-se considerar ainda que esse visitante irá gerar significativas quantidades de resíduos, ou seja, haverá uma sobrecarga de esgoto e lixo que, sem destinos apropriados, comprometerão o ecossistema.

Outras fontes de poluição trazida pela indústria do turismo são a poluição sonora, atmosférica e do solo. A primeira é causada pelos sons que os turistas emitem para a sua diversão, com seus festejos e brincadeiras, que afetam diretamente a fauna. A segunda, pelos meios de transporte, como aviões, carros, barcos, navios, ônibus, entre outros, que além de emitirem ruídos e substâncias na atmosfera, podem ser responsáveis por engarrafamentos desconfortáveis. Por fim, a poluição do solo é causada pelo excesso de produção de lixo e de sua destinação inadequada, além da alteração da topografia natural para a construção de acomodações e espaços recreativos; o desmatamento e o uso excessivo de trilhas, que podem causar erosão do solo, e conseqüente assoreamento de rios e lagos, comprometendo diretamente a qualidade de água local; a impermeabilização o solo, que prejudica o ciclo hidrológico e a quantidade do recurso hídrico disponível; entre outros.

Outro exemplo de impacto negativo do turismo é a mudança do comportamento e hábitos da fauna como resultado da aproximação dos turistas. Pode-se citar a alimentação inadequada de animais silvestres fornecidas por turistas e por empreendedores, o que pode

acarretar tanto uma superpopulação de determinada espécie quanto uma possível agressividade dos animais pela busca do alimento fácil.

E, por fim, a poluição dos corpos hídricos, talvez a mais importante para essa pesquisa, causada principalmente pela inexistência de saneamento básico ou ainda pelo lançamento de óleos provenientes de atividades recreativas com lanchas e motos aquáticas (*jetskis*). A poluição das águas ocasiona, além do impacto na biodiversidade aquática, danos diretos à saúde pública, a partir da degradação das fontes de água potável e para recreação.

### **1.3.5. MEDIDAS ATENUANTES AOS IMPACTOS DO TURISMO**

Para alguns autores, o turismo sustentável não existe e nem pode existir devido a diversos motivos: a atual lógica de acumulação capitalista (CANDIOTTO, 2009); por considerar que o turismo é um setor motivador da transformação da natureza e da paisagem em mercadoria (RODRIGUES, 1997); que a possibilidade do turismo sustentável se dá mais em debates teóricos do que nas análises empíricas (SILVA, 2004); ou ainda que o turismo é vendido como atividade sustentável por trazer vantagens econômicas, pois o chamado *marketing* sustentável agrada as pessoas que se dispõem a pagar a mais por algo ecologicamente correto, gerando altos lucros (BUTLER, 1998).

Em contrapartida, outros autores acreditam que o turismo possa ser gerenciado de forma a impactar o mínimo possível o ambiente visitado. Para isso, pode-se abrir mão de diversos recursos, de forma a limitar o número de visitantes, protegendo o meio ambiente de uma possível sobrecarga.

É importante lembrar que o turismo não se limita a impactar somente a região visitada, transtornos ambientais atingem uma escala mais ampla. Assim sendo, deve-se gerenciar o turismo, garantindo à população local a sua fonte de renda, sem que o meio ambiente pague o preço por isso.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 2.1. HISTÓRICO DO MUNICÍPIO DE MANGARATIBA

O nome do município provém da junção de duas palavras indígenas, *mangara* – ponta da banana – e *tiba* – local onde existe abundância (RIO DE JANEIRO, 2011). O início de sua ocupação deu-se no século XVI, porém, a agressividade dos índios nativos impediu o progresso da colonização (REVISTA ATUAL, 2012). Somente em meados de 1620 o povoamento aconteceu de forma ordenada, quando construíram-se aldeamentos para os jesuítas e índios Tupiniquins trazidos de Porto Seguro (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012).

Apesar das constantes lutas entre os nativos e os colonizadores, o núcleo de Mangaratiba prosperou. O desenvolvimento da economia cafeeira e o tráfico de escravos foram atividades importantes que enriqueceram e alavancaram a economia (MANGARATIBA, 2012); somado a isso, o porto de Mangaratiba era um dos escoadores dos produtos de exportação de Minas Gerais e de São Paulo, principalmente o café (RIO DE JANEIRO, 2011).

A produção de café se desenvolveu, e as trilhas utilizadas para escoar a mercadoria ficaram insuficientes. Assim foi construída a primeira estrada de rodagem do Brasil, inaugurada em 1857 pelo Imperador D. Pedro II, que ficou conhecida como a “Estrada Imperial” (REVISTA ATUAL, 2012).

A construção dessa via trouxe ainda mais desenvolvimento para a região, mas o período de riquezas acabou com a conjunção de dois fatores: a construção em 1870 da estrada de ferro D. Pedro II, ligando o Rio de Janeiro a São Paulo, o que possibilitou o escoamento da produção cafeeira do Vale do Paraíba diretamente para o Rio de Janeiro; e a proibição do tráfico de escravos e posterior abolição da escravatura. Os portos de Mangaratiba ficaram desertos e imóveis foram abandonados, um exemplo de cidade nascida de uma rota comercial e que não tinha bases produtivas próprias (MANGARATIBA, 2013a).

A estagnação da economia e da vida em Mangaratiba persistiu até 1914, quando foi concluído o ramal da estrada de ferro Central do Brasil, que integrou o município ao sistema ferroviário do Rio de Janeiro, possibilitando a exportação de bananas e a construção de residências de veraneio ao longo da linha férrea (REVISTA ATUAL, 2012).

Seguindo esse caminho, na década de 40 ocorreram grandes loteamentos na região de Muriqui, Praia do Saco e Itacuruçá (MANGARATIBA, 2012). Ainda segundo o autor, nos anos 70, com a construção da Rodovia Rio-Santos, houve uma grande valorização do solo urbano, culminando na expansão das residências de fins de semana e das atividades turísticas.

Atualmente Mangaratiba tem no turismo a sua principal fonte de renda, graças a sua facilidade de acesso, proximidade dos grandes centros urbanos e cenários paradisíacos, que integram céu, mar e serra, oferecendo diversão e contato com a natureza a pessoas de todas as partes do Brasil, inclusive estrangeiros.

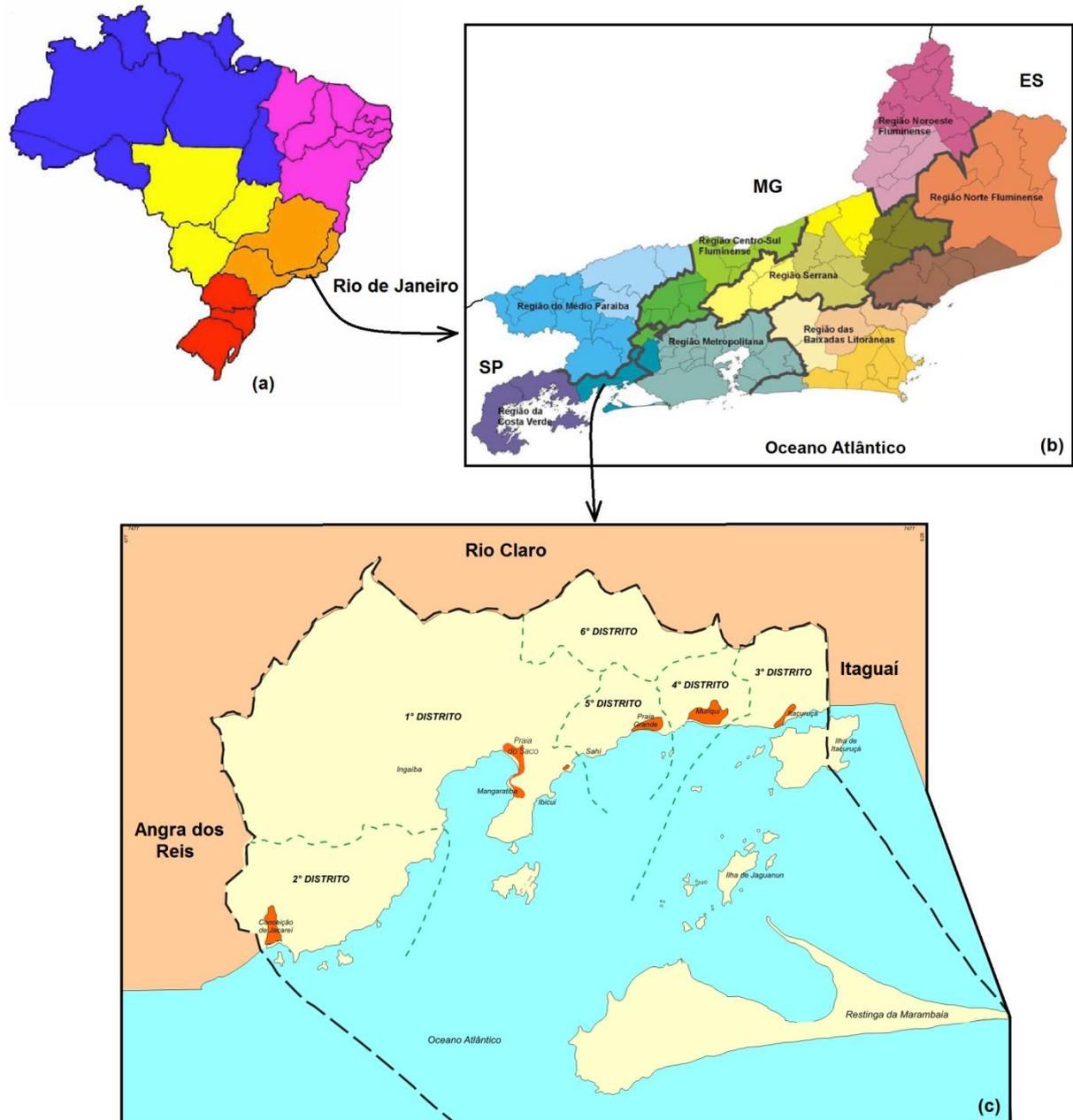
## **2.2. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E CARACTERÍSTICA POPULACIONAL.**

O estudo de caso deu-se em Muriqui, um distrito do município de Mangaratiba, no estado do Rio de Janeiro. Especula-se que tenha recebido esse nome pela marcante presença da espécie de macacos *Muriqui* que habitavam a região.

Mangaratiba está localizada numa faixa de terra entre a serra e o mar, em uma área de 356,408 Km<sup>2</sup> (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012). Localizada na região da Costa Verde, faz limites com os municípios de Angra dos Reis, Itaguaí e Rio Claro, além da Baía de Sepetiba. Possui um litoral recortado, com 40 Km de extensão (MANGARATIBA, 2013a), cheio de reentrâncias naturais, enseadas, ilhas e praias, que vão de Conceição de Jacareí, ao lado de Angra dos Reis, por toda a costa até Itacuruçá, divisa com Itaguaí.

A **figura 2.1** mostra a área de estudo. Na **figura 2.1-c** é apresentado o município de Mangaratiba com os seus municípios limítrofes e seus distritos municipais, com destaque para o 4º distrito, o balneário de Muriqui. A **figura 2.1-b** localiza a região da Costa Verde no estado do Rio de Janeiro. Por fim, a **figura 2.1-a** localiza o estado do Rio de Janeiro no Brasil.

Figura 2.1: Localização da área de estudo.



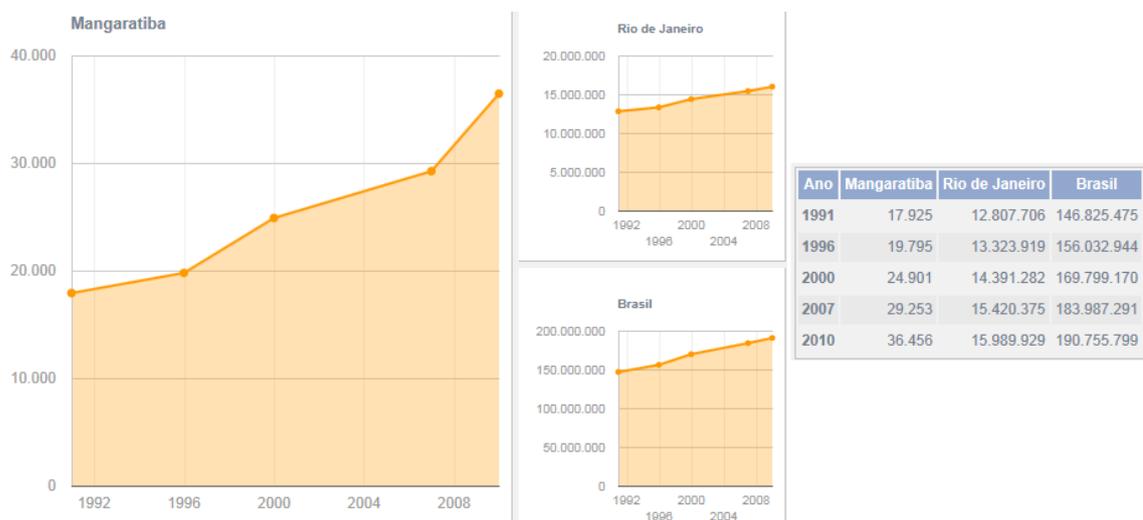
Legenda: Localização da área de estudo: (a) – mapa do Brasil com as suas cinco regiões geográficas; (b) – Região da Costa Verde, no estado do Rio de Janeiro; (c) – Município de Mangaratiba com os seus municípios limítrofes.

Fontes: (a) GOOGLE, 2013; (b) RIO DE JANEIRO, 2011; (c) MANGARATIBA, 2006, adaptados.

De acordo com o Censo 2010, o último disponível, Mangaratiba tinha uma população de 36.456 habitantes, o que correspondia a apenas 14,97% da população total da região da Costa Verde. A sua taxa de urbanização era de 88,1%, o que correspondia a uma população de 32.120 habitantes vivendo em área urbana (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012).

Se compararmos a população do início da década de 90 com a do último censo, a população do município de Mangaratiba teve um crescimento de 2,03 vezes nesses 19 anos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012). Esse crescimento populacional é mostrado na **figura 2.2**, onde se observa tanto o crescimento da população mangaratibana, quanto da população do estado do Rio de Janeiro e do Brasil. Segundo esse autor, o crescimento foi mais discreto tanto para o estado, de 24,85%, quanto para o país, de 29,92%. Tal cita Mangaratiba (2013a), o crescimento populacional se deu em função da expansão econômica da região e deve permanecer em razão da implantação do Arco Metropolitano e das indústrias em Itaguaí.

Figura 2.2: Crescimento populacional no município de Mangaratiba, no estado do Rio de Janeiro e no país, entre os anos de 1991 e 2010.



Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2014.

Por suas belezas naturais e a existência de estradas que possibilitam fácil acesso ao município, como a Rodovia Rio-Santos, que atravessa todo o seu território de leste a oeste, e a RJ-149, que liga Mangaratiba à Rio Claro, o município possui na indústria do turismo e de veraneio a sua principal sustentação financeira (MANGARATIBA, 2012). Este perfil turístico é confirmado pelo censo de 2010, onde havia 31.517 domicílios, 54,57% de uso ocasional (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012).

O Plano Municipal de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário estima que em períodos de temporada a população aumente de 2 a 3 vezes a habitual, ultrapassando os 100 mil nestas épocas, como mostra **tabela 2.1** (MANGARATIBA, 2013a, apud IBGE, 2010). No caso específico do balneário de Muriqui, a progressão é de 2,78 vezes. Destaca-se ainda nesta

tabela os principais núcleos urbanos do município, Mangaratiba e Muriqui, que correspondem juntos a 67,7% dos domicílios municipais.

Tabela 2.1: Distribuição da população nos distritos de Mangaratiba.

Distrito	População (habitantes)			Domicílios	
	Permanentes	Flutuantes	Total	Total	Taxa de ocupação
	(Mil hab)	(Mil hab)	(Mil hab)	(Mil unid)	(%)
Itacuruçá	5,8	11,9	17,7	5,3	37
Muriqui	9,2	25,6	34,8	10,1	30
Praia Grande	1,0	2,8	3,8	1,1	30
Mangaratiba	16,3	20,1	36,4	11,3	46
Conceição do Jacaré	4,1	8,3	12,4	3,6	35
Serra do Piloto	0,3	-	0,3	0,1	Nd
Total	37	69	106	31,6	37

Fonte: MANGARATIBA, 2013a, apud IBGE, 2010 (adaptado).

Mangaratiba possui um contingente de 29.745 eleitores (TRIBUNAL SUPERIOR ELEITORAL, 2012), o que corresponde a 81,59% do total da população. Porém, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012) declara haver 28.372 habitantes na faixa etária acima de 15 anos. O fato é no mínimo intrigante, já que o número de eleitores é maior que o número de habitantes. Destaca-se ainda que os habitantes de 15 anos não votam, e os de 16 e 17 anos não são obrigados a votar. Na verdade, isso ocorre pois grande parte dos veranistas possuem os seus títulos eleitorais na região.

## 2.3. INDICADORES SOCIAIS

### 2.3.1. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO (IDH)

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é um indicador divulgado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNDU) em seu relatório anual. Ele varia de zero a um, e “compara indicadores nos itens riqueza, alfabetização, educação, esperança de vida, natalidade e outros, com o intuito de avaliar o bem-estar de uma população, especialmente das crianças” (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2012).

O IDH possui três classificações: valores até 0,499 indicam desenvolvimento humano baixo; entre 0,50 e 0,799 são considerados de desenvolvimento humano médio; e maiores que 0,80, de desenvolvimento humano elevado. Na divulgação feita em novembro de 2007, com dados referentes a 2005, o Brasil pela primeira vez alcançou o nível 0,80, passando a integrar o grupo de países com IDH elevado (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2012). O mesmo autor cita ainda que, no ano de 2000, o estado do Rio de Janeiro apresentou o IDH de 0,802, ficando em quinto lugar no país.

Desde os anos 90 têm sido verificados avanços significativos no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M). Os menores municípios do Brasil, com população inferior a 50 mil habitantes, tiveram os maiores ganhos proporcionais de desenvolvimento humano no país entre 1991 e 2000 (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2012).

Na **tabela 2.2** compara-se o progresso do IDH-M nos três municípios da Costa verde.

Tabela 2.2: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M).

Município	IDHM (1991)	IDHM (2000)	IDHM Renda (1991)	IDHM Renda (2000)	IDHM Longevidade (1991)	IDHM Longevidade (2000)	IDHM Educação (1991)	IDHM Educação (2000)
<b>Mangaratiba</b>	<b>0,706</b>	<b>0,79</b>	<b>0,649</b>	<b>0,741</b>	<b>0,678</b>	<b>0,74</b>	<b>0,79</b>	<b>0,889</b>
Parati	0,714	0,777	0,646	0,731	0,751	0,773	0,746	0,827
Angra dos Reis	0,722	0,772	0,66	0,711	0,707	0,736	0,798	0,87

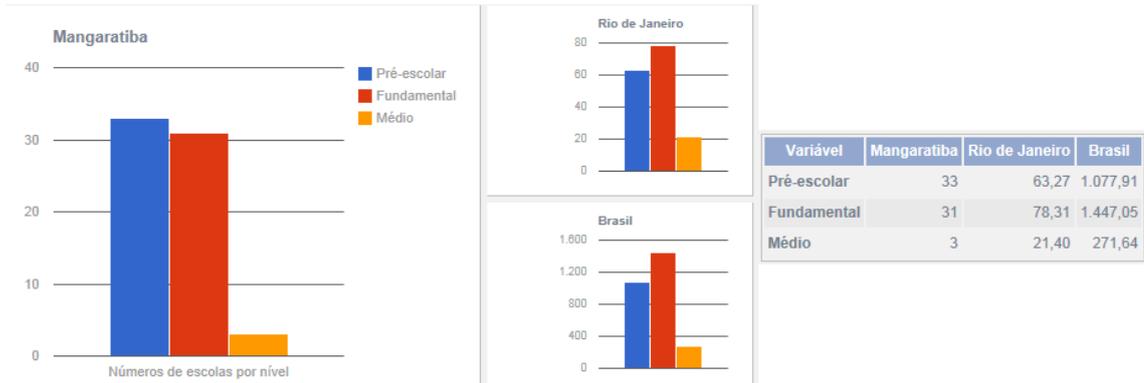
Fonte: PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2012 apud Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003.

### 2.3.2. EDUCAÇÃO

O número total de matrículas nos ensinos infantil, fundamental e médio de Mangaratiba, em 2009, foi de 9.755 alunos, mas decaiu para 8.984 em 2010, apresentando assim uma variação de -7,9% no número de estudantes (RIO DE JANEIRO, 2011).

Segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012), uma característica particular do município é que este possui mais pré-escolas que ensino fundamental, o que contrasta com o estado e o país, como mostra a **figura 2.3** referente ao ano de 2009.

Figura 2.3: Número de escolas em Mangaratiba em 2009.



Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2014.

### 2.3.3. SAÚDE

Mangaratiba dispõe de 16 estabelecimentos de saúde, de gestão unicamente municipal (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012). É uma característica própria do município, visto o contraste com o estado e com o Brasil, como apresenta a **figura 2.4**.

Figura 2.4: Dados do Serviço de Saúde em Mangaratiba em 2009.

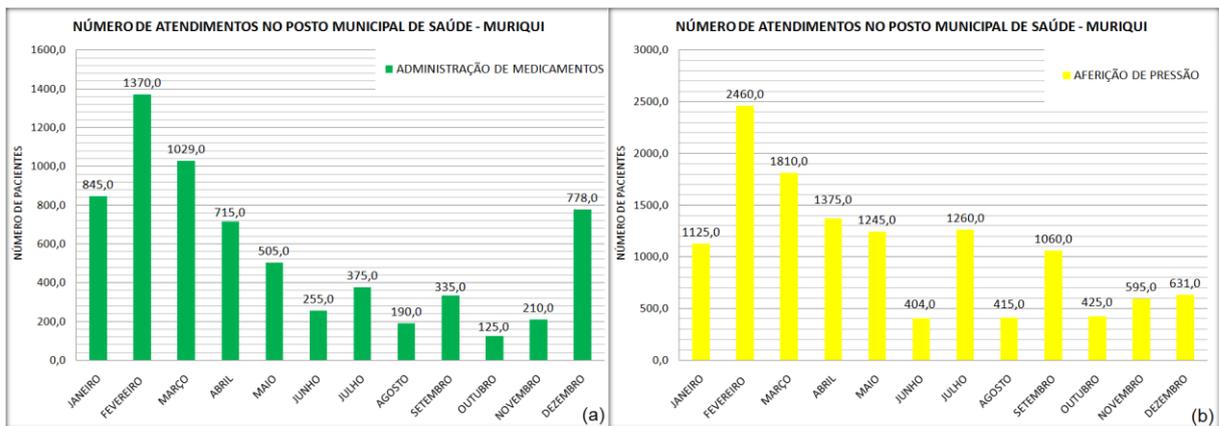


Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012.

Especificamente, o distrito de Muriqui possui um posto municipal de saúde, localizado na Rua Bahia, sem número. Conforme dados da secretaria municipal de saúde, o posto possui cinco especialidades médicas: cardiologia, clínica geral, dermatologia, pediatria e ginecologia e obstetrícia. Além disso, possui quatro especialidades não médicas: assistência social, fisioterapia, fonoaudiologia e psicologia clínica.

O número de atendimentos nesse posto de saúde varia ao longo do ano, como verificado na **figura 2.5**, referente aos atendimentos no ano de 2013. Destaca-se na **figura 2.5-a** que o mês de fevereiro possui o maior número de pacientes atendidos, e de uma maneira geral percebe-se que nos meses de dezembro a março ocorrem os maiores números de atendimento, que decaem ao longo do ano. A **figura 2.5-b** comporta-se de maneira similar, com o mês de fevereiro registrando o maior número de atendimentos.

Figura 2.5: Número de atendimentos no posto municipal e saúde em Muriqui no ano de 2013.



Legenda: Número de atendimentos no posto de saúde de Muriqui: (a) – na administração de medicamentos; (b) – na aferição de pressão.

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde, 2014 (adaptado).

Estes dados vêm reforçar a dificuldade encontrada pela administração pública em gerir os seus insumos nas regiões onde ocorre a flutuação populacional. Se olharmos a **figura 2.5-a**, perceberemos que o número de atendimentos variou de 125 em outubro à 1.370 em fevereiro, um aumento de 10,96 vezes. No caso da **figura 2.5-b**, percebe-se que o número de atendimentos variou de 404 em junho à 2.460 em fevereiro, correspondendo a um aumento de 6,09 vezes.

## 2.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

### 2.4.1. VEGETAÇÃO

A vegetação predominante do município de Mangaratiba é a Mata Atlântica (AMARAL JR., 2007). O autor ainda cita que a região é caracterizada por espécies arbóreas de grande porte (com 30 metros de altura), arbustivas e rasteiras, principalmente nas áreas de elevada altitude. Já nas áreas de baixa e média altitude, destaca a presença da monocultura, principalmente banana.

Vale frisar que grande parte do município se encontra dentro de uma Área de Proteção Ambiental (APA Mangaratiba), composta por uma vegetação muito bem preservada (MANGARATIBA, 2013a). A **figura 2.6** mostra o balneário de Muriqui com a sua área urbana e a vegetação de Mata Atlântica bem preservada na serra.

Figura 2.6: Balneário de Muriqui com vegetação de Mata Atlântica preservada ao fundo.



Fonte: O autor, 2014.

### 2.4.2. CLIMA

A área de estudo está inserida em uma região de clima tropical úmido, com temperatura média anual de aproximadamente 22°C, média mensal aproximada de 25°C no mês quente e 19°C no frio (AMARAL JR, 2007).

Durante o período de estudo, foram feitas em todas as campanhas medidas da temperatura do ar em cada ponto de coleta. Verificou-se que a menor temperatura do ar ocorreu no mês de maio de 2013, correspondendo a 22,5°C, e que a maior temperatura registrada, de 36,0°C, deu-se em fevereiro de 2013. Todo o levantamento durante as coletas pode ser verificado no apêndice A desta dissertação, junto com os resultados analíticos do plano de amostragem.

### 2.4.3. PLUVIOSIDADE

A Agência Nacional de Águas (ANA) disponibiliza em seu portal na internet uma rede hidrometeorológica que reúne diferentes dados monitorados pela instituição. Conforme pode ser visto na **figura 2.7**, existem três estações pluviométricas próximas à área de estudo. Como a estação de código 2244083, localizada em Mangaratiba na fazenda Vitor Breves, encontra-se desativada e muito dentro do continente, ela foi descartada, adotando-se neste estudo apenas as outras duas, que, assim como o balneário de Muriqui, recebem a influência direta do mar.

Portanto, as características das estações utilizadas no estudo foram:

- ✓ a estação de código 02244148, localizada a -22,9614 de latitude e -44,0306 de longitude, no distrito de Ibicuí, no próprio município de Mangaratiba, operada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.
- ✓ a estação de código 02243250, localizada a -22,9003 de latitude e -43,8661 de longitude, no distrito de Coroa Grande, região do município de Itaguaí, operada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

Figura 2.7: Localização de Muriqui e dos postos pluviométricos de Ibicuí e de Coroa Grande.



Fonte: GOOGLE, 2012.

A estação pluviométrica de Coroa Grande se encontra a aproximadamente 9,20 Km do balneário de estudo e a estação pluviométrica de Ibicuí, a 9,00 Km. Para tal medição, usou-se como referência o Posto Municipal de Saúde de Muriqui. Acrescenta-se ainda que essas estações distam 18,20 km entre si.

Todas as estações possuem registros diários, num período de 23 anos. Como os valores do ano de 1989 estão incompletos, pois o acumulado mensal dessas duas estações começara em maio de 1989, este ano foi excluído para o estudo anual da série histórica das precipitações.

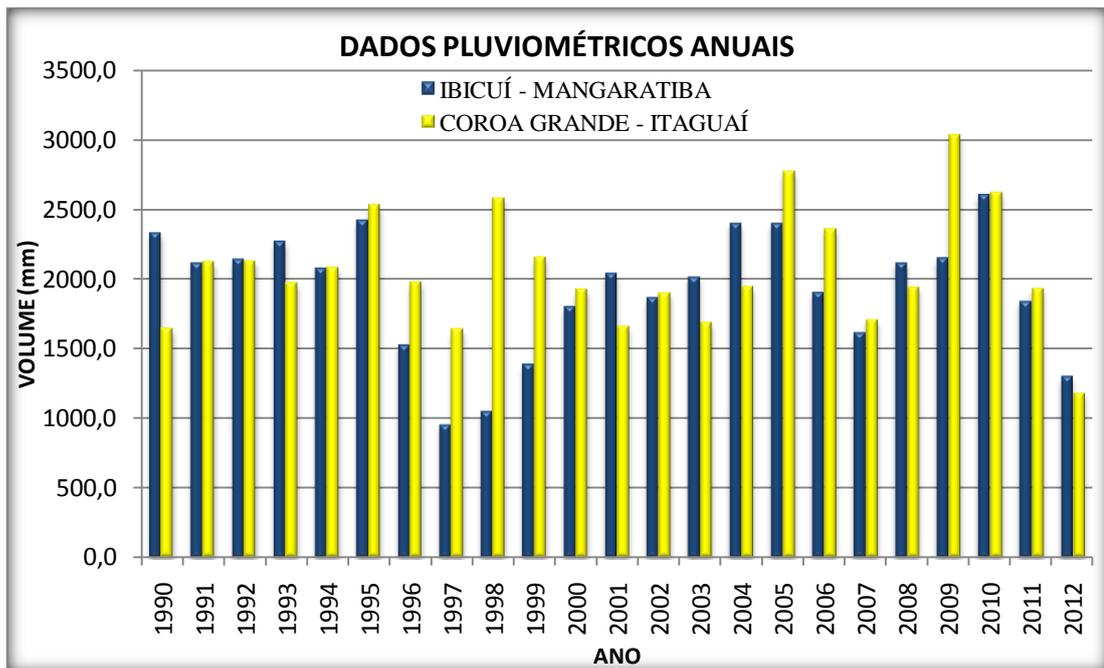
Comparando os anos de 1990 a 2012 das duas estações pluviométricas, observou-se que:

- ✓ Na estação pluviométrica de Coroa Grande houve uma variação de chuva acumulada anual entre 1.176,9 mm, para o ano de 2012 e 3.031,9 mm, para o ano de 2009;
- ✓ Na estação pluviométrica de Ibicuí houve uma variação de chuva acumulada anual entre 952,1 mm, para o ano de 1997 e 2.604,1 mm, para o ano de 2010.

Para o estudo das pluviosidades foram utilizados os valores disponíveis consistidos entre os anos de 1990 e 2005, e nos casos em que não haviam esses valores, ou seja, para os anos de 2006 até 2012, usaram-se os observados. Todos os dados utilizados nesta pesquisa estão disponíveis para consulta nos anexos B e C deste trabalho.

Na **figura 2.8** é possível comparar a chuva acumulada anual das duas estações pluviométricas em pauta e verificar uma ligeira predominância dos valores referentes à estação de Coroa Grande sobre a estação de Ibicuí, principalmente entre os anos de 1996 e 1999.

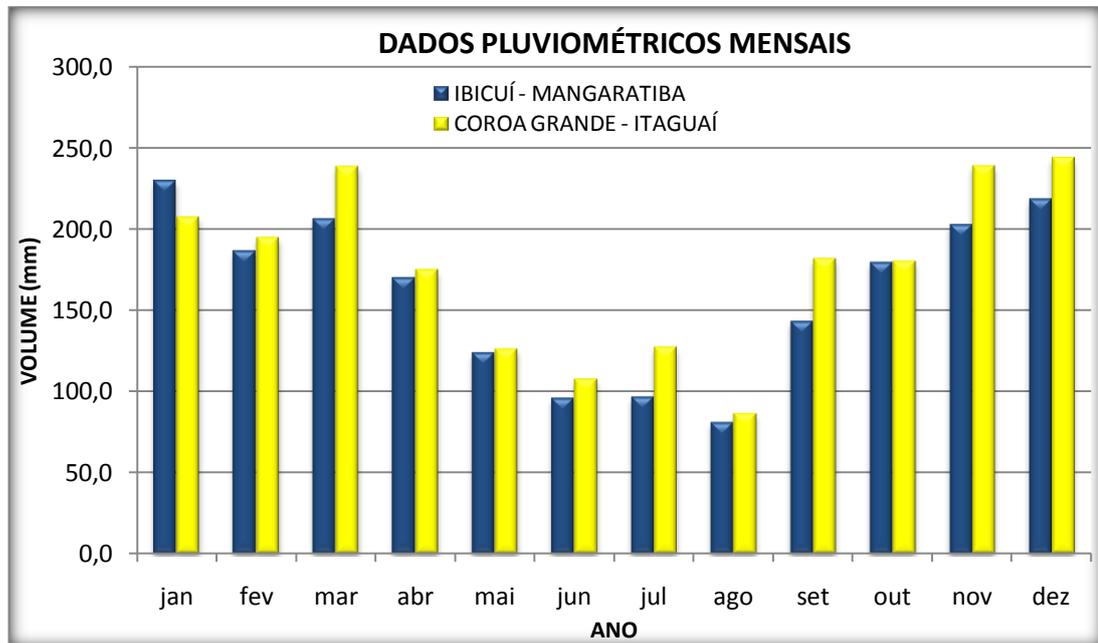
Figura 2.8: Dados pluviométricos das estações de Ibicuí e Coroa Grande entre os anos de 1990 até 2012.



Fonte: AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013 (adaptado).

Na **figura 2.9** é possível observar a média mensal da pluviosidade dessas duas estações. Percebe-se claramente que os meses entre maio e agosto são de seca, chegando à mínima registrada de 81,2 mm de chuva na medição do mês de agosto para a estação de Ibicuí. Em contrapartida, em Coroa Grande percebe-se uma pluviosidade máxima de até 243,9 mm na média do mês de dezembro.

Figura 2.9: Média pluviométrica mensal das estações de Ibicuí e Coroa Grande.



Fonte: AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013 (adaptado).

#### 2.4.4. USOS DO SOLO

Amaral Jr. (2007) divide o município em seis zonas: industrial, urbana, cultivo de banana, mineração, pastagem e Mata Atlântica, tendo esta última a maior área de todas. Porém, o plano diretor municipal subdivide o município, para fins administrativos e fiscais, em três macrozonas: a rural (MZR), a urbana consolidada (MZU) e a insular (MZI) (MANGARATIBA, 2006).

Por outro lado, para fins de organização territorial, essa lei previu uma subdivisão em seis distritos: uma sede municipal e mais cinco subseções administrativas como listado abaixo.

1º Distrito – Mangaratiba (sede municipal);

2º Distrito – Conceição de Jacareí;

3º Distrito - Itacuruçá;

4º Distrito - Muriqui;

5º Distrito – São João Marcos;

6º Distrito – Praia Grande.

A **figura 2.10** mostra os seis distritos e destaca as suas principais áreas urbanas.

Figura 2.10: Localização dos seis distritos do município de Mangaratiba.



Fonte: MANGARATIBA, 2006.

Segundo Mangaratiba (2006), o distrito de estudo é delimitado da seguinte forma:

“Inicia no final da Praia do Atanásio segue pela linha cumiada da Serra de Itacuruçá, limite com o 3º Distrito de Itacuruçá. Deste ponto segue em NS verdadeiro até a divisa com o Município de Rio Claro. A Oeste inicia no Km 9 mais 740 metros da Rede Ferroviária Federal, sobe pelo divisor d’águas Leste e Oeste, seguindo até a margem esquerda da Rodovia Rio Santos, Km 423, margeia essa Rodovia até o Km 22 mais 490 metros, chegando até a ponte sobre o Rio da Cachoeira ou Rio Muriqui. Deste ponto segue o leito do Rio Muriqui até a sua nascente em NS verdadeiro até a divisa com o Município de Rio Claro”.

De modo geral, como visto no item 2.1, pode-se considerar que a urbanização de Muriqui se deu recentemente, iniciada nos anos 40 e alavancada nos anos 70. Geograficamente, a sua área mais plana e mais próxima à praia é considerada como área mais nobre, estando predominantemente ocupada pelos imóveis de ocupação sazonal e praticamente toda edificada. Atualmente, os pouco lotes remanescentes nesta área estão bastante valorizados (MANGARATIBA, 2013a). Já as regiões de cota mais alta, mais afastadas do centro, são ocupadas principalmente pela população fixa local.

## 2.5. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS

O Produto Interno Bruto (PIB) municipal concentra-se na área de comércio e serviços, seguido da indústria e da agropecuária (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012). O município participa com 0,17% do PIB estadual e com 10,99% do PIB da Região da Costa Verde (RIO DE JANEIRO, 2011).

No setor primário, o produto agrícola de maior participação é a banana, com uma produção de 25.380 toneladas do mesmo em 2010 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012), o município é o segundo maior produtor estadual. O setor secundário é pouco expressivo e está representado pela indústria de produtos de minério. O setor terciário gira principalmente em torno da prestação de serviços em função do turismo, com a presença de grandes e sofisticados hotéis, além dos diversos imóveis utilizados para veraneio. Esses três setores podem ser vistos na **figura 2.11**.

Figura 2.11: Produto Interno Bruto de Mangaratiba em 2009 (valores em Reais).



Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2014.

## 2.6. INFRAESTRUTURA DE SANEAMENTO BÁSICO

De uma maneira geral, o município tem investido em melhorias, porém ainda sem resultados concretos. Citam-se: a criação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos; a criação do Plano Municipal do Serviço Público de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário; o novo contrato com a CEDAE para o fornecimento de água

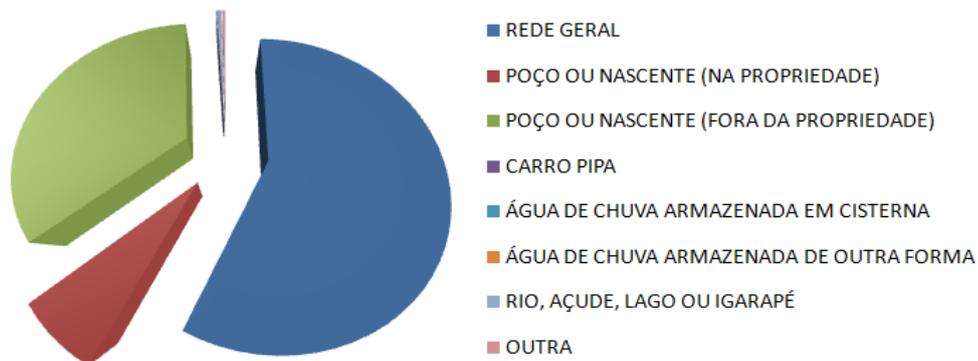
potável e a liberação da verba pelo Governo Federal para a implantação de rede de coleta e tratamento de esgotos sanitários em Muriqui e Itacuruçá.

Para melhor análise, o saneamento básico da região será dividido em quatro: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, águas pluviais e resíduos sólidos.

### 2.6.1. ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

Segundo o Censo 2010, um total de 6.746 domicílios particulares permanentes são abastecidos por rede de concessionária pública de água, o que representa 57,23% dos domicílios. Porém, 41,83% do total dos domicílios consome água de poço ou nascente, 0,53% é abastecido por rios, açudes, lagos ou igarapés, 0,06% aproveita água de chuva e 0,35% se abastece de água por outras fontes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012), como mostrado na **figura 2.12**.

Figura 2.12: Tipos de abastecimentos de água nos domicílios particulares permanentes no município de Mangaratiba.



Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012 (adaptado).

Sabe-se que toda a água destinada ao consumo humano deve ser objeto de controle e vigilância da sua qualidade. O ideal é o consumo de água fornecida por concessionária pública de abastecimento, sem riscos à saúde da população, clorada, munida de flúor, com ausência de organismos patogênicos e dentro dos padrões de potabilidade indicados pelo Ministério da Saúde na Portaria nº 2914/2011. Infelizmente, o IBGE, em seu último Censo disponível, comprova que esta ainda não é a realidade do município, o que coloca em risco a saúde da população. A prefeitura reconhece a deficiência, a ponto de o seu código de obras

prever, em seu artigo 34, que “em caso de não haver rede de distribuição de água, esta poderá ser obtida por meio de poços com tampo, perfurados em cota mais alta em relação à fossa e dela afastada no mínimo 15,00 m (quinze metros)” (MANGARATIBA, 2006).

Porém, a situação é muito mais grave do que a apresentada pelo fato de que 42,77% da população consome água de qualidade duvidosa. Considerando que o atual sistema de abastecimento do município é formado por sistemas independentes, cada qual vinculado a um núcleo urbano e composto praticamente por cloração, reservação e distribuição por gravidade, percebe-se a precariedade das situação (MANGARATIBA, 2013a). O autor menciona ainda que nas épocas de chuva o abastecimento fica mais comprometido com o aumento da turbidez; sem um tratamento adequado, como sistemas de floculação, flotação e filtração, a água é distribuída assim mesmo para a população.

Esse modelo é decorrente da geografia da região, pois o município é composto de pequenas bacias hidrográficas independentes que desembocam no mar, o que dificulta o abastecimento. Segundo Mangaratiba (2013a), por possuírem bacias de pequeno porte, o que compromete a quantidade de água para o abastecimento, Muriqui e Itacuruçá sofrem as situações mais alarmantes, como visto na **tabela 2.3**.

Tabela 2.3: Mananciais de abastecimento de água no município de Mangaratiba.

Rio	Área (km <sup>2</sup> )	Vazão		Abastecimento
		Q <sub>7/10</sub>	Q <sub>95</sub>	
Rio do Saco	45,0	450	599	Sede e Serra do Piloto
Rio Jacareí	13,0	140	173	Conceição de Jacareí
Rio da Prata	6,0	60	80	Muriqui e Praia Grande
Rio Cachoeira	8,3	80	110	Itacuruçá
Rio Sahy	18,0	173	239	Condomínio Barra do Sahy

Fonte: MANGARATIBA, 2013a (adaptado).

Deve-se destacar que o manancial do Rio Sahy citado **tabela 2.3** não é gerenciado pela CEDAE, sendo uma solução alternativa coletiva de abastecimento, caso que se repete em diversos outros pontos do município, onde muitas vezes a água não recebe sequer cloração, como nos condomínios do Píer 51, Sítio Bom e Cação.

No distrito de Muriqui, de forma geral, pode-se dividir o abastecimento em dois: a região central, atendida pela CEDAE, e a periferia, que coleta a água de poços e nascentes. Para tanto, a população instalou redes clandestinas de captação de água nos rios e, sem nenhum tipo de controle sanitário, esta água é distribuída para os diversos usos da população.

No ano de 2013 foi criado o Plano Municipal do Serviço Público de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, que apresenta a situação institucional dos serviços e o diagnóstico dos sistemas de água e esgoto, propõe soluções técnicas e define plano de metas e de investimentos para os próximos 30 anos dos sistemas de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário do município (MANGARATIBA, 2013a). O plano tem como diretriz para os próximos 30 anos a implantação de 33.800 ligações de água, 255 Km de rede, e a produção de 450 L/s de água potável; prevê a ampliação e melhoramento de algumas das captações existentes, a implantação de estações de tratamento de água (ETA) com cloração e fluoretação automatizados e a construção de uma sub-adutora para exportar água do Rio do Saco para os distritos de Muriqui, Praia Grande, e Itacuruçá, quando necessário (MANGARATIBA, 2013a).

Este documento ainda determina para Muriqui:

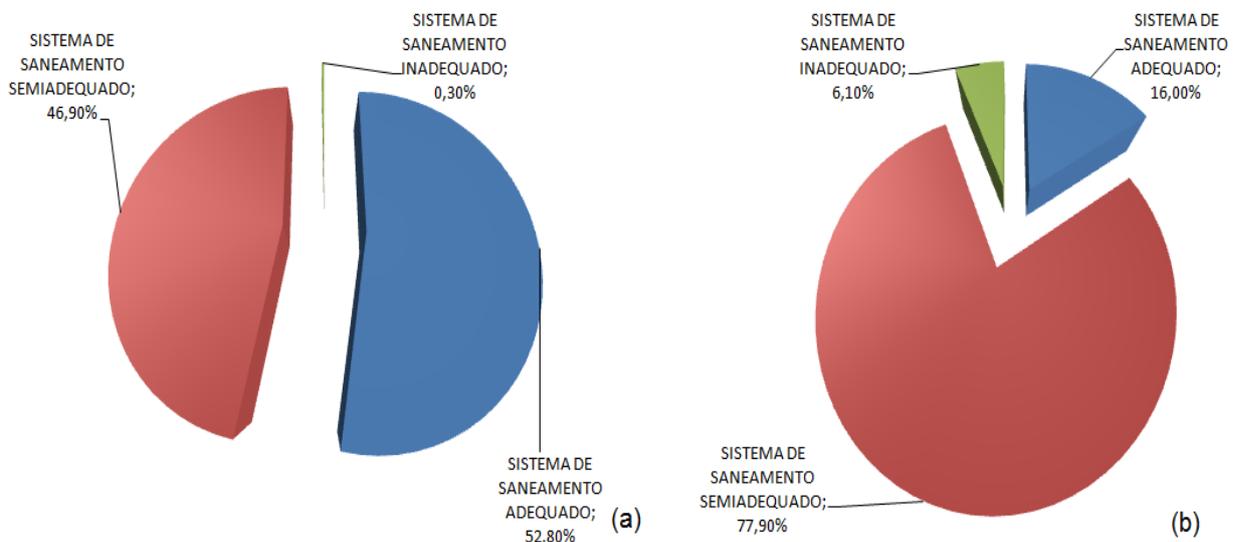
- ✓ O aperfeiçoamento da atual captação (cota 145) e nova captação (cota 90), totalizando pelo menos 30 L/s, melhorando o acesso, fechando e protegendo a área;
- ✓ A construção de reservatório (2,1 mil m<sup>3</sup>) e de um Filtro Russo (30 L/s) na cota 90 e de reservatório de 1,0 mil m<sup>3</sup> na cota 50; e
- ✓ A implantação de sub-adutora de água tratada (3,0 km de ferro fundido de diâmetro nominal de 200 mm).

Espera-se que esse plano seja realmente executado e que o município consiga garantir à população uma água de qualidade e em quantidade, de forma a não apresentar mais casos de doenças de veiculação hídrica, como a epidemia de hepatite A ocorrida no município no início de 2012.

## 2.6.2. ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Segundo o Censo 2010, dos 11.788 domicílios particulares permanentes, 48,6% possuem um sistema de saneamento adequado, 50,4%, um sistema semiadequado e 1,0%, um sistema inadequado (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012). Ainda consoante o mesmo autor, separando as zonas urbana e rural, é possível verificar que na área rural a situação é pior, onde 77,9% dos domicílios permanentes rurais possuem um sistema de saneamento semiadequado e 6,1%, inadequado, restando a apenas 16% dos domicílios um sistema adequado. A **figura 2.13** compara os tipos de sistemas de saneamento básico da área urbana (**figura 2.13-a**) e da área rural (**figura 2.13-b**).

Figura 2.13: Sistema de saneamento básico nos domicílios particulares permanentes urbanos e rurais no município de Mangaratiba.



Legenda: Tipos de sistemas de saneamento básico em domicílios particulares permanentes: (a) – urbanos; (b) – rurais.

Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012 (adaptado).

Porém, convém ressaltar que a instituição não discrimina o que ela considera como um sistema adequado, semiadequado ou inadequado. Vale destacar ainda que esta pergunta é respondida pela própria população. Será que esta é capacitada a responder o que é um sistema de saneamento adequado ou não?

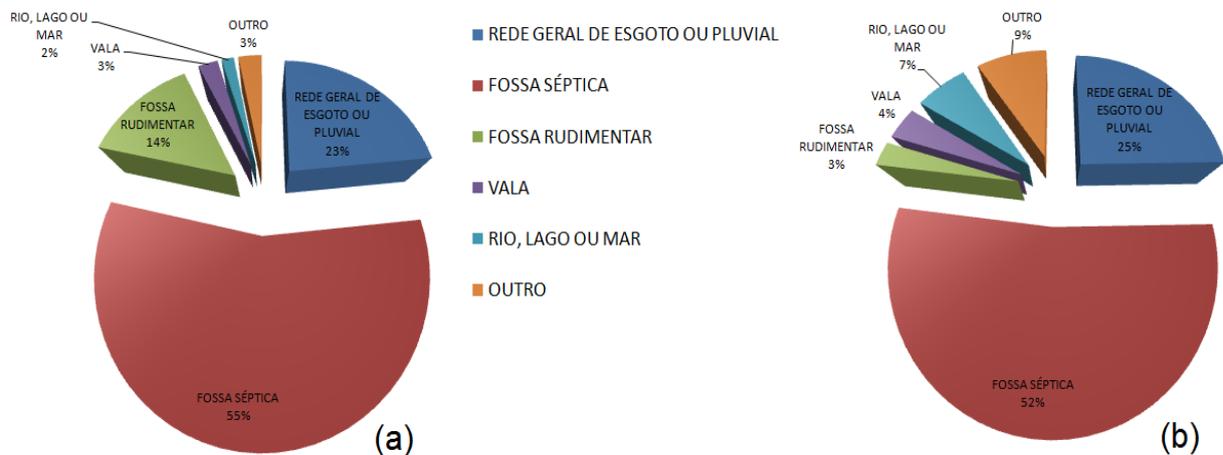
Uma boa prova de que a população não é capaz de discernir corretamente sobre esse assunto pode ser verificada na **figura 2.14**. Segundo o Censo 2010, dos 11.788 domicílios particulares permanentes do município, 11.585 possuem banheiro de uso exclusivo do domicílio, 178 possuem sanitário e 25 não possuem nem banheiro e nem sanitário (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012). Se focarmos nos destinos desses esgotos sanitários, percebe-se que mais da metade dos domicílios destina seu esgoto para as fossas, como mostra a **figura 2.14**.

Como uma população pode ter aproximadamente 50% do seu esgoto com destino considerado adequado, se mais da metade declara ser a fossa o seu destino final? Desde quando a fossa é um destino adequado para uma cidade? Essa é um tratamento alternativo para o esgoto quando não há rede coletora com tratamento posterior. No máximo é possível, com um sistema bem dimensionado de fossa séptica e filtro anaeróbio, uma remoção entre 40 a 75% de  $DBO_{5,20}$ , 40 a 70 de DQO, e 60 a 90 de sólidos não filtráveis (ABNT, 1997).

Além disso, será que esses tratamentos declarados pela população são sistemas de tratamento compostos por uma fossa séptica seguida de filtro anaeróbio para um posterior

lançamento em sumidouro ou em algum corpo receptor? Considerando que sim, será que esse suposto sistema foi corretamente dimensionado e executado? Será que esse sistema é limpo na periodicidade correta, para evitar a geração de odor desagradável e o entupimento do filtro anaeróbio? Com o filtro entupido, a solução mais fácil encontrada pelo proprietário do sistema seria o de eliminá-lo e transformá-lo em uma caixa de passagem gigante, o que diminuiria ainda mais a eficiência do tratamento.

Figura 2.14: Destino final do esgoto doméstico no município de Mangaratiba.



Legenda: Destino final do esgoto sanitário nos domicílios particulares permanentes: (a) – com banheiros; (b) – com sanitários.

Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012 (adaptado).

A presença de esgotamento afirmada pelo Censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística para o município é negada pelo Plano Municipal de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. Este documento afirma que não há esgotamento sanitário no município de Mangaratiba e que o pouco que existe não recebe manutenção ou é feito em rede mista (MANGARATIBA, 2013a). Isso acontece por ser uma região carente tanto de rede de esgotamento sanitário (RES) quanto de galeria de águas pluviais (GAP), onde, por falta de opções, qualquer rede existente passa a receber tanto as águas servidas como as de chuva.

É curioso destacar que a própria prefeitura admite a existência de redes mistas, mas proíbe na Lei Orgânica do município, a implantação de sistemas de coleta conjunta de águas pluviais e esgotos sanitários domésticos ou industriais (MANGARATIBA, 1990) sem fornecer subsídios para a população executá-los de maneira correta. O Código Municipal de Meio Ambiente reafirma a proibição do uso de sistemas de coleta conjunta de águas pluviais e esgotos sanitários domésticos ou industriais, e ainda destaca que “nos locais em que não existir sistema coletivo de esgoto, fica o usuário obrigado a implantar Sistema Individual de

Esgotamento Sanitário, composto por fossa séptica, filtro anaeróbio e sumidouro, segundo normas da Prefeitura Municipal” (MANGARATIBA, 2001).

Não se pode esquecer de atentar ao fato de que os domicílios de ocupação sazonal também são obrigados a utilizar esse sistema de tratamento de fossa séptica e filtro anaeróbio. Porém, como garantir que um sistema de tratamento biológico seja eficiente quando o seu uso é ocasional? Como o sistema de tratamento de esgotos funcionará corretamente se parte do tempo esse ficará sem receber “alimento”? Por fim, este sistema não funcionará.

Para sanar esses problemas, a prefeitura prevê a implantação de um sistema de esgotamento sanitário no município. Esse sistema foi projetado para os próximos 30 anos e inclui 27.100 ligações de esgoto, 223 Km de rede e 300L/s de esgotos tratados (MANGARATIBA, 2013a), porém o autor levanta uma dificuldade para tal feito: o seu custo de execução. De acordo com ele, o que encarecerá a obra de é o tipo de solo encontrado no município, que nas áreas planas, por ser arenoso e com nível freático alto, exigirá maior volume de escavação, escoramento e rebaixamento do lençol freático das valas; na área de praia exige recalque para transporte e tratamento, causando um maior custo na sua operação com o gasto de energia elétrica; e o relevo de serra em Conceição do Jacareí, apesar de facilitar o escoamento dos efluentes, implica num solo com maior risco de ocorrência de rocha.

De todos os problemas executivos previstos para a implantação de uma RES no município de Mangaratiba, a pior sem dúvida será a logística para sua ligação aos imóveis. Como obrigar o proprietário do imóvel a fazer sua ligação à RES? Será que a saída do seu esgoto já está preparada para a testada do seu terreno? E nos casos de o imóvel contar com um sumidouro no fundo do seu terreno por ter sido construído antes de a rua possuir GAP? Neste caso, e se no terreno não tiver uma área não edificada por onde o esgoto possa ser direcionado para chegar à rua? O proprietário terá que quebrar por dentro do seu imóvel para passar a rede de esgotos? E como fazer com os imóveis de ocupação sazonal? Como ficaria o cronograma de execução, se um imóvel só estiver disponível em semana diferente do vizinho? Sabe-se que o ideal é gerir as casas simultaneamente e retornar para resolver pendências só atrasa a execução do serviço. Vê-se que a implantação do sistema de coleta, transporte e tratamento do município será um grande desafio para a gestão pública.

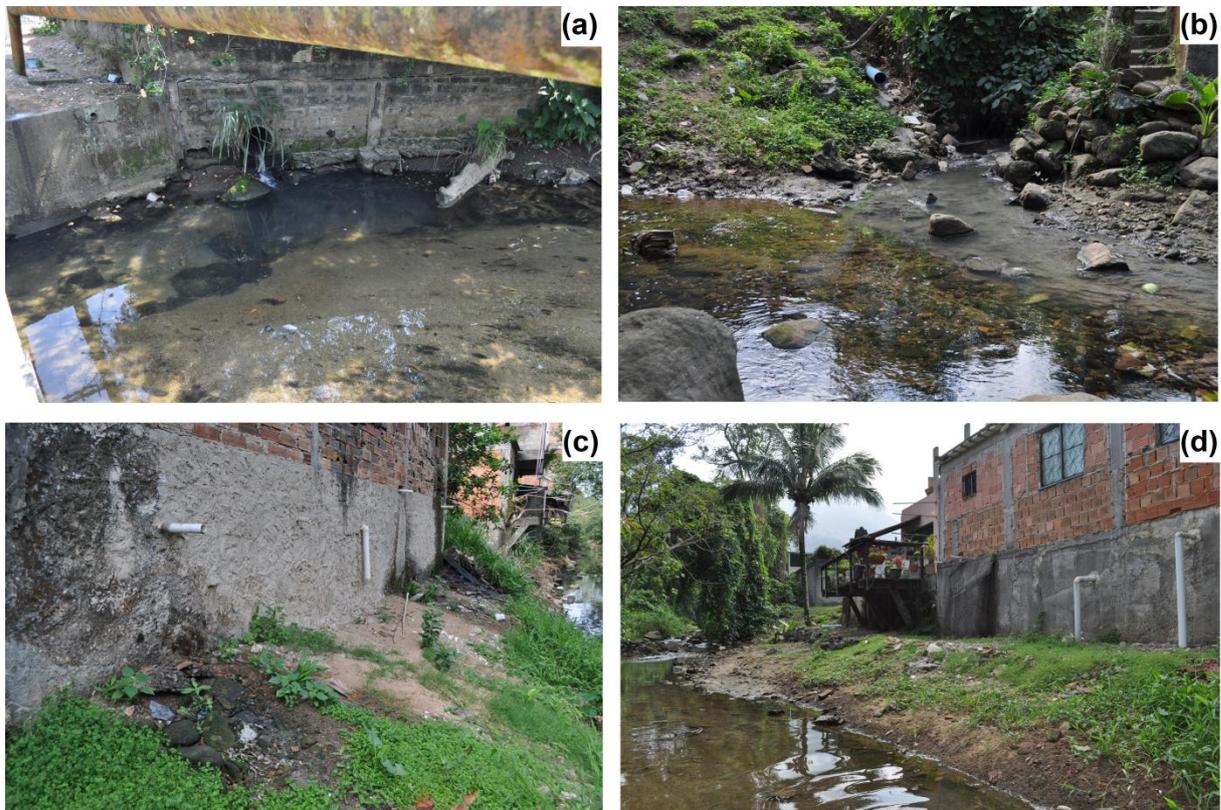
De todo modo, o encontrado atualmente no balneário estudado é uma poluição difusa causada por:

- ✓ Percolação do esgoto no solo pelos sumidouros;
- ✓ Descartes de esgotos sanitários diretamente nos corpos hídricos;

- ✓ Descartes de esgotos sanitários provenientes da GAP aos corpos hídricos; e
- ✓ Ação das águas pluviais que carregam resíduos sólidos, esgotos sanitários e outros poluentes acumulados, como visto no item 1.2.1.3 desta dissertação.

Percorrendo os rios da cidade, isso é facilmente verificado. Nas **figuras 2.15-a e 2.15-b** percebe-se claramente a diferença de coloração da água da GAP que chega aos rios em relação à água do corpo hídrico. Essa tonalidade acinzentada é característica de efluente doméstico fresco (BRASIL, 2006a), o que reforça a hipótese apresentada anteriormente. A primeira figura refere-se ao Rio Catumbi, um pouco a jusante do ponto de coleta R5. A outra ao Rio da Prata, localizado um pouco a montante do ponto de coleta R1. Já nas **figuras 2.15-c e 2.15-d**, verifica-se a presença de diversos tubos de origens duvidosas que descarregam diretamente no Rio da Prata. Chama-se a atenção ainda ao fato de que a região é caracterizada pela ausência de faixa marginal de proteção (FMP) nos cursos d'água e pela existência de diversas construções invadindo o leito do rio, como na **figura 2.15-d**.

Figura 2.15: Fotos dos Rios Catumbi e da Prata



Legenda: Coloração característica de despejo sanitário verificado no: (a) – Rio Catumbi, a jusante do ponto de coleta R5, em 10/09/2012; (b) – Rio da Prata, a montante do ponto de coleta R1, em 10/09/2012; (c) – Prováveis lançamentos de esgotos domésticos diretamente no Rio da Prata, no ponto de coleta R1, em 21/11/2012; (d) – Prováveis lançamentos de esgotos domésticos diretamente no Rio da Prata, no ponto de coleta R1, em 21/11/2012, com destaque para o avanço de construção no leito do Rio.

Fonte: O autor, 2012.

Felizmente o financiamento do projeto de implantação do sistema de esgotamento sanitário de Muriqui foi aprovado pela FECAM (Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento Urbano). Este projeto conta com aproximadamente 20 Km de rede, quatro elevatórias e um sistema de tratamento biológico, podendo haver alternativa com emissário submarino. Porém, não há previsão para o início de sua implantação.

### **2.6.3. MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS**

Não existe um cadastro técnico do sistema de drenagem das águas pluviais na prefeitura. Estima-se que esta rede abrace de 15 a 25% das vias do município (MANGARATIBA, 2013a) e, por ser uma região sem casos de graves acidentes, como deslizamentos de terra e enchentes, e pela falta de verba, não há previsão de trabalhos nessa área.

### **2.6.4. RESÍDUOS SÓLIDOS**

Tratando-se do destino final dos resíduos sólidos dos domicílios permanentes, 11.524 possuem coleta por serviço de limpeza, o que representa 97,76% dos domicílios (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012). Todo o serviço de limpeza do município é executado por uma empresa terceirizada, responsável pela coleta e pelo transporte do resíduo sólido. Outros destinos deste resíduo são listados na **figura 2.16**.

Figura 2.16: Destino final do resíduo sólido (lixo) nos domicílios particulares permanentes no município de Mangaratiba.



Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012 (adaptado).

Até meados de 2012, todo o resíduo sólido municipal era encaminhado para uma área localizada ao pé da Estrada Rio-Santos, na Estrada São João Marcos, sem número, no distrito de Mangaratiba (**figura 2.17-a**). Por um período de aproximadamente 20 anos, todo o lixo gerado no município era despejado nesta área, do material de varrição das ruas ao resíduo hospitalar.

Em visita à área em 08 de setembro de 2012, verificou-se nesse vazadouro de lixo a ausência de segurança e administração, onde a falta de cancela e guarita (**figura 2.17-b**) permitia a livre entrada de animais e catadores (**figura 2.17-c**), e o livre acesso de qualquer veículo, possibilitando a descarga de qualquer material por qualquer pessoa (**figura 2.17-d**). O material descarregado pelos veículos oficiais da empresa contratada para o transporte dos resíduos (**figura 2.17-e**) era espalhado por um trator (**figura 2.17-c**) e não havia cobertura do lixo ou o recolhimento e tratamento do seu lixiviado. Destaca-se a sua proximidade a áreas residenciais (**figura 2.17-e**), o que era um risco à saúde não só da população local como de outras áreas, já que o lixiviado corria em vala aberta até um córrego próximo, afluente do Rio do Saco, que desemboca na praia do Saco, usada para a recreação de turistas e moradores.

Figura 2.17: Localização do vazadouro de lixo em Mangaratiba - fotos tiradas em 08/09/2012.



Legenda: (a) – Mapa de localização do vazadouro de lixo; (b) – vista da entrada do vazadouro; (c) – trator de esteira espalhando o lixo e presença de urubus e catadores; (d) – caminhão clandestino descarregando material; (e) – caminhão compactador descarregando material; (f) – proximidade da área urbana.

Fonte: O autor, 2012.

Atendendo à Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12305 de 02 de agosto de 2010, e ao programa Lixo Zero do Governo do Estado, no final do ano 2012 o lixão municipal foi “fechado” e transformado em “área de transbordo do lixo”.

Em visita à área em 04 de dezembro de 2013, verificou-se já pela Estrada Rio Santos que a área continuava sofrendo degradação (**figura 2.18-a**). A coleta continuou sendo realizada pelos caminhões compactadores e o material recolhido passou a ser descarregado no chão da área do antigo lixão, para futuramente ser carregado novamente em caminhões maiores, e finalmente encaminhado para o aterro sanitário de Seropédica (**figura 2.18-b**). Esta

mudança do resíduo para carretas maiores é usual e reduz o custo com transporte, porém o encontrado está muito longe do que realmente seria uma área de transbordo de lixo. O material depositado no chão continua sofrendo a ação do vento e da chuva, não existe nenhuma coleta do lixiviado e há presença de animais, como urubus e cavalos (**figura 2.18-b**) e a ausência da cancela e guarita ainda permite a livre entrada dos catadores (**figura 2.18-c**). Além disso, nem todo o material do município é levado para um destino final correto; o material remanescente da construção civil e da poda continua tendo o seu fim nessa área (**figura 2.18-d**), além de haver uma mistura destes dois itens com resíduos domésticos.

Figura 2.18: Antigo lixão municipal, fotos tiradas em 04/12/2013.



Legenda: (a) – área do antigo vazadouro de lixo visto pela Estrada Rio-Santos; (b) – escavadeira responsável em carregar de lixo as carretas para o descarte no aterro de Seropédica, além da presença de urubus e cavalos; (c) – presença de catadores; (d) – caminhão descartando material da construção civil e podas de árvores na área.

Fonte: O autor, 2013.

Percebe-se que a gestão dos resíduos sólidos no município ainda está muito aquém da necessária. O lixão municipal, que até 2012 era um problema para a gestão pública, continua sendo fonte de poluição para o ecossistema e de risco para a saúde pública. Ademais, a cooperativa de catadores ainda está dando os seus primeiros passos e cada catador continua vendendo o seu material individualmente aos atravessadores. Por outro lado, existe uma

promessa ainda não oficializada de financiamento de uma grande empresa para a construção de um galpão para a separação do lixo.

No final de 2013 houve a criação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, que previu condições de implantar sistemas de tratamento de resíduo através de investimentos privados. Espera-se que o município consiga finalmente minimizar os impactos negativos do lixo, encerrando de vez a área do antigo vazadouro, construindo corretamente uma área de transbordo de lixo, promovendo a coleta seletiva e reaproveitando o resíduo orgânico das podas das árvores bem como o da construção civil.

No caso específico do distrito de Muriqui, o lixo é recolhido periodicamente e não existem áreas de descarte clandestino de lixo. Como a área de estudo está longe do antigo vazadouro de lixo municipal aproximadamente 9 km, não há influências negativas destes resíduos nas bacias hidrográficas da área.

### 3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO E OPERACIONAL

#### 3.1. TÉCNICA DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em duas partes:

- ✓ Um levantamento bibliográfico, que perdurou durante toda a pesquisa, e baseou-se em trabalhos técnico-científicos publicados, livros pertinentes ao assunto, como o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, e instrumentos legais, como a Resolução CONAMA nº 247/2000, Resolução CONAMA nº 357/2005 e a Resolução CONAMA nº 430/2011, entre outros; e entrevistas e coletas de dados na prefeitura municipal de Mangaratiba, nas secretarias de Saúde, de Planejamento e de Meio Ambiente, Agricultura e Pesca;
- ✓ Coletas periódicas de água em pontos estrategicamente localizados no rio Catumbi, no rio da Prata e na Praia de Muriqui, com análises físicas, químicas e biológicas, intentado avaliar a poluição hídrica e a balneabilidade da praia.

#### 3.2. DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

Foram selecionados cinco pontos de coleta: um em cada rio afluente ao mar e três outros na praia. A **Tabela 3.1** detalha a localização destes pontos.

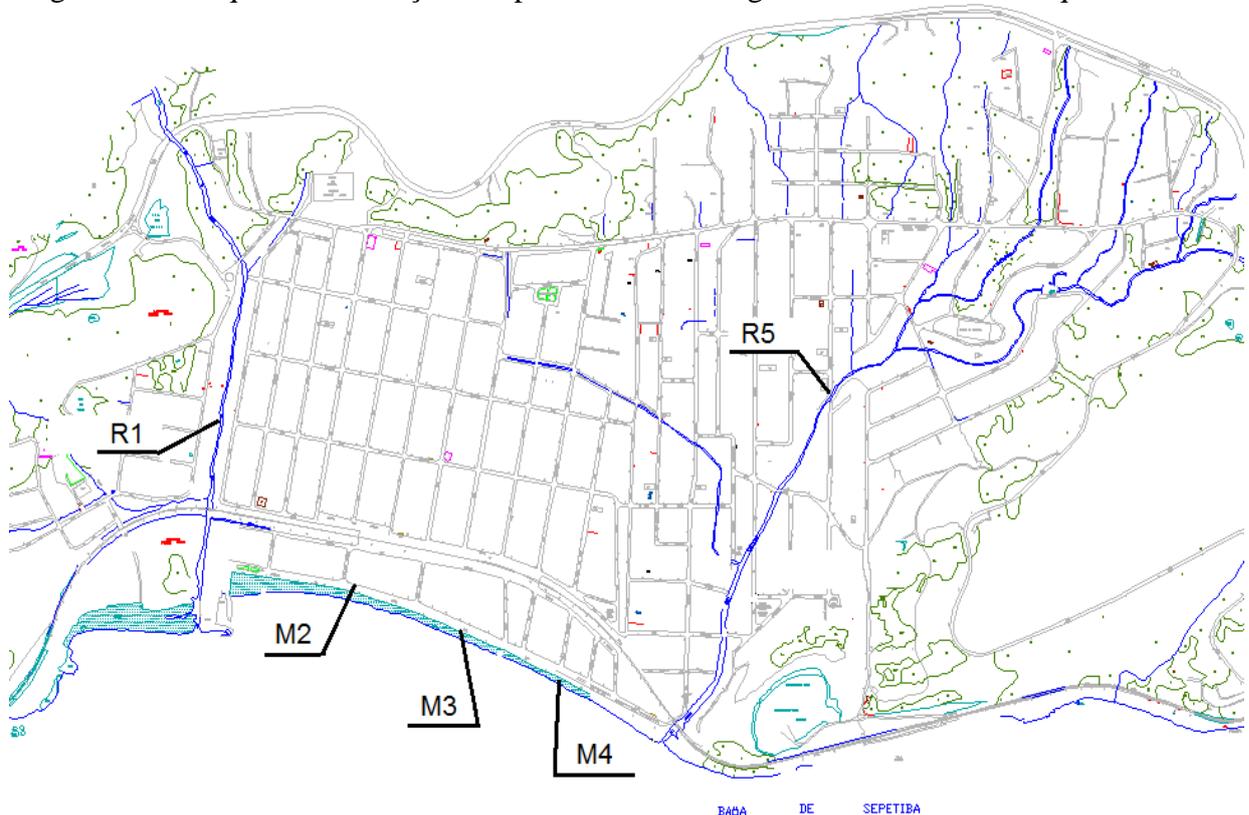
Tabela 3.1: Localização dos pontos de amostragem em Muriqui.

Ponto		Localização
R1	Rio da Prata	Final da Rua 11 de Outubro
M2	Praia de Muriqui	Avenida Beira Mar, em frente ao nº 722 (Prédio Murimar XIII)
M3		Avenida Beira Mar, em frente ao nº 502
M4		Avenida Beira Mar, em frente ao nº 220 (Prédio Murimar III)
R5	Rio Catumbi	Ponte na Rua Dilermano Juventino da Silva, próximo ao nº 420

Fonte: O autor, 2014.

O estudo dos rios Catumbi e da Prata foi considerado estratégico por desembocarem diretamente na praia de Muriqui, e por serem locais onde se identificam atividades antrópicas que podem interferir na qualidade das suas águas, tornando-o crucial para a avaliação ambiental da praia. É importante ressaltar ainda que fez parte dos critérios para a seleção desses pontos: a eliminação da influência da maré, ou seja, mesmo na maré alta esses pontos dos rios não sofreram a influência da maré; a facilidade de acesso a esses locais. A **figura 3.1** identifica espacialmente os cinco pontos de coleta em Muriqui, onde destaca-se que o ponto R5, por ser uma área topográfica baixa, teve que ser posicionado à quase 1,5 quilômetros da sua foz, evitando assim que para detectar a flutuação de contaminantes desse ponto fosse necessário verificar as marés.

Figura 3.1: Croqui da localização dos pontos de amostragem no distrito de Muriqui.



Fonte: O autor, 2012.

### 3.3. PERÍODO DE AMOSTRAGEM

O estudo de campo deu-se de 10 de setembro de 2012 até 12 de agosto de 2013, resultando em um horizonte de 25 campanhas quinzenais. Com o intuito de melhor captar os

impactos causados pela população de final de semana, todas as coletas foram realizadas às segundas-feiras. Nas vezes em que o dia de coleta coincidia com um feriado, a coleta era então realizada no primeiro dia útil seguinte.

Buscou-se realizar uma pesquisa com duração de 12 meses, de forma a abranger as variações populacionais e climáticas, e comparar os períodos de férias escolares ao ano letivo, além do período chuvoso com os de seca.

### 3.4. PARÂMETROS ANALISADOS

Para averiguar a qualidade da água da praia de Muriqui e dos dois rios que desembocam nela, foram feitas coletas da seguinte maneira:

- ✓ Para o estudo do Rio da Prata, chamado de ponto R1, foram realizadas coletas quinzenais com 11 parâmetros. São eles: temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, condutividade elétrica, coliformes termotolerantes, óleos e graxas, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio amoniacal, nitrogênio total de Kjeldahl (NTK), e fósforo total.
- ✓ Para o estudo da balneabilidade da praia de Muriqui, foram feitas coletas quinzenais com seis parâmetros para os pontos M2 e M4: temperatura da água, potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, coliformes termotolerantes, óleos e graxas e salinidade; e para o ponto M3, apenas um parâmetro, coliformes termotolerantes.
- ✓ Para o estudo do Rio Catumbi, chamado de ponto R5, foram feitas coletas quinzenais dos mesmos parâmetros do ponto R1: temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, condutividade elétrica, coliformes termotolerantes, óleos e graxas, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio amoniacal, nitrogênio total de Kjeldahl (NTK), e fósforo total.

A **tabela 3.2** destaca todos os pontos de coleta e seus respectivos parâmetros.

Tabela 3.2: Parâmetros relacionados à cada ponto de amostragem.

PARÂMETROS	R1	M2	M3	M4	R5
	Rio da Prata	Praia de Muriqui			Rio Catumbi
Coliformes Termotolerantes	X	X	X	X	X
Condutividade Elétrica	X				X
Nitrogênio Amoniacal	X				X
NTK	X				X
Turbidez	X	X		X	X
Óleos e Graxas	X	X		X	X
OD	X				X
Temperatura	X	X		X	X
pH	X	X		X	X
DBO	X				X
Fósforo Total	X				X
Salinidade		X		X	

Fonte: O autor, 2012.

É importante destacar que os pontos de amostragem para as análises biológicas foram os mesmos para as análises físicas e químicas, com a finalidade de estabelecer a correlação entre os dados obtidos, como determinado pela NBR 9897/1987. Além disso, chama-se a atenção também de que os parâmetros do Rio da Prata e os do Rio Catumbi são os mesmos, para que seja possível compará-los.

### 3.5. METODOLOGIA DE COLETA

#### 3.5.1. PREPARO E ORGANIZAÇÃO PARA A COLETA

Após a escolha dos parâmetros a serem analisados e dos seus locais de coleta, um plano de amostragem foi cuidadosamente criado. Nesse documento escolheu-se o itinerário da coleta, as metodologias de análise de cada parâmetro, a quantidade e os tipos de frascos específicos para cada necessidade, os procedimentos para cada coleta e a criação de uma planilha de campo.

Antes de cada coleta, todo o material era separado, o que incluía os frascos de coleta, reagentes para preservação das amostras, material de proteção (como luvas, protetor solar, óculos de sol e macacão impermeável), baldes para transposição da amostra e caixas térmicas de acondicionamento e transporte. Todos os frascos eram previamente identificados, e o gelo para a preservação das amostras era comprado antes do início das coletas. A **figura 3.2** apresenta todos os materiais citados.

Figura 3.2: Material separado para coleta.



Fonte: O autor, 2012.

O itinerário foi escolhido acompanhando-se a numeração dos pontos de coleta, de forma a facilitar a locomoção interna na cidade. Já as metodologias foram retiradas do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, e os procedimentos de coleta e a escolha dos recipientes da NBR 9897/1987 e NBR 9898/1987.

Excluindo os frascos destinados às análises microbiológicas, todos os recipientes e tampas eram submetidos a uma limpeza comum, sendo estes eram lavados e escovados com detergente neutro, interna e externamente, enxaguados três vezes com água da torneira e mais três vezes com água destilada e deixados de ponta-cabeça para secarem. Após este processo, eram estocados até a próxima coleta.

Os frascos destinados às análises de coliformes termotolerantes já vinham esterelizados do laboratório, com tiosulfato de sódio. Suas tampas eram protegidas com um capuz de alumínio, de forma a impedir qualquer contaminação, como mostra a **figura 3.3**.

Figura 3.3: Proteção nos frascos para análises microbiológicas.



Fonte: O autor, 2012.

### 3.5.2. COLETA DE ÁGUA SUPERFICIAL

A equipe de coleta foi composta por um motorista e pelo responsável pelas coletas. Considerando a enorme importância do processo de coleta e que a sua correta execução seria decisiva para que o resultado refletisse as condições do momento em que fora realizada, o responsável pela sua execução, que foi o próprio pesquisador, foi treinado sobre as técnicas de amostragem e preservação, além das necessárias medidas de segurança.

De maneira geral, o método de coleta adotado foi o método padrão de coleta de amostras simples. Para melhor descrever os processos de amostragem, esses serão divididos em dois: as análises microbiológicas e as demais.

#### 3.5.2.1. PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

As coletas das amostras para exames microbiológicos foram sempre realizadas antes de qualquer outro tipo de análise, a fim de evitar o risco de contaminação do local de amostragem com frascos ou amostras não estéreis. Soma-se a isto o uso de luvas descartáveis diferentes para cada ponto de coleta.

Todas as coletas microbiológicas foram manuais, com todos os cuidados de assepsia, onde com uma das mãos segurava-se o frasco pela base e mergulhava-o rapidamente com a boca para baixo até a metade da altura da lâmina d'água. Direcionava-se o frasco de modo que sua boca ficasse em sentido contrário à corrente, inclinando-o lentamente para cima para permitir a saída do ar e, conseqüentemente, o enchimento do mesmo. Após a sua retirada do corpo d'água, desprezava-se uma pequena porção da amostra e fechava-se o frasco imediatamente. Por fim, o frasco era agitado de forma a homogenizar a amostra. Com a amostra devidamente identificada com nome do ponto de amostragem, data e hora da coleta, esta era encaminhada para a próxima etapa, o acondicionamento e transporte (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987a e ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987b).

A **figura 3.4** mostra alguns momentos deste processo. Na **figura 3.4-a** chama-se a atenção para o modo como a tampa do frasco é retirada, removendo-se a tampa juntamente com o capuz de alumínio como se fossem uma única peça. Na sequência (**figuras 3.4-b, c e d**), o frasco é mergulhado no corpo hídrico como citado anteriormente e, por fim, o detalhe da homogeneização da amostra (**figura 3.4-e**).

Figura 3.4: Coleta para coliformes termotolerantes no Rio da Prata em 08/10/2012.



Legenda: Coleta no Rio da Prata: (a) – Abertura do frasco de análises microbiológicas próximo ao corpo d'água, retirando tampa junto com o capuz de alumínio; (b) – Inserção do frasco no corpo hídrico; (c) – Enchimento do frasco; (d) – fechamento do frasco próximo à água; (e) – Agitação do frasco.

Fonte: O autor, 2012.

É importante ressaltar que esse procedimento foi realizado tanto para as coletas nos rios (pontos de coleta R1 e R5), quanto para as coletas na praia de Muriqui (pontos de coleta M2, M3 e M4).

### 3.5.2.2. PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS

Todas as amostras foram simples, coletadas diretamente nos corpos hídricos, onde citam-se dois procedimentos distintos para os pontos de coletas nos rios e na praia.

#### 3.5.2.2.1. COLETAS NOS RIOS

A água superficial dos pontos de monitoramento nos rios da Prata e Catumbi, respectivamente R1 e R5, foi coletada mergulhando-se o frasco de coleta com a boca voltada contra a corrente. Porém, por tratarem-se de rios rasos, com lâmina d'água entre 15 e 30 cm, e leitos menores que cinco metros, houve a necessidade de utilização de um recipiente para a transposição da amostra coletada para cada frasco específico. Sendo assim, um frasco de plástico previamente limpo era usado de forma a coletar todo o volume da amostra, homogenizá-la e em seguida realizar a distribuição nos frascos já identificados (**figura 3.5-a e 3.5-e**). Para não contaminar a água coletada de um local para outro, cada rio possuía o seu próprio frasco de transposição identificado.

Até a 6ª campanha não houve a disponibilidade de um aparelho portátil para medir o oxigênio dissolvido diretamente no campo (oxímetro). Assim, esse parâmetro foi realizado pelo método de Winkler, sendo os frascos específicos de vidro de 300 mL cheios de forma a impedir aeração do líquido, conforme **figura 3.5-b**. Em seguida, a **figura 3.5-c** mostra a adição dos dois reagentes para a preservação da amostra (sulfato manganoso e álcali-iodeto-azida). Tampavam-se cuidadosamente os frascos de forma a evitar a formação de bolhas e então fazia-se a homogeneização por inversão (**figura 3.5-d**). Em seguida, esses frascos eram guardados para futura titulação no laboratório.

Realça-se ainda que as amostras para OG eram coletadas diretamente no corpo hídrico, de forma a não haver perdas de óleos e graxas para o frasco de transposição. Assim,

coletava-se um litro da água da superfície dos rios em frascos de vidro de boca larga e em seguida eram preservadas com ácido sulfúrico até pH menor que dois (**figura 3.5-f**).

É importante frisar que as amostras necessitavam de acondicionamentos diferentes e, em alguns casos, preservações específicas, por isso todos os frascos eram previamente marcados com os parâmetros a serem analisados e as suas preservações necessárias. A **figura 3.5-g** destaca todos os seis frascos que eram utilizados para cada ponto de coleta, além dos dois frascos auxiliares (para transposição e enchimento do frasco para OD).

De maneira geral, a **figura 3.5** mostra algumas etapas do processo de colata, incluindo ainda as anotações de campo da temperatura do ar e da água, as condições meteorológicas do dia da coleta e dos dias anteriores, entre outros dados, como mostrado na **figura 2.5-h**.

Figura 3.5: Coletas no Rio da Prata nos dias 24/09/2012 e 08/10/2012.



Legenda: Coleta no Rio da Prata: (a) – Enchimento do recipiente de transposição das amostras; (b) – Enchimento do frasco para OD sem adição de bolhas; (c) – Adição de reagente para conservar a amostra para análise de OD; (d) – agitação do frasco para homogeneização dos reagentes; (e) – Transposição da amostra para os frascos específicos; (f) – Adição de reagente para conservar a amostra para a análise de OG; (g) – Todos os frascos cheios após a coleta no Rio da Prata; (h) – anotações de campo.

Fonte: O autor, 2012.

### 3.5.2.2. COLETAS NA PRAIA

Já as amostras nos pontos M2 e M4 foram coletadas nos pontos com isóbata aproximada de 1,00 metro, direcionando-se a boca dos frascos para a Baía de Sepetiba, como demonstra a **figura 3.6**. Para os parâmetros de pH e turbidez, a água era sempre coletada a uma profundidade aproximada de 40 cm da superfície. Já para o parâmetro OG, coletava-se a água da superfície.

Figura 3.6: Coleta na praia de Muriqui em 22/10/2012.



Fonte: O autor, 2012.

Deve-se destacar que durante todas as coletas foram utilizados equipamentos de segurança como macacão impermeável e luvas descartáveis, além de ponteiros descartáveis para a aplicação dos reagentes de preservação para cada ponto de coleta, de forma a evitar alterações nas características das amostras. Isso é mostrado nas **figuras 3.3, 3.4, 3.5 e 3.6**.

### 3.5.3. ACONDICIONAMENTO E TRANSPORTE DAS AMOSTRAS

Da mesma forma que o processo adequado de coleta da amostra é importante, o acondicionamento apropriado dos frascos contendo as amostras coletadas e a sua preservação são fatores essenciais para que os resultados expressem o real.

Todos os recipientes contendo as amostras de água coletadas em cada ponto foram devidamente identificados e preservados em caixas térmicas com gelo, desde a primeira coleta do dia até a chegada ao laboratório. Chama-se a atenção ao fato de que o gelo nunca era colocado sobre os frascos de coleta, de forma a impedir qualquer contaminação da amostra, caso a tampa do frasco da amostra não estivesse hermeticamente fechada. A **figura 3.7** destaca o acondicionamento no gelo para o transporte até o laboratório.

Figura 3.7: Material coletado e refrigerado em 13/12/2012, a ser entregue ao laboratório.



Fonte: O autor, 2012.

Até a 8ª campanha, parte das amostras eram encaminhadas ao laboratório de análises da Qualy Lab e a outra parte para o Laboratório de Engenharia Sanitária (LES) da UERJ, conforme a **tabela 3.3**. Porém, por logística, a partir da 9ª coleta todas as análises passaram a ser realizadas pelo laboratório de análises da Qualy Lab.

Tabela 3.3: Locais das análises laboratoriais até a 8ª campanha.

Parâmetros	Metodologia de Análise	Local
Coliformes Termotolerantes	SMEWW 9222-D	Laboratório de análises da Qualy Lab
Nitrogênio Amoniacal	SMEWW 4500-NH F	
Nitrogênio Total de Kjeldahl (NTK)	Semi-micro Kjeldahl SMEWW 4500 – Norg C	
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Teste de 5 dias SMEWW 5210 B	
Óleos e Graxas	Extração em Soxhlet SMEWW 5220 D	
Fósforo Total	Método de ácido ascórbico SMEWW 4500-P E	
pH	pHmetro	Laboratório de Engenharia Sanitária (LES) da UERJ
Turbidez	Turbidímetro	
Oxigênio Dissolvido (OD)	Winkler	
Condutividade Elétrica	Condutivímetro	
Temperatura	Termômetro	<i>In loco</i>

Fonte: O autor, 2012.

Destaca-se a indisponibilidade de equipamentos para as análises de campo; dessa forma pH, turbidez, e condutividade elétrica, que poderiam ter sido medidos diretamente *in loco*, foram analisados no laboratório, seguindo-se os prazos de validade de amostras estipulados pela NBR 9898/1987. Chama-se a atenção de que, mesmo com o início do uso de um oxímetro na 7ª campanha, algumas análises laboratoriais foram realizadas de forma a comparar os resultados e verificar a veracidade dos valores lidos no aparelho, como pode ser verificado no **apêndice A** deste trabalho.

### 3.6. ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

O Índice de Qualidade da Água (IQA) é um índice mundialmente conhecido, e segundo o Instituto Estadual do Ambiente (2013) esse índice foi criado nos Estados Unidos por especialistas que agruparam 9 variáveis consideradas mais representativas em relação à qualidade da água. Ainda segundo esse autor, para cada variável foi traçada uma curva de qualidade e adotado um peso relativo. O IQA permite classificar um corpo hídrico de

excelente à muito ruim, e para isso, utiliza-se das seguintes variáveis: coliformes termotolerantes, DBO, fosfato total, nitratos, OD, pH, sólidos totais, temperatura e turbidez.

Atualmente o IQA é adotado em todo o Brasil. Esse índice é importante pois permite à população ter uma idéia geral dos possíveis problemas com a água em determinada região, além de tornar possível acompanhar as tendências da evolução da sua qualidade com o passar do tempo.

Levando em conta a sua importância desse índice, como nem todas as variáveis necessárias para a sua obtenção haviam sido medidas nesse trabalho, algumas tiveram que ser ajustadas, como mostrado nos **apêndices B e C** desta monografia. Para efeito comparativo, calcularam-se três índices: um com os maiores valores encontrados em cada parâmetro nas 25 campanhas, outro com os menores, e por fim, a média aritmética de cada parâmetro.

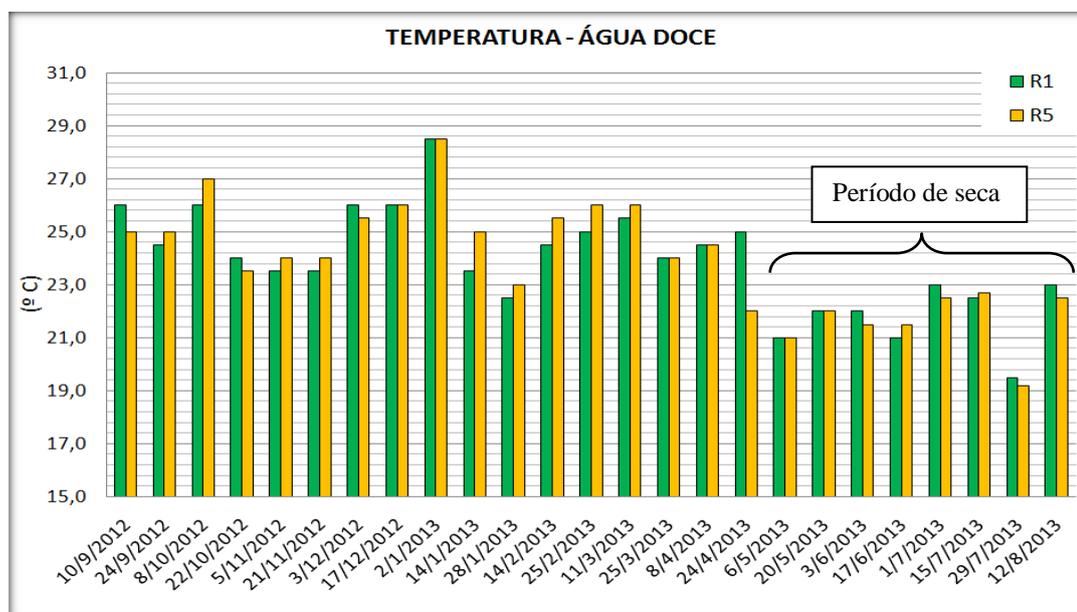
## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

Todos os resultados analíticos obtidos nas 25 campanhas encontram-se no **apêndice A** com o intuito de fornecer base para futuros estudos na região. A seguir será feita a análise individual de cada parâmetro e em seguida apresentadas as correlações existentes entre esses parâmetros, as suas prováveis causas e os impactos gerados no ecossistema.

### 4.1. TEMPERATURA

Conforme **figura 4.1**, a temperatura da água doce dos pontos no Rio da Prata (R1) e Catumbi (R5) variaram entre 19,2°C e 28,5°C. O maior valor, de 28,5°C, foi encontrado em 02/01/2013 nos pontos R1 e R5. O menor valor, de 19,2°C, foi medido no ponto R5 em 29/07/2013. A média aritmética desse parâmetro foi de 23,9°C, em ambos os pontos de coleta.

Figura 4.1: Distribuição dos valores de temperatura das águas doces (°C) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



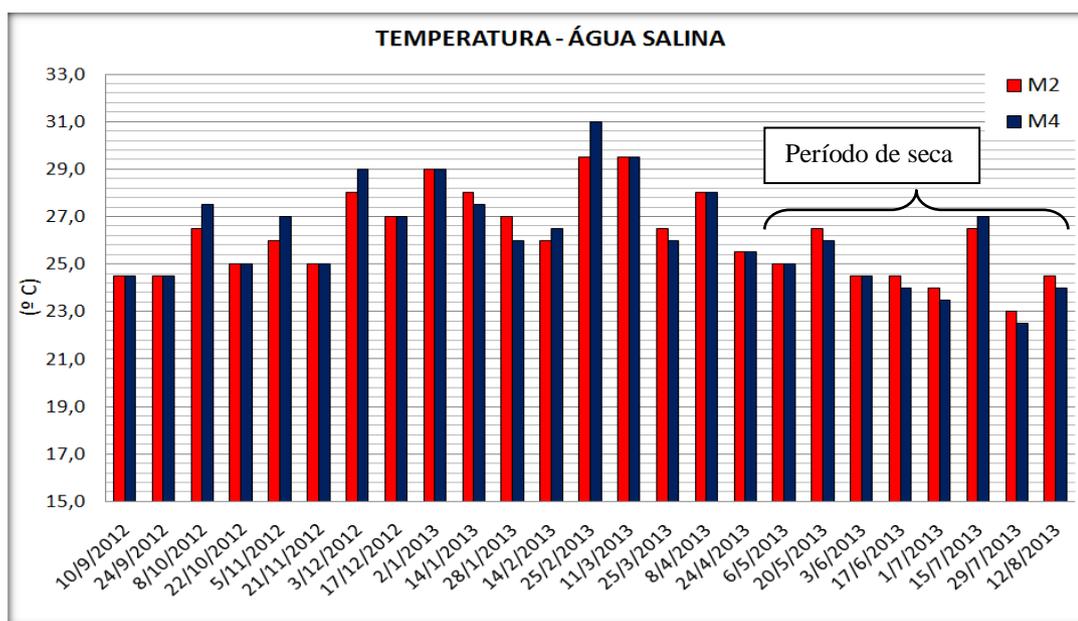
Fonte: O autor, 2014.

Percebe-se nitidamente na **figura 4.1** uma queda da temperatura das águas doces no intervalo entre maio e agosto, coincidindo com o período de seca, como mostra a **figura 2.7**, que exhibe os dados pluviométricos das estações de Ibicuí e Coroa Grande.

Durante o estudo, a menor temperatura da água do mar foi de 22,5°C, em 29/07/2013, no ponto M4. Já a maior temperatura registrada foi de 31,0°C, em 25/02/2013, no mesmo ponto. A média aritmética desse parâmetro foi de 26,2°C, tanto no ponto M2, quanto no ponto M4.

Como visto na medição das águas doces, as águas salinas também apresentaram uma queda da temperatura no período entre maio e agosto, como mostra a **figura 4.2**.

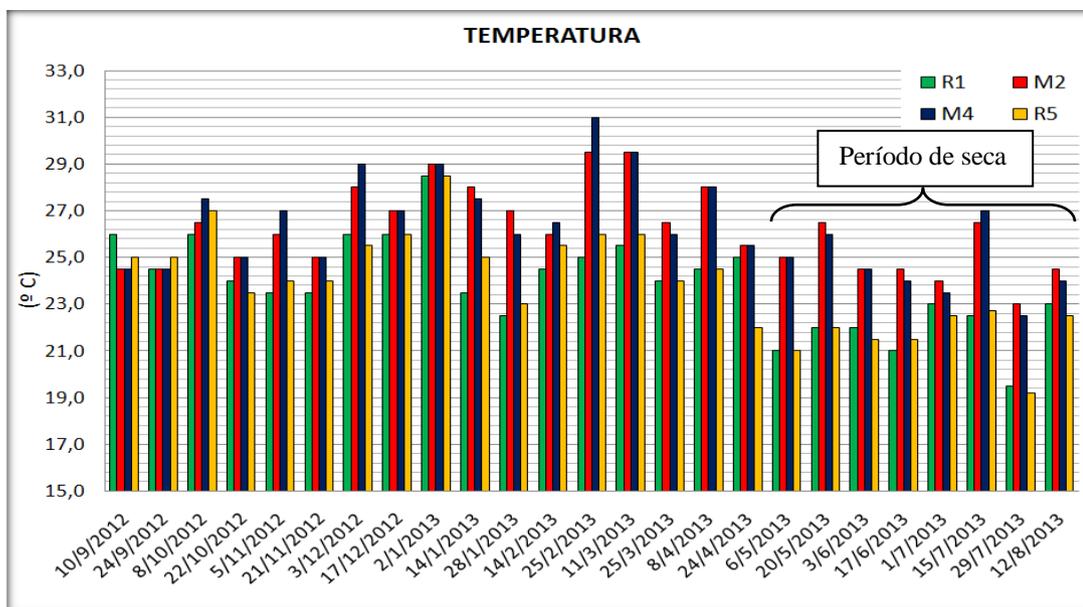
Figura 4.2: Distribuição dos valores de temperatura das águas salinas (°C) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

A **figura 4.3** compara os resultados obtidos nesse parâmetro nos rios (pontos R1 e R5) e no mar (pontos M2 e M4). Percebe-se uma nítida tendência de superioridade dos valores de temperatura encontrados nos pontos M2 e M4. Isso, porém, era esperado, já que as águas dos rios provêm de uma encosta de Mata Atlântica preservada, correndo em área coberta pela vegetação nativa. Por outro lado, as águas do mar possuem tanto a ação direta do sol como a das correntes marítimas confinadas na Baía de Sepetiba.

Figura 4.3: Distribuição dos valores de temperatura das águas (°C) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

A **tabela 4.1** compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1, R5, M2 e M4 para o parâmetro temperatura das águas.

Tabela 4.1: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de temperatura das águas (°C) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

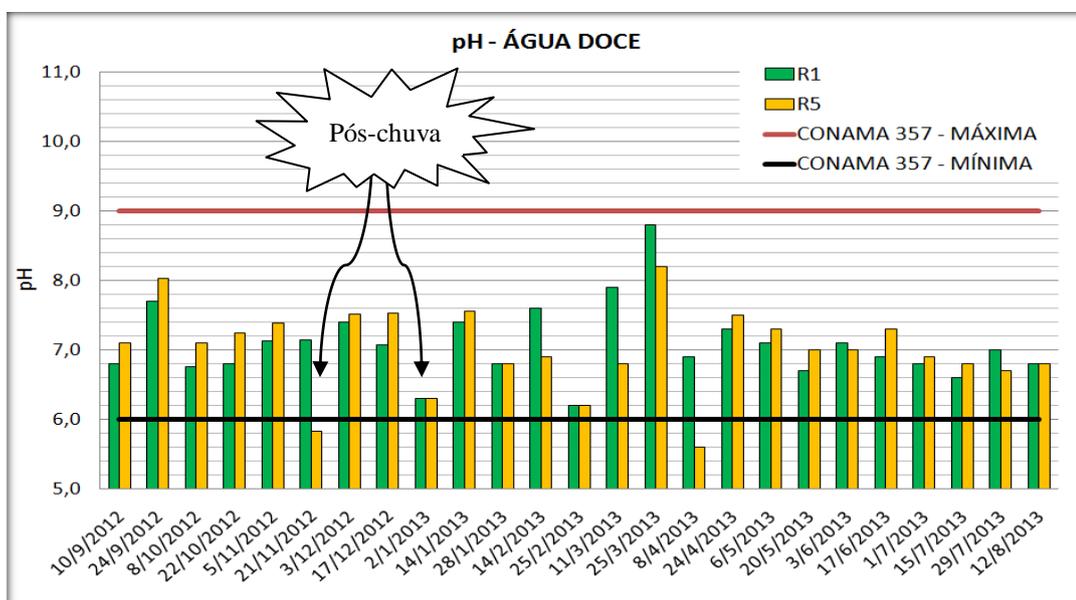
R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi		M2		M4	
Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data
19,5 °C	29/07/13	19,2 °C	29/07/13	23,0 °C	29/07/13	22,5 °C	29/07/13
Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data
28,5 °C	02/01/13	28,5 °C	02/01/13	29,5 °C	25/02/13 11/03/13	31,0 °C	25/02/13
Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados	
23,9 °C		23,9 °C		26,2 °C		26,2 °C	

Fonte: O autor, 2014.

## 4.2. POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

A distribuição dos valores de pH nas águas doces está representada na **figura 4.4**. Seus valores estiveram entre 6,20 e 8,80, no ponto R1. Já no ponto R5, os valores variaram entre 5,60 e 8,20. A média aritmética deste parâmetro foi de 7,08, no ponto R1, e de 7,01, para o outro ponto.

Figura 4.4: Distribuição dos valores de pH das águas doces referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

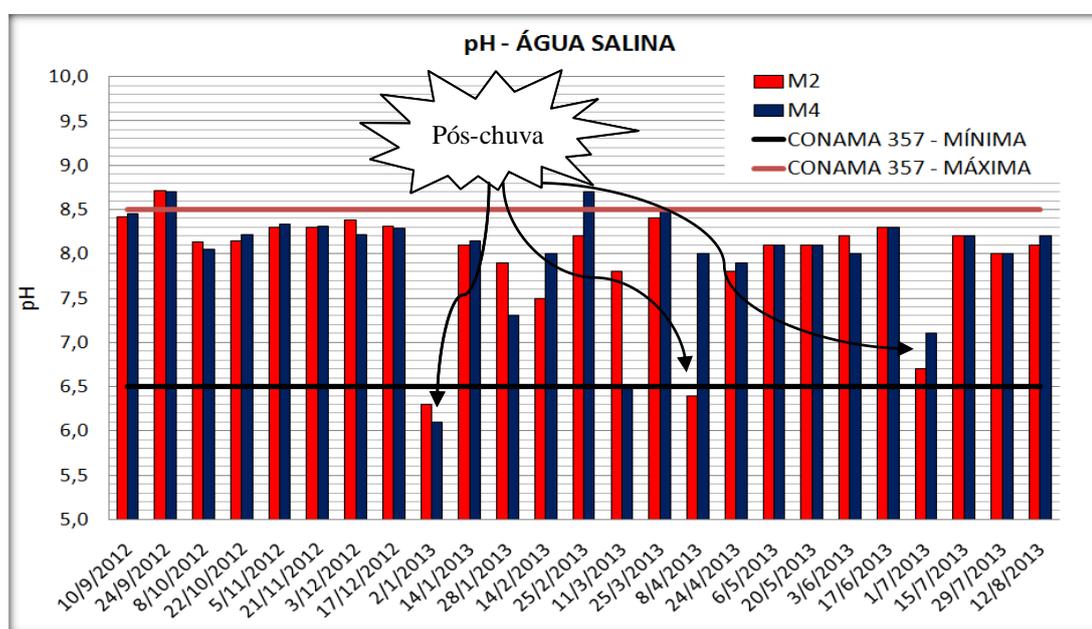
Percebe-se que durante o período de estudo os valores encontrados estiveram praticamente dentro dos limites determinados pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para as águas doces de Classe 2. Porém, ficaram de fora destes limites duas coletas, as realizadas em 21/11/2012 e 08/04/2013, ambas no ponto R5.

Destaca-se que esse caráter ácido observado é um padrão de águas oriundas de rios serranos. Isso se justifica pelo fato de terem pequena concentração de sólidos dissolvidos e alto teor de CO<sub>2</sub>, originário das águas de chuvas. Em função disto, pode-se associar ao fato de que no dia 21/11/2012 a coleta fora realizada após um feriado chuvoso, como pode ser conferido no apêndice A desta monografia.

De modo geral, os valores no ponto R5 mostraram-se discretamente superiores aos encontrados no ponto R1, com exceção de sete campanhas.

Com relação aos pontos de água salina, verificou-se uma característica predominantemente básica durante todo o período de estudo, onde o pH variou entre 6,10 e 8,71, conforme **figura 4.5**. O menor valor encontrado em todo o período estudado foi o de 6,10, no ponto M4, em 02/01/2013; e o valor máximo foi de 8,71, no ponto M2, em 24/09/2012. A média aritmética foi de 7,95, no ponto M2, e de 7,99, no ponto M4.

Figura 4.5: Distribuição dos valores de pH das águas salinas referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

Percebe-se na **figura 4.5** que nas coletas na praia houve quatro campanhas em que os valores encontrados estiveram fora do limite permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005: nas campanhas de 24/09/2012 e 25/02/2013, acima do valor máximo permitido para águas salinas, que é de 8,50; e nas campanhas de 02/01/2013 e 08/04/2013, abaixo do valor mínimo permitido, que é de 6,50.

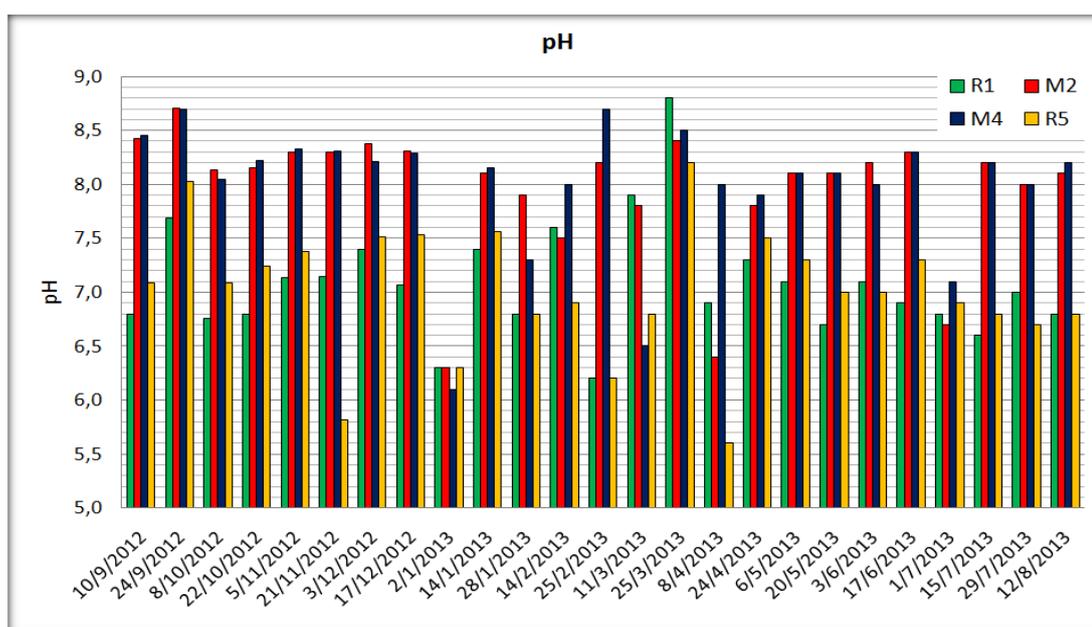
De modo geral, durante as campanhas não se perceberam grandes discrepâncias entre os valores encontrados nos pontos M2 e M4, exceto nos dias 11/03/2013 e 08/04/2013, com diferenças de 1,30 e 1,60, respectivamente. Provavelmente isso foi causado por influência de correntes marinhas.

Destacam-se as campanhas dos dias 02/01/2013, 11/03/2013, 08/04/2013 e 01/07/2013, que apresentaram os menores valores de pH das águas salinas da série. Possivelmente isto está associado à pluviosidade, visto que nas duas primeiras campanhas

citadas verificou-se chuva nas 24 horas anteriores e a última campanha citada foi marcada por chuva, inclusive durante a coleta. Sabe-se que além do teor ácido das águas da chuva, águas pluviais são fontes de contaminação para o mar, como já comentado no item 1.2.1.3 deste trabalho.

A **figura 4.6** associa as coletas na praia e nos rios, mostrando claramente a tendência do pH dos pontos M2 e M4 ser mais básico e dos pontos R1 e R5 ser mais ácido. Segundo Saldanha (2008), o pH básico nas águas salinas se dá pela presença de  $\text{CO}_2$  e íons de sódio, potássio e cálcio, que são altamente alcalinos e tendem a tornar a água do mar levemente alcalina também.

Figura 4.6: Distribuição dos valores de pH das águas referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

Destaca-se que esse parâmetro não apresentou diferenças entre o período de estação chuvosa e de seca.

A **tabela 4.2** compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1, R5, M2 e M4.

Tabela 4.2: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de pH das águas referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

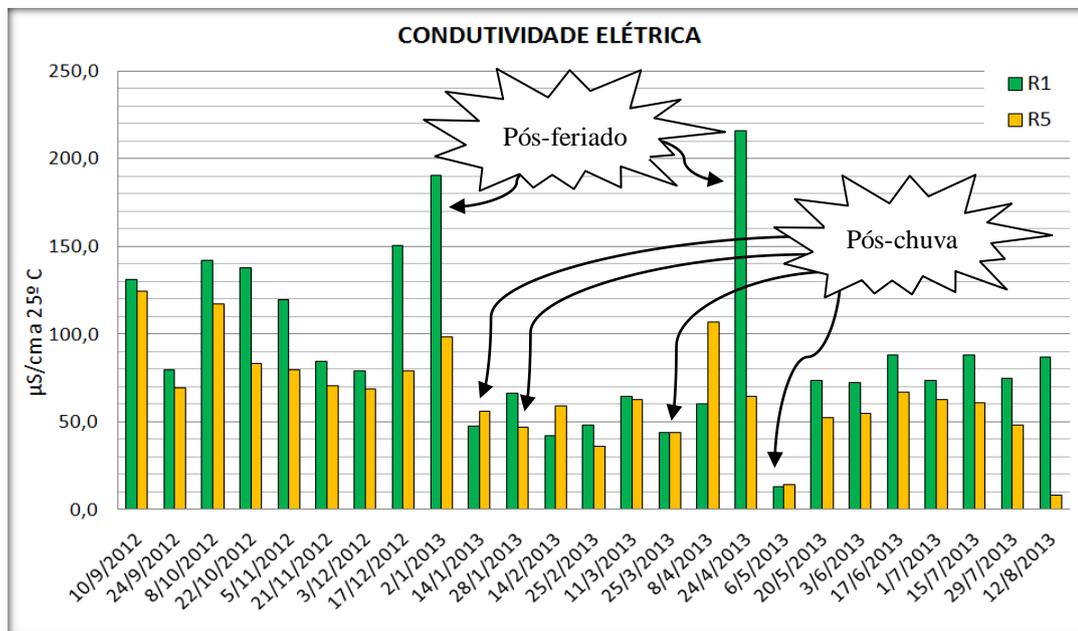
R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi		M2		M4	
Resultado mínimo encontrado	Data						
6,20	25/02/13	5,60	08/04/13	6,30	02/01/13	6,10	02/01/13
Resultado máximo encontrado	Data						
8,80	25/03/13	8,20	25/03/13	8,71	24/09/12	8,70	24/09/12 25/02/13
Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados	
7,08		7,01		7,95		7,99	

Fonte: O autor, 2014.

### 4.3. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A **figura 4.7** mostra a variação dos valores de condutividade elétrica durante o período de estudo. O menor valor encontrado no ponto R1 foi de 13,20  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , em 06/05/2013, e o maior foi de 216,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , em 24/04/2013. Já para o ponto R5, o menor valor registrado foi de 8,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , em 12/08/2013, e o maior valor foi de 124,20  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em 24/04/2013. A média aritmética registrada foi de 90,98  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no ponto R1, e de 65,38  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no ponto R5.

Figura 4.7: Distribuição dos valores de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$  a  $25^\circ\text{C}$ ) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

Os valores no período chuvoso foram discretamente mais altos, com uma variação geral entre 36,00 e 216,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Porém, percebe-se uma maior frequência de valores mais baixos no intervalo compreendido entre janeiro e o início de maio. Desta forma não se verifica um padrão bem definido entre o período de seca e o chuvoso, apenas percebe-se certa regularidade dos valores no período de seca.

Vale destacar que na maior parte do período de estudo verificou-se uma constância entre resultados obtidos neste parâmetro.

Destaca-se uma predominância dos valores do Rio da Prata (R1) sobre os encontrados no Rio Catumbi (R5).

A **tabela 4.3** compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1 e R5 para o parâmetro condutividade elétrica.

Tabela 4.3: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$  a  $25^\circ\text{C}$ ) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

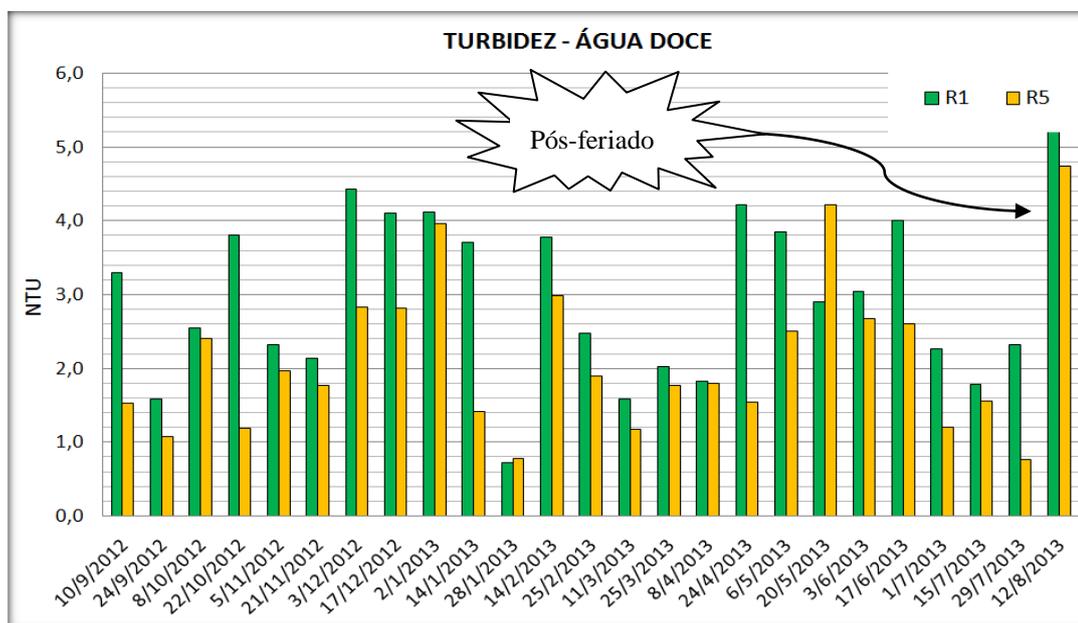
R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi	
Resultado <b>mínimo</b> encontrado	Data	Resultado <b>mínimo</b> encontrado	Data
13,20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a $25^\circ\text{C}$	06/05/13	8,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a $25^\circ\text{C}$	12/08/13
Resultado <b>máximo</b> encontrado	Data	Resultado <b>máximo</b> encontrado	Data
216,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a $25^\circ\text{C}$	24/04/13	124,20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a $25^\circ\text{C}$	10/09/13
<b>Média aritmética</b> dos resultados encontrados		<b>Média aritmética</b> dos resultados encontrados	
90,98 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a $25^\circ\text{C}$		65,38 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a $25^\circ\text{C}$	

Fonte: O autor, 2014.

#### 4.4. TURBIDEZ

A turbidez da água doce variou entre 0,72 NTU e 5,30 NTU no ponto R1, e 0,76 NTU e 4,74 NTU no ponto R5, conforme a **figura 4.8**. A média aritmética foi de 2,97 NTU no ponto R1 e de 2,13 NTU no ponto R5.

Figura 4.8: Distribuição dos valores de turbidez das águas doces (NTU) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



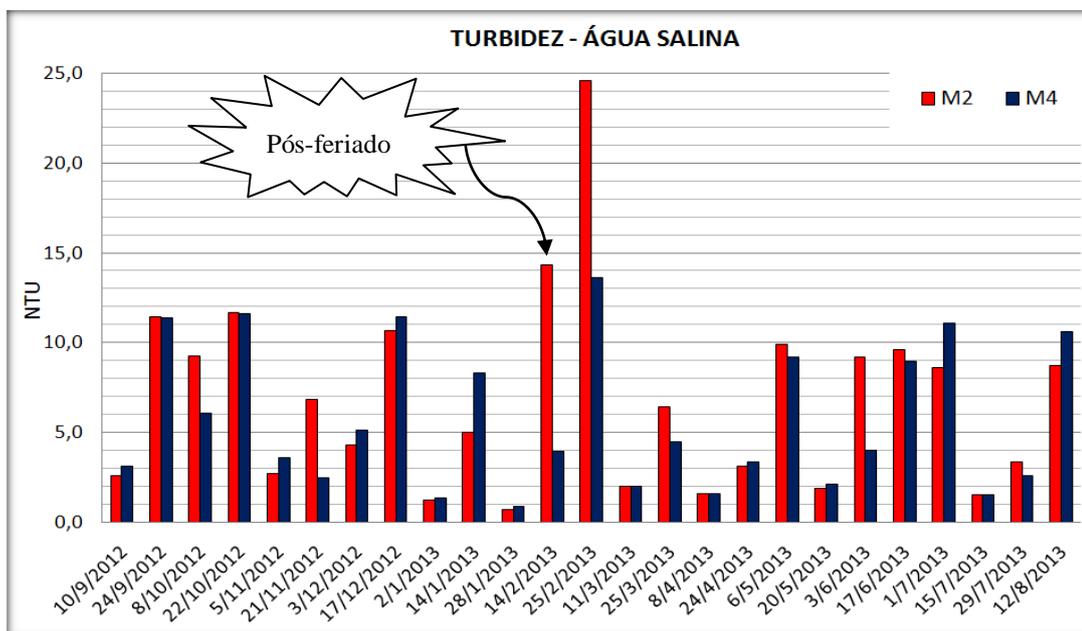
Fonte: O autor, 2014.

Percebe-se de modo geral que as águas doces estudadas são águas de baixa turbidez. De fato, à exceção da última campanha, a turbidez em ambos os rios atende ao padrão de potabilidade indicado pela Portaria MS nº 2914/11, de 5 NTU.

Todas as campanhas estiveram muito abaixo dos limites permitidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para as águas doces Classe 2, de até 100 NTU. Destaca-se que esta Resolução não determina limites para as águas salinas.

A distribuição dos valores de turbidez nas águas salinas, representada na **figura 4.9**, variou no ponto M2 de 0,73 NTU, em 28/01/2013 a 24,60 NTU, em 25/02/2013. Já a variação no ponto M4 foi de 0,86 NTU, em 28/01/2013, a 13,60 NTU, em 25/02/2013. A média aritmética encontrada no ponto M2 foi de 6,85 NTU e no ponto M4 foi de 5,78 NTU.

Figura 4.9: Distribuição dos valores de turbidez das águas salinas (NTU) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

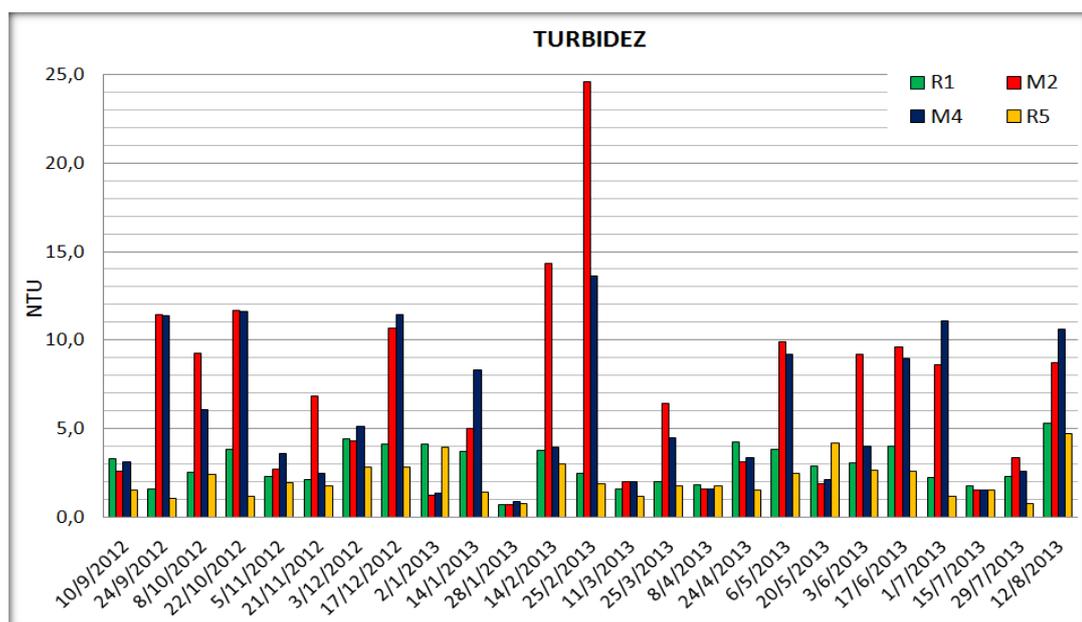


Fonte: O autor, 2014.

Comparando os resultados das águas doces e salinas, nota-se na **figura 4.10** a superioridade dos valores de turbidez encontrados nos pontos M2 e M4.

Não se verificou relação entre este parâmetro e as estações chuvosas e secas.

Figura 4.10: Distribuição dos valores de turbidez das águas (NTU) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

A **tabela 4.4** compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1, R5, M2 e M4 para o parâmetro turbidez.

Tabela 4.4: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de turbidez das águas (NTU) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi		M2		M4	
Resultado mínimo encontrado	Data						
0,72 NTU	28/01/13	0,76 NTU	29/07/13	0,73 NTU	28/01/13	0,86 NTU	28/01/13
Resultado máximo encontrado	Data						
5,30 NTU	12/08/13	4,74 NTU	12/08/13	24,60 NTU	25/02/13	13,60 NTU	25/02/13
Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados	
2,97 NTU		2,13 NTU		6,85 NTU		5,78 NTU	

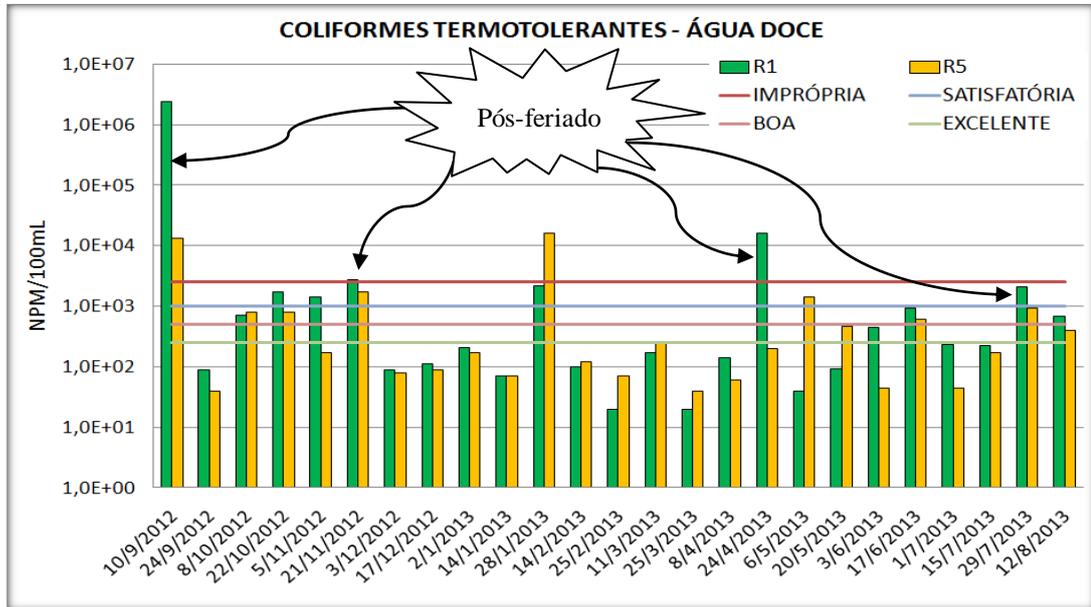
Fonte: O autor, 2014.

#### 4.5. COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Os coliformes termotolerantes apresentaram valores entre  $2,0E+01$  NMP/100mL, em 25/02/2013 e 25/03/2013, e  $2,4E+06$  NMP/100mL, em 10/09/2012, no ponto R1. Por sua vez, no ponto R5 essa contagem variou de  $4,0E+01$ , em 24/09/2012 e 25/03/2013, até  $1,6E+04$ , em 28/01/2013. A média aritmética deste parâmetro foi de  $9,7E+04$  NMP/100mL no ponto R1, e de  $1,5E+03$  NMP/100mL no ponto R5.

Conforme **figura 4.11**, em quatro campanhas os resultados classificaram as águas doces como impróprias, já que o valor obtido foi superior a 2.500 coliformes termotolerantes, conforme Resolução CONAMA nº 274/2000. Isso se deu em 10/09/2012 (em ambos os pontos), 21/11/2012 (no ponto R1), 28/01/2013 (no ponto R5) e 24/04/2013 (no ponto R1).

Figura 4.11: Distribuição dos valores de coliformes termotolerantes das águas doces (NPM/100mL) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



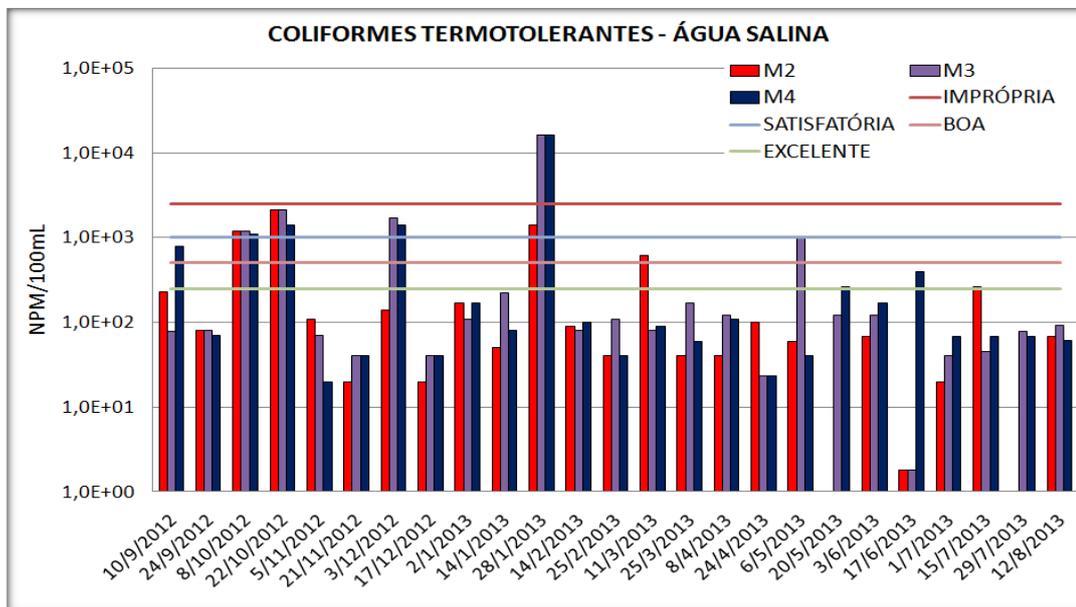
Fonte: O autor, 2014.

Nota-se que os resultados no ponto de coleta R1 tenderam a ser piores do que no ponto R5.

Verifica-se uma correlação entre este parâmetro e a condutividade elétrica. Nas campanhas de 10/09/2012, 08/10/2012, 22/10/2012, 05/11/2012, e 24/04/2013 foram obtidos altos resultados para a condutividade elétrica e o mesmo ocorre neste parâmetro, com valores próximos ou superiores a 1.000 NPM/100mL. Isso é uma prova de contaminação antrópica, pois o coliforme termotolerante é um indicador de contaminação por esgoto doméstico, por sua vez responsável pelo aumento da condutividade elétrica da água.

Já nas águas salinas a contagem de coliformes termotolerantes variou entre 0,0 NMP/100mL e 2,1E+03 NMP/100mL no ponto M2; entre 1,8E+00 NMP/100mL e 1,6E+04 NMP/100mL no ponto M3; e 2,0E+01 NMP/100mL e 1,6E+04 NMP/100mL no ponto M4. A **figura 4.12** mostra os resultados obtidos sob este parâmetro ao longo do estudo.

Figura 4.12: Distribuição dos valores de coliformes termotolerantes das águas salinas (NPM/100mL) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

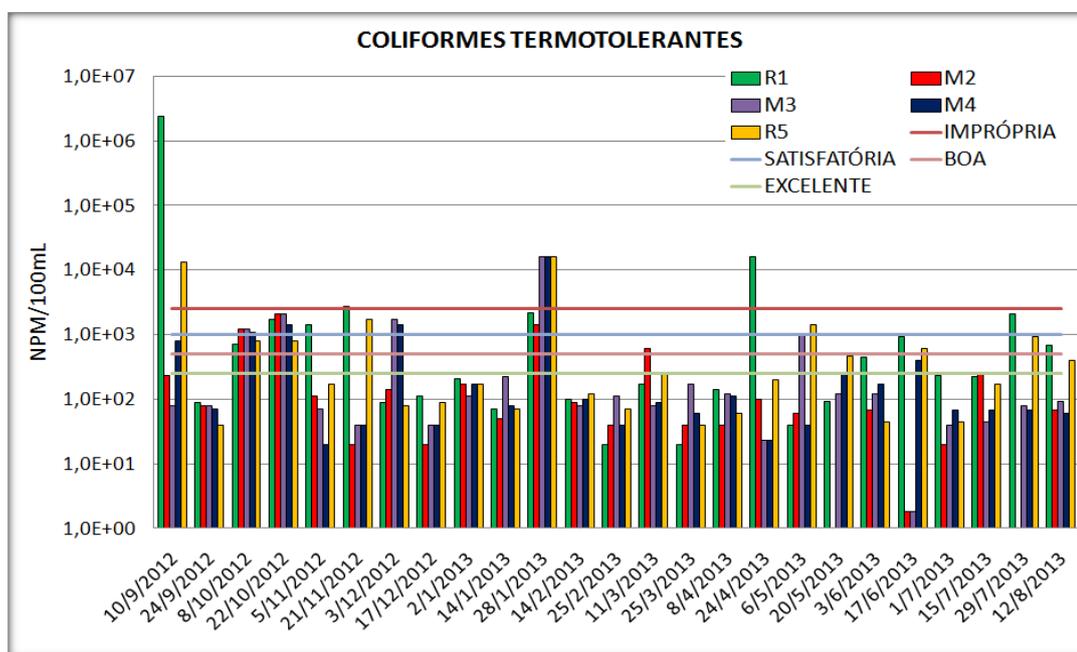
A média aritmética foi de  $2,8E+02$  NPM/100mL no ponto M2, de  $9,5E+02$  NPM/100mL no ponto M3, e de  $9,1E+02$  NPM/100mL no ponto M4. Percebe-se que, conforme limites determinados pela Resolução CONAMA nº 274/2000, a praia de Muriqui só esteve imprópria em apenas uma campanha, no dia 28/01/2013, nos pontos M3 e M4.

De modo geral, em 96% do período do estudo a classificação encontrada na praia de Muriqui foi de própria, especificamente excelente, já que em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores houve no máximo 250 coliformes termotolerantes, como determina a resolução CONAMA supracitada. Porém, a presente avaliação levanta uma questão curiosa, já que o site do INEA classifica essas águas como impróprias durante a maior parte do ano, e a outra parte como própria com restrição.

A **figura 4.13** une em um gráfico os resultados obtidos nos rios e na praia, destacando que, de modo geral, as contagens mais elevadas foram as observadas nas amostras coletadas nos pontos dos rios.

Não foi possível associar este parâmetro aos períodos de seca e chuvosos.

Figura 4.13: Distribuição dos valores de coliformes termotolerantes (NPM/100mL) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

A **tabela 4.5** compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1, R5, M2, M3 e M4.

Tabela 4.5: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de coliformes termotolerantes (NPM/100mL) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi		M2		M3		M4	
Resultado mínimo encontrado	Data								
2,0E+01 NPM/100mL	25/02/13	4,0E+01 NPM/100mL	24/09/12	0,0E+00 NPM/100mL	20/05/13	1,8E+00 NPM/100mL	17/06/13	2,0E+01 NPM/100mL	05/11/12
Resultado máximo encontrado	Data								
2,4E+06 NPM/100mL	10/09/12	1,6E+04 NPM/100mL	28/01/13	2,1E+03 NPM/100mL	22/10/12	1,6E+04 NPM/100mL	28/01/13	1,6E+04 NPM/100mL	28/01/13
Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados	
9,7E+04 NPM/100mL		1,5E+03 NPM/100mL		2,8E+02 NPM/100mL		9,5E+02 NPM/100mL		9,1E+02 NPM/100mL	

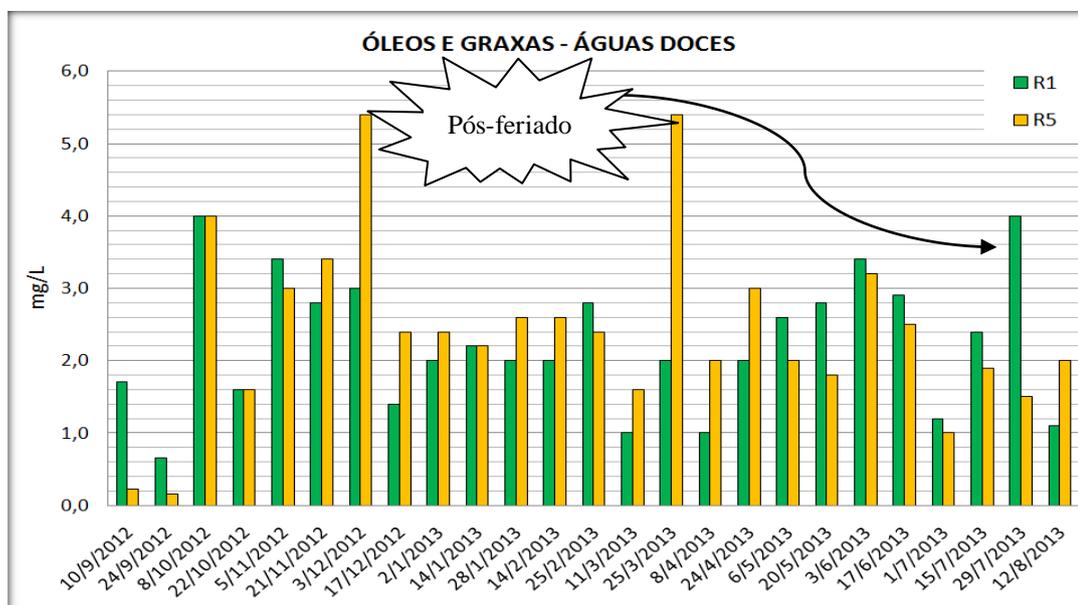
Fonte: O autor, 2014.

Se levarmos em conta que os níveis de coliformes fecais representam uma potencialidade de transmissão de doenças e risco à saúde pública, e que em 96% do período monitorado a praia esteve em condições excelentes de balneabilidade, percebe-se que ao longo dos doze meses de pesquisa não existiram grandes riscos à saúde da população.

#### 4.6. ÓLEOS E GRAXAS

A **figura 4.14** demonstra a distribuição dos óleos e graxas nas águas doces ao longo do período de estudo. A variação dos valores nas 25 campanhas realizadas ficou entre 0,65 mg/L e 4,00 mg/L, no ponto R1, e 0,16 mg/L e 5,40 mg/L, no ponto R5. A média aritmética foi de 2,24 mg/L, no ponto R1, e 2,41 mg/L, no ponto R5.

Figura 4.14: Distribuição dos valores de óleos e graxas das águas doces (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

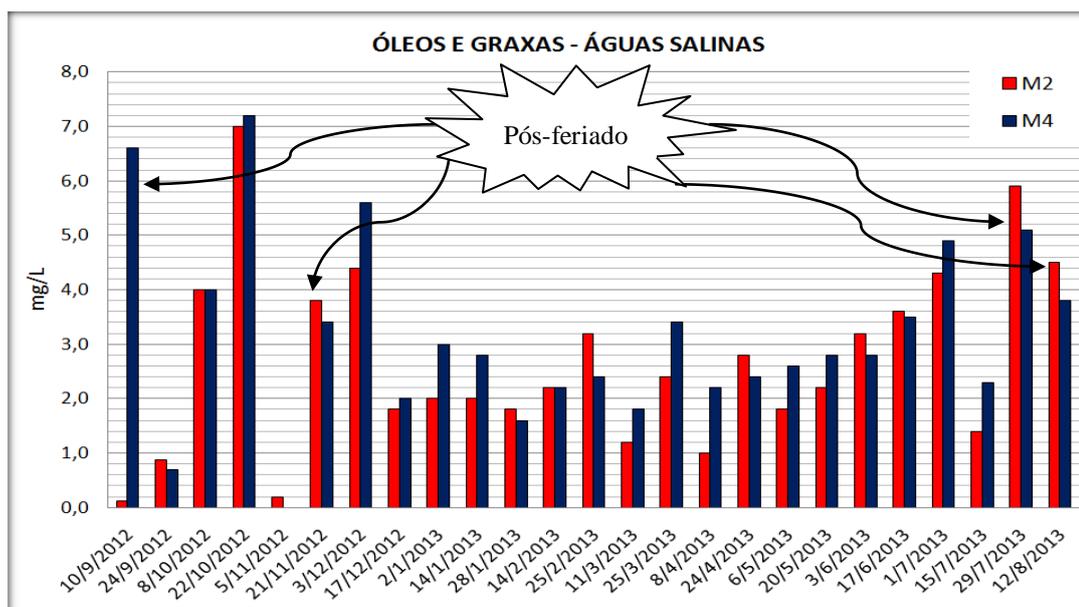


Fonte: O autor, 2014.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 determina para as águas doces Classe 2 e para as águas salinas que este parâmetro deve ser visualmente ausente, o que não é muito preciso.

A variação dos valores dos óleos e graxas nas águas salinas foi de 0,12 mg/L e 7,00 mg/L no ponto M2 e 0,00 mg/L e 7,20 mg/L no ponto M4, como mostra a **figura 4.15**. A média aritmética foi de 2,71 mg/L no ponto M2, e de 3,16 mg/L no ponto M4.

Figura 4.15: Distribuição dos valores de óleos e graxas das águas salinas (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

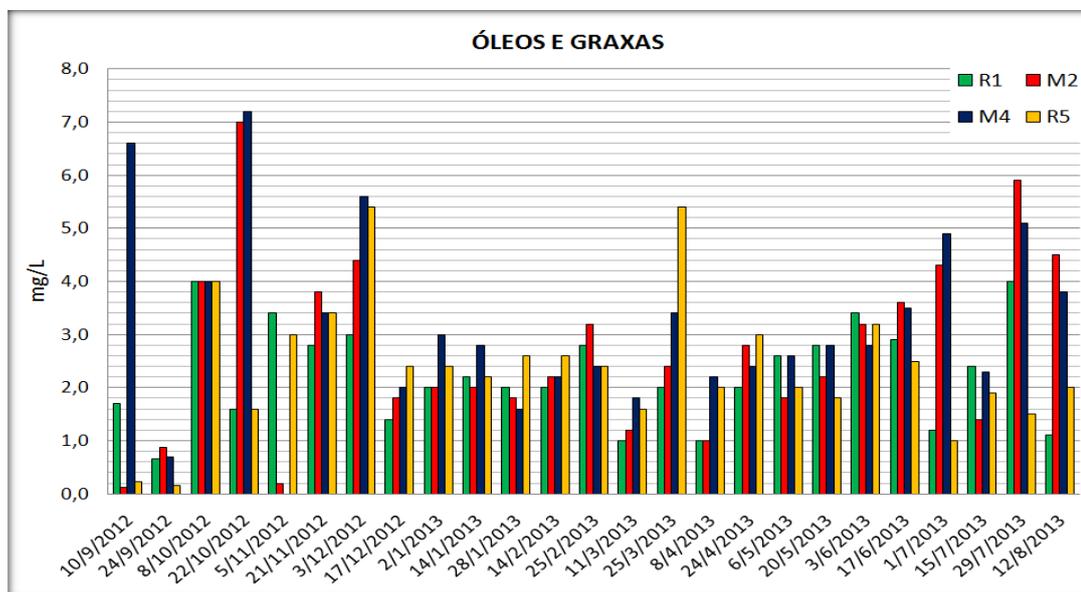


Fonte: O autor, 2014.

A inclusão do monitoramento deste parâmetro ganha importância em virtude da existência de uma sede náutica com embarcações particulares de uso recreativo, risco potencial de contaminação da praia por derramamento de óleo, como já mencionado nos itens 1.2.1.4 e 1.3.2.7 deste estudo.

A **figura 4.16** compara os resultados obtidos para óleos e graxas nos pontos R1, M2, M4 e R5. Destaca-se certa tendência dos maiores valores ocorrerem na praia de Muriqui (pontos M2 e M4). Os valores encontrados, embora não tão baixos quanto o desejável, tampouco mostram algum impacto importante, mesmo considerando a presença de aproximadamente 500 embarcações na sede náutica citada. Destacam-se sete episódios isolados, onde os valores chegaram aos 4,0 mg/L, o que demonstra certa poluição, porém ainda em fase inicial.

Figura 4.16: Distribuição dos valores de óleos e graxas (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

A **tabela 4.6** compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1, R5, M2 e M4 para o parâmetro óleos e graxas.

Tabela 4.6: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de óleos e graxas (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

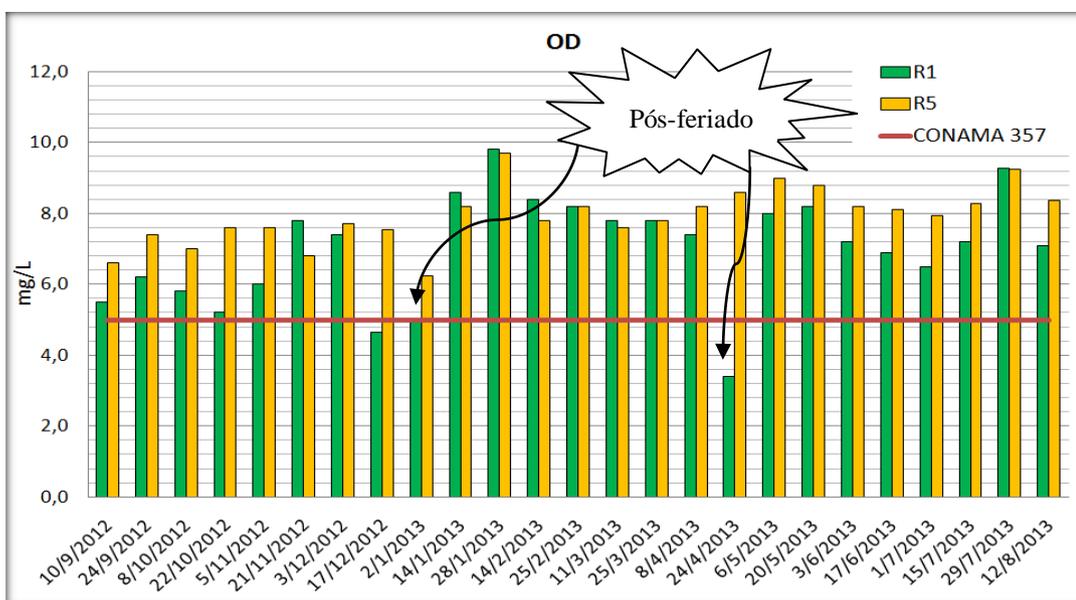
R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi		M2		M4	
Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data	Resultado mínimo encontrado	Data
0,62 mg/L	24/09/12	0,16 mg/L	24/09/12	0,12 mg/L	10/09/12	0,00 mg/L	05/11/12
Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data	Resultado máximo encontrado	Data
4,00 mg/L	08/10/12 29/07/13	5,40 mg/L	03/12/12 25/03/13	7,00 mg/L	22/10/12	7,20 mg/L	22/10/12
Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados		Média aritmética dos resultados encontrados	
2,24 mg/L		2,41 mg/L		2,71 mg/L		3,16 mg/L	

Fonte: O autor, 2014.

#### 4.7. OD

Durante o período de estudo, os valores de OD não variaram muito, estiveram entre 3,40 mg/L, em 22/04/2013, e 9,80 mg/L, em 28/01/2013, no ponto R1. Já no ponto R5 verificaram-se entre 6,23 mg/L, em 02/01/2013, e 9,70 mg/L, em 28/01/2013, como mostra a **figura 4.17**. A média aritmética foi de 7,01 mg/L no ponto R1, e 7,94 mg/L no ponto R5.

Figura 4.17: Distribuição dos valores de OD (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

Percebe-se neste parâmetro que houve dois episódios em que os valores encontrados estiveram fora do permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Segundo esta resolução, o OD mínimo para águas doces Classe 2, é de 5 mg/L em O<sub>2</sub>. As campanhas de 17/12/2012 e 22/04/2013, ambas para o ponto R1, apresentaram valores menores que o citado. Porém, é interessante destacar que na maior parte do tempo os valores observados se encontraram acima do limite imposto pela Resolução CONAMA 357/2005.

Percebe-se que o ponto R5 obteve valores maiores que o ponto R1, o que reforça a idéia de que este último ponto encontra-se em piores condições ambientais.

A **tabela 4.7** compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1 e R5.

Tabela 4.7: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de OD (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi	
Resultado <b>mínimo</b> encontrado	Data	Resultado <b>mínimo</b> encontrado	Data
3,40 mg/L	24/04/13	6,23 mg/L	02/01/13
Resultado <b>máximo</b> encontrado	Data	Resultado <b>máximo</b> encontrado	Data
9,80 mg/L	28/01/13	9,70 mg/L	28/01/13
<b>Média aritmética</b> dos resultados encontrados		<b>Média aritmética</b> dos resultados encontrados	
7,01 mg/L		7,94 mg/L	

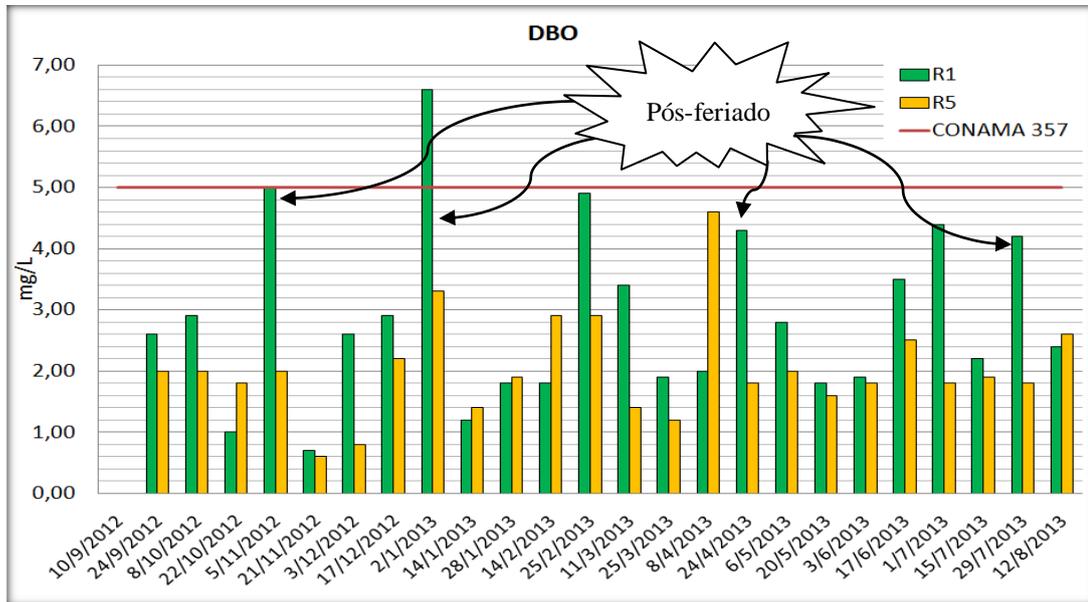
Fonte: O autor, 2014.

Este parâmetro não apresentou diferença entre a estação chuvosa e a seca.

#### 4.8. DBO

Na **figura 4.18** verifica-se que o menor valor encontrado em todas as campanhas foi de 0,70 mg/L e o maior foi de 6,60 mg/L no ponto R1. Já no ponto R5, a DBO variou de 0,60 mg/L a 4,60 mg/L. A média aritmética deste parâmetro foi de 2,87 mg/L, no ponto R1, e 2,03 mg/L, no ponto R5.

Figura 4.18: Distribuição dos valores de DBO (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

Segundo os limites permitidos para as águas doces Classe 2 pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que é de até 5mg/L, somente em uma campanha esse valor foi extrapolado. Isso ocorreu em 02/01/2013, quando o valor em R1 chegou a 6,6 mg/L. Porém, como na maior parte do tempo os valores observados encontraram-se abaixo do limite imposto pela Resolução CONAMA 357/2005, conclui-se que esse foi um caso isolado.

Percebe-se uma predominância dos valores do ponto do Rio da Prata (R1) sobre os do Catumbi (R5), e não se verificou relação entre o parâmetro e a estação chuvosa e seca.

A **tabela 4.8** compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1 e R5 para o parâmetro DBO.

Tabela 4.8: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de DBO (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

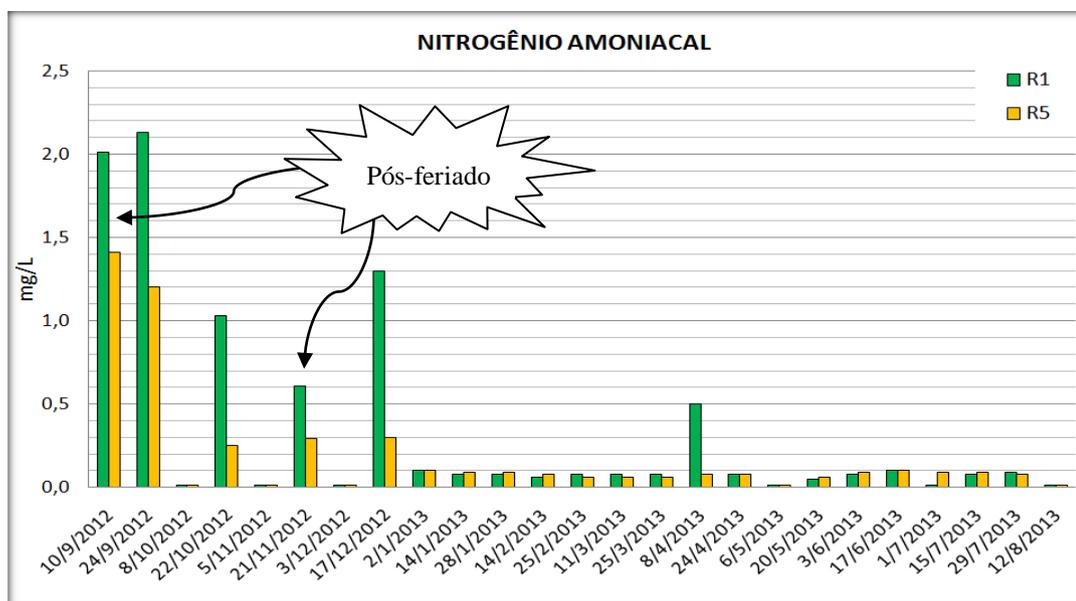
R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi	
Resultado <b>mínimo</b> encontrado	Data	Resultado <b>mínimo</b> encontrado	Data
0,70 mg/L	21/11/12	0,60 mg/L	21/11/12
Resultado <b>máximo</b> encontrado	Data	Resultado <b>máximo</b> encontrado	Data
6,60 mg/L	02/01/13	4,60 mg/L	08/04/13
<b>Média aritmética</b> dos resultados encontrados		<b>Média aritmética</b> dos resultados encontrados	
2,87 mg/L		2,03 mg/L	

Fonte: O autor, 2014.

#### 4.9. NITROGÊNIO AMONIAICAL

As concentrações de nitrogênio amoniacal variaram entre 0,01 mg/L e 2,13 mg/L, no ponto R1 e 0,01 mg/L e 1,41 mg/L, no ponto R5. Geralmente os valores encontrados se mantiveram em até 0,10 mg/L, porém em seis campanhas verificaram-se episódios críticos. Chegou-se a 2,13 mg/L no ponto R1, em 24/09/2012, e 1,41 mg/L no ponto R5, em 10/09/2012, conforme **figura 4.19**. A média aritmética foi de 0,35 mg/L no ponto R1, e 0,19 mg/L no ponto R5.

Figura 4.19: Distribuição dos valores de Nitrogênio amoniacal (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

Como a Resolução CONAMA nº 357/2005 define os limites deste parâmetro em função do potencial hidrogeniônico, se compararmos estas seis campanhas com os seus respectivos valores de pH, percebe-se que a única campanha fora dos limites de qualidade impostos para as águas doces Classe 2 foi a do ponto R1 no dia 24/09/2012. A Resolução determina um valor de até 2,0 mg/L para os valores de pH entre 7,5 e 8,0, quando o encontrado foi um pH de 7,69 e nitrogênio amoniacal de 2,13 mg/L.

Se compararmos este parâmetro aos coliformes termotolerantes, percebemos que nas campanhas de 10/09/2012, 22/10/2012 e 21/11/2012, tanto os valores de nitrogênio amoniacal ficaram acima do padrão encontrado durante o estudo, como os resultados para os coliformes termotolerantes ficam próximos ou maiores que 1.000 NPM/100mL, que prova contaminação antrópica, pois, como supracitado, o coliforme termotolerante é um indicador de contaminação por esgoto doméstico, e o nitrogênio amoniacal também é indicador de contaminação recente por esgoto. Isso reafirma o que já foi citado anteriormente, quando se correlacionou condutividade elétrica e coliformes termotolerantes. Além disso, por tratarem-se de episódios isolados, sugere-se uma poluição em fase inicial.

Neste parâmetro também não foi possível associar a sua variação com os tempos de seca ou chuvas.

A **tabela 4.9** compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1 e R5 para o parâmetro nitrogênio amoniacal.

Tabela 4.9: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de nitrogênio amoniacal (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

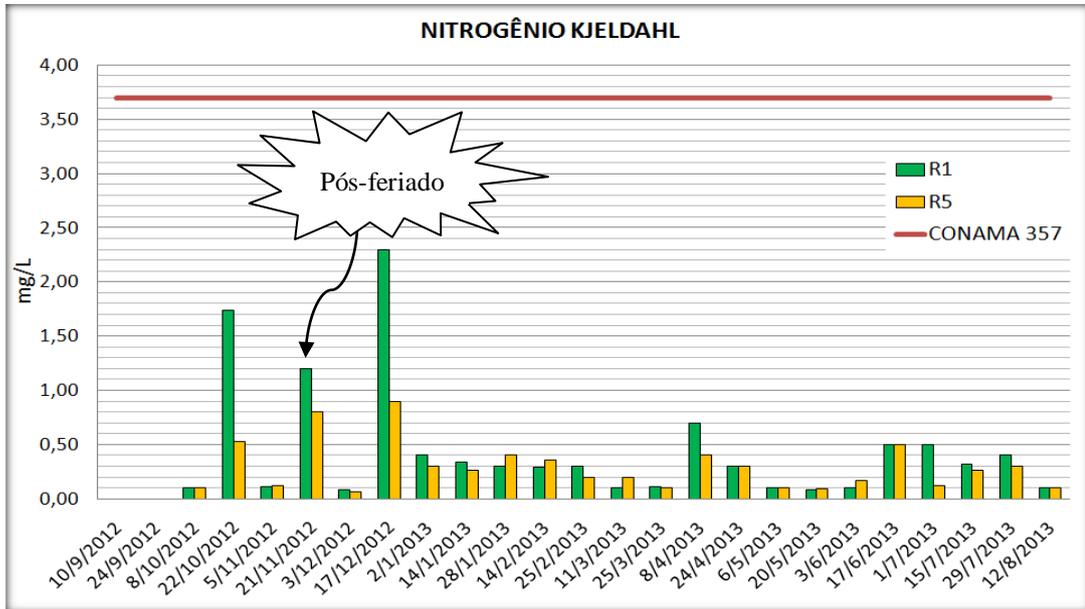
R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi	
Resultado <b>mínimo</b> encontrado	Data	Resultado <b>mínimo</b> encontrado	Data
0,01 mg/L	08/10/12 (+ 5)	0,01 mg/L	08/10/12 (+ 4)
Resultado <b>máximo</b> encontrado	Data	Resultado <b>máximo</b> encontrado	Data
2,13 mg/L	24/09/12	1,41 mg/L	10/09/12
<b>Média aritmética</b> dos resultados encontrados		<b>Média aritmética</b> dos resultados encontrados	
0,35 mg/L		0,19 mg/L	

Fonte: O autor, 2014.

#### 4.10. NTK

A concentração do NTK nas águas doces variou entre 0,08 mg/L e 2,30mg/L no ponto R1. Já no ponto R5, essa variação foi de 0,06 mg/L e 0,90 mg/L, conforme **figura 4. 20**. A média aritmética foi de 0,46 mg/L, no ponto R1, e 0,29 mg/L, no ponto R5.

Figura 4.20: Distribuição dos valores de NTK (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

É possível fazer uma correlação entre este parâmetro e o nitrogênio amoniacal, sendo os maiores valores verificados ocorreram nas mesmas campanhas.

Percebem-se três episódios com concentrações altas do nutriente. Apesar de isso mostrar risco de eutrofização, mesmo com toda a pressão antrópica e a população flutuante, percebe-se que esse parâmetro esteve abaixo do limite imposto pela Resolução CONAMA nº 357/2005 durante todo o período de estudo.

A **tabela 4.10** compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1 e R5 para o parâmetro nitrogênio de Kjeldahl.

Tabela 4.10: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de NTK (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

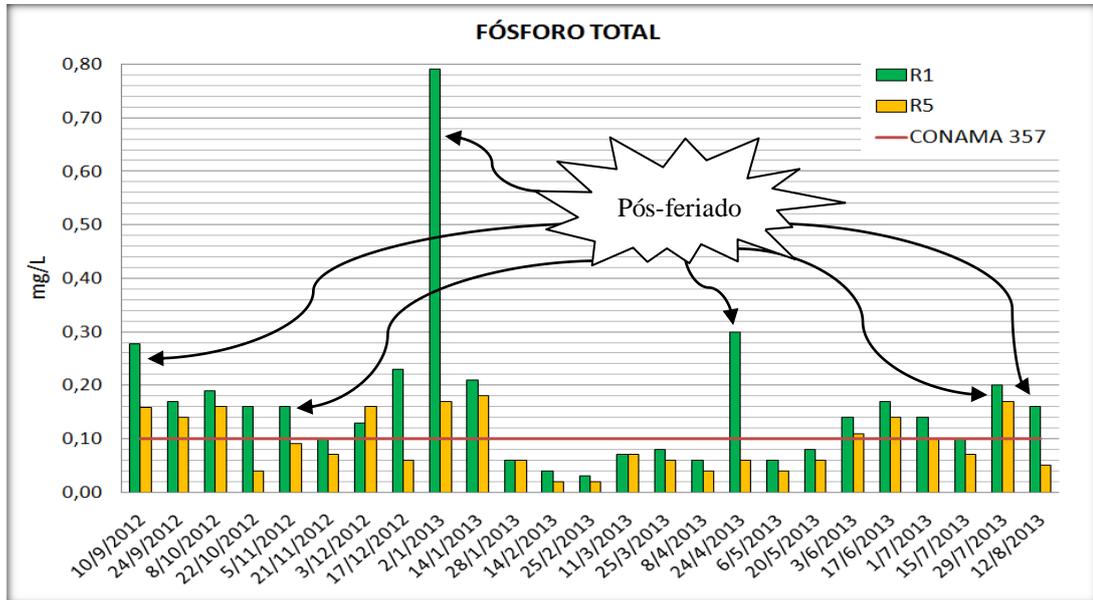
R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi	
Resultado <b>mínimo</b> encontrado	Data	Resultado <b>mínimo</b> encontrado	Data
0,08 mg/L	03/12/12 20/05/13	0,06 mg/L	03/12/12
Resultado <b>máximo</b> encontrado	Data	Resultado <b>máximo</b> encontrado	Data
2,30 mg/L	17/12/12	0,90 mg/L	17/12/12
<b>Média aritmética</b> dos resultados encontrados		<b>Média aritmética</b> dos resultados encontrados	
0,46 mg/L		0,29 mg/L	

Fonte: O autor, 2014.

#### 4.11. FÓSFORO TOTAL

O menor valor medido no ponto R1, conforme **figura 4.21**, foi de 0,03 mg/L e o maior valor foi de 0,79 mg/L. Já para o ponto R5, o menor valor foi de 0,02 mg/L e o maior foi de 0,18 mg/L. A média aritmética foi de 0,16mg/L, no ponto R1, e de 0,09 mg/L, no ponto R5.

Figura 4.21: Distribuição dos valores de fósforo total (mg/L de P) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

Novamente chama-se a atenção à tendência dos maiores valores encontrados serem no ponto do Rio da Prata (R1), o que tem demonstrado uma degradação maior nesse corpo hídrico do que no Rio Catumbi (R5).

Como verificado no parâmetro NTK, percebem-se três episódios com concentrações mais altas deste nutriente, o que novamente mostra um risco de eutrofização. Mas, de um modo geral, o parâmetro esteve próximo ao limite imposto pela Resolução CONAMA nº 357/2005, de 0,10 mg/L.

A **tabela 4.11** compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos R1 e R5 para o parâmetro de fósforo total.

Tabela 4.11: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de fósforo total (mg/L) referentes ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

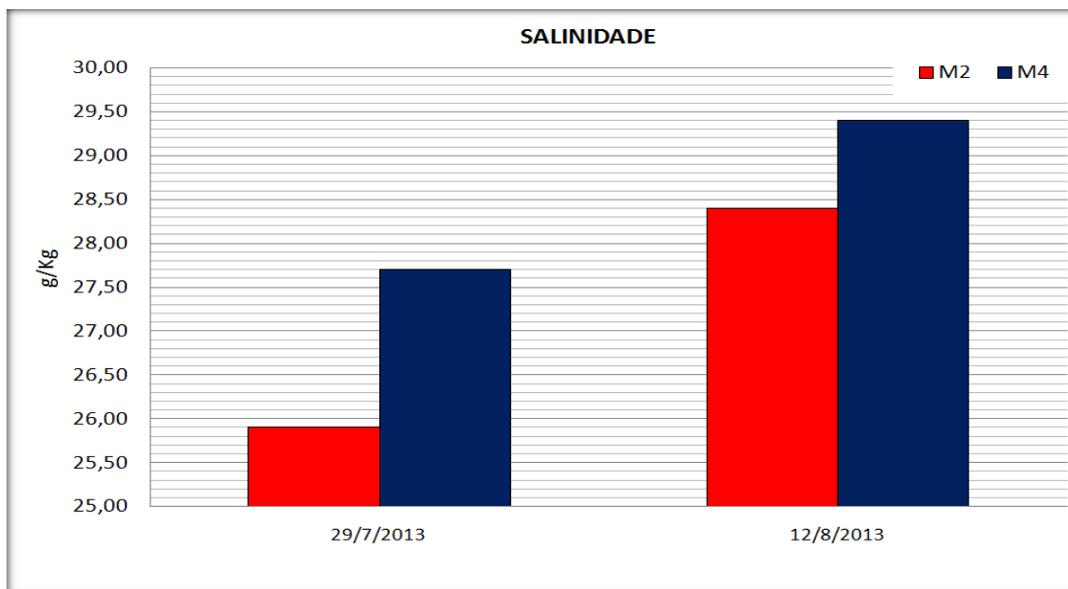
R1 - Rio da Prata		R5 – Rio Catumbi	
Resultado <b>mínimo</b> encontrado	Data	Resultado <b>mínimo</b> encontrado	Data
0,03 mg/L	25/02/13	0,02 mg/L	13/02/13 25/02/13
Resultado <b>máximo</b> encontrado	Data	Resultado <b>máximo</b> encontrado	Data
0,79 mg/L	02/01/13	0,18 mg/L	14/01/13
<b>Média aritmética</b> dos resultados encontrados		<b>Média aritmética</b> dos resultados encontrados	
0,16 mg/L		0,09 mg/L	

Fonte: O autor, 2014.

#### 4.12. SALINIDADE

Este parâmetro foi medido nas campanhas de 29/07/2013 e 12/08/2013, como mostrado na **figura 4.22**.

Figura 4.22: Distribuição dos valores de salinidade em 29/07/2013 e 12/08/2013.



Fonte: O autor, 2014.

Deve-se observar que esse parâmetro só foi incluído nas duas últimas campanhas. Desse modo, não foi possível estabelecer correlação entre ele e os demais parâmetros ao longo de todo o período monitorado. Porém, deve-se destacar a sua importância para estudos futuros de forma a verificar a contaminação da praia pelas águas doces, já que quanto maior a salinidade, menor é a quantidade de água doce e, conseqüentemente, a probabilidade de contaminação pela ação antrópica.

A **tabela 4.12** compara os valores analíticos mínimos, máximos e a média aritmética dos pontos M2 e M4 para o parâmetro salinidade.

Tabela 4.12: Resultados mínimos, máximos e média aritmética encontrados de salinidade (g/Kg) em 29/07/2013 e 12/08/2013.

M2		M4	
Resultado <b>mínimo</b> encontrado	Data	Resultado <b>mínimo</b> encontrado	Data
25,90 g/Kg	12/08/13	27,70 g/Kg	12/08/13
Resultado <b>máximo</b> encontrado	Data	Resultado <b>máximo</b> encontrado	Data
28,40 g/Kg	29/07/13	29,40 g/Kg	29/07/13
<b>Média aritmética</b> dos resultados encontrados		<b>Média aritmética</b> dos resultados encontrados	
27,15 g/Kg		28,55 g/Kg	

Fonte: O autor, 2014.

#### 4.13. CORRELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS

Analisando os resultados de todo o plano de amostragem, percebe-se que o ponto R1 (Rio da Prata) obteve os piores resultados em geral. Isso se deu pelo fato de que esse ponto de coleta foi o mais próximo a sua foz, e conseqüentemente o que sofreu mais degradação pela ação antrópica. O ponto R5 não está tão próximo a sua foz, pois, para não sofrer a influência da maré por ser uma área mais baixa, ele foi escolhido mais a montante do Rio Catumbi, assim está menos degradado. Por outro lado, a ação do homem na praia (pontos M2, M3 e M4) é diluída pelo volume de água do mar, além de receber a influência das correntes marinhas.

O índice de qualidade da água (IQA), descrito no item 3.6, pôde ser calculado, com base nos resultados experimentais acima expostos, para verificar a qualidade da água nesses pontos durante o estudo. Para efeito comparativo, calcularam-se três índices: um com os maiores valores encontrado em cada parâmetro nas 25 campanhas, outro com os menores, e por fim, a média aritmética de cada parâmetro. Além disso, algumas variáveis foram ajustadas

como mostram os apêndices B e C deste trabalho. A **tabela 4.1** destaca os valores de IQA encontrados para os rios da Prata (R1) e Catumbi (R5).

Tabela 4.13: Classificação da qualidade da água bruta dos rios da Prata e Catumbi (IQA) referente ao plano de amostragem no período entre 10/09/2012 e 12/08/2013.

Valor adotado para o cálculo	IQA – Rio da Prata (R1)		IQA – Rio Catumbi (R5)	
Maior valor encontrado	38	Ruim	50	Média
Menor valor encontrado	64	Média	72	Boa
Média Aritmética	48	Ruim	67	Média

Fonte: O autor, 2014.

Deve-se observar na **tabela 4.13** que a qualidade boa encontrada para o IQA do rio Catumbi (R5) está relacionada com o fato de esse ponto estar longe da foz do rio. Isso é justificado pelo fato já descrito no item 3.2 desse trabalho, onde um dos critérios de escolha dos pontos de amostragem dos rios foi a completa eliminação da influência das marés, ou seja, mesmo nas marés altas esse ponto ficou isento da influência das marés. Infelizmente com isso, nem toda a flutuação de contaminantes pôde ser medido nesse ponto R5. Dessa forma, é de se esperar que um ponto de coleta mais à jusante do ponto R5 adotado apresentaria um IQA não tão bom, já que quanto mais à jusante, mais capaz de refletir a carga poluidora total do corpo hídrico.

Já o IQA do ponto R1 mostrado na **tabela 4.13**, por estar mais próximo à sua foz, mostrou mais claro essa influência dos contaminantes do corpo hídrico, o que acarretou em um resultado pior para o IQA do rio da Prata (R1) em relação ao IQA do rio Catumbi (R5). Porém, como citado acima para o ponto R5, também se espera para esse ponto R1 que um ponto de coleta adotado mais à jusante apresentaria um IQA não tão bom, já que quanto mais à jusante, mais capaz de refletir a carga poluidora total do corpo hídrico.

Em praticamente todos os parâmetros analisados foi possível perceber alguns episódios que exigem certa atenção, pois já revelam uma pressão antrópica maior do que o sistema consegue suportar em determinado momento. O diagnóstico preliminar das bacias hidrográficas do rio da Prata e Catumbi aponta que a poluição encontrada em Muriqui é proveniente do descarte incorreto dos esgotos sanitários, pela poluição difusa dos sumidouros e GAP's e pelos lançamentos diretos aos corpos hídricos.

## CONCLUSÃO E SUGESTÕES

A caracterização da área de estudo e as campanhas de monitoramento e diagnósticos realizados permitiram concluir que a Praia de Muriqui tem sofrido pressões antrópicas consideráveis. O impacto ainda é incipiente, mas já merece cuidados, visto que a presença de episódios isolados fora dos limites permitidos pela legislação vigente revela que o sistema já não está mais conseguindo suportar a ação do homem em determinados momentos.

Dentre os fatores de pressão antrópica observados em Muriqui, o mais importante foi a poluição gerada pelo descarte de esgotos sanitários nos corpos hídricos, ampliado pela flutuação populacional. A variação da população tem o seu lado bom, já que serve como geradora de renda para a região, porém, dificulta a gestão pública, ocasionando falta de água para o abastecimento, provocando engarrafamentos, comprometendo o atendimento do posto de saúde e aumentando a poluição difusa por esgoto doméstico nos corpos hídricos.

No que se refere às campanhas de monitoramento, observou-se que a seleção dos parâmetros e a localização dos pontos de amostragem mostraram-se adequadas, embora seja aconselhável incluir em monitoramentos futuros os parâmetros de salinidade nos pontos da praia e de vazão nos rios.

O conjunto dos parâmetros analisados permitiu obter:

✓ Em relação à temperatura das águas, verificou-se uma queda no período de estiagem, compreendido entre os meses de maio e agosto, além de uma superioridade dos valores encontrados nas águas salinas;

✓ No que se refere ao pH, verificou-se que os valores estiveram em 96% do tempo de estudo dentro dos limites permitidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005. O caráter ácido observado nas águas doces não indica poluição, mas é um padrão de águas oriundas de rios de serra. O mesmo ocorreu na praia, onde os episódios fora dos limites estiveram apenas associados à pluviosidade;

✓ A condutividade elétrica mostrou regularidade nos resultados, porém sete episódios atípicos, com valores maiores que 110  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sugerem uma degradação motivada por pressão antrópica;

✓ Todas as campanhas estiveram muito abaixo dos limites permitidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para a turbidez das águas doces Classe 2.

✓ No que se refere à contagem de coliformes termotolerantes, conforme os limites determinados pela Resolução CONAMA nº 274/2000, a praia de Muriqui, esteve 98%

do tempo em condições excelentes de balneabilidade. Se levarmos em conta que os níveis de coliformes fecais representam uma potencialidade de transmissão de doenças e risco à saúde pública, percebe-se que ao longo da pesquisa não existiram grandes riscos à saúde da população;

✓ Para os resultados obtidos de óleos e graxas na praia de Muriqui, destacam-se sete episódios isolados, em que os valores chegaram aos 4,0 mg/L. Esses valores, embora não sejam tão baixos quanto o desejável, tampouco mostram algum impacto importante, sugerem uma poluição ainda em fase inicial;

✓ A respeito do parâmetro OD, em 96% do período de estudo os valores estiveram dentro do limite determinado pela Resolução CONAMA nº 357/2005;

✓ Em relação aos valores observados na DBO, em 98% do estudo encontraram-se dentro do limite determinado pela Resolução CONAMA nº 357/2005;

✓ O nitrogênio amoniacal apresentou seis episódios isolados de alta concentração, sugerindo uma poluição em fase inicial. Porém, durante a pesquisa, esse parâmetro esteve em 98% do tempo dentro do limite determinado pela Resolução CONAMA nº 357/2005;

✓ No que se refere ao NTK, mesmo os resultados estando muito abaixo do limite imposto pela Resolução CONAMA nº 357/2005, a presença de três episódios de alta concentração do nutriente mostra um risco de eutrofização para o corpo hídrico;

✓ O fósforo total esteve próximo ao limite imposto pela Resolução CONAMA nº 357/2005, porém os cinco episódios com concentrações maiores que o dobro permitido pela legislação indicam um risco de eutrofização ao corpo hídrico;

✓ Não foi possível estabelecer correlação entre a salinidade e os demais parâmetros ao longo do período monitorado, mas destaca-se a sua importância para estudos futuros de forma a verificar a contaminação da praia pelas águas doces.

✓ Mesmo obtendo-se um IQA bom para o rio Catumbi, este resultado está apenas relacionado com o fato de esse ponto estar longe da sua foz, esperando-se que um ponto de coleta mais à jusante apresentaria um IQA não tão bom, já que seria mais capaz de refletir a carga poluidora total do corpo hídrico.

✓ O IQA do rio da Prata, por estar mais próximo à sua foz, mostrou que a qualidade das suas águas estavam piores que o IQA do rio Catumbi.

Devem ser realizadas medidas mitigadoras e recuperadoras de forma a corrigir a ação antrópica. Nesse sentido, são propostas as seguintes ações preventivas e corretivas:

✓ Implantar um sistema de coleta e tratamento dos esgotos sanitários;

- ✓ Implantar um sistema de tratamento das águas potáveis com uma estação de tratamento de águas (ETA), ampliar a rede existente e controlar a qualidade dessa água fornecida;
- ✓ Fiscalizar e demolir os imóveis, ou parte destes que invadiram o leito do rio;
- ✓ Criar um cadastro de águas pluviais, aproveitando a execução da rede de esgotamento sanitário;
- ✓ Criar uma política de turismo e elaborar leis que estipulem normas, prioridades e estratégias para as atividades turísticas;
- ✓ Criar campanhas de educação quanto aos riscos da presença de animais nas praias, com a fixação de placas proibitivas ao longo das mesmas e a presença de guardas municipais orientando e fiscalizando a medida;
- ✓ Implantar um sistema de aeração das areias da praia, para ajudar na sua qualidade.

Como sugestões para trabalhos futuros, tem-se:

- ✓ Continuar o monitoramento realizado nesta pesquisa, gerando um histórico que possibilite acompanhar a qualidade do corpo hídrico ao longo do tempo;
- ✓ Incluir a vazão dos rios no seu monitoramento de forma a correlacioná-la com os parâmetros medidos;
- ✓ Incluir o parâmetro salinidade para o monitoramento da praia de forma a verificar a influência das águas doces;
- ✓ Ampliar o monitoramento com esses parâmetros também à montante dos rios, para verificar como anda a ação antrópica ao longo de cada corpo hídrico, comparando esses resultados com os já encontrados nos pontos adotados nesse trabalho;
- ✓ Ampliar o monitoramento com esses parâmetros também à jusante dos rios, para verificar de forma mais abrangente toda a carga poluidora dos corpos hídricos, de forma a comparar com os resultados obtidos nos pontos adotados nesse trabalho. Porém como esses pontos irão sofrer a influência das marés, recomenda-se que, para o plano de amostragem, seja levada em conta a coleta das amostras na hora de maré vazante, para evitar possíveis erros causados pela água do mar;
- ✓ Monitorar a qualidade das areias da praia, já que a presença de animais, como cães e pombos, é constante e é risco para a saúde da população;
- ✓ Elaborar um estudo sobre a capacidade de carga ambiental, para que se tenha conhecimento do suporte máximo dos ecossistemas presentes, de forma a garantir que o turismo não venha a agredir o meio ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DE PERNAMBUCO. Apresenta alguns parâmetros ambientais. Disponível em: <[http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/R\\_Anexos.pdf](http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/R_Anexos.pdf)>. Acessado em: 13 dez. 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Apresenta a precipitação média anual no Brasil. Disponível em: <<http://ana.gov.br>>. Acesso em: 16 ago. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Apresenta características da Região do Atlântico Sudeste. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/AtlanticoSudeste.aspx>>. Acesso em: 07 out. 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Apresenta os indicadores de qualidade das águas, como o IQA e o IB. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/Forms/AllItems.aspx>>. Acesso em: 11 fev. 2014.

AMARAL JR, Alberto Ferreira do. **Mapeamento Geotécnico Aplicado a Análise de Processos de Movimentos de Massa Gravitacionais**: Costa Verde – RJ – Escala 1:10.000. 2007. 191 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2007.

ANDRAUS, Sumaia. **Aspectos microbiológicos da qualidade sanitária das águas do mar e areias das praias de Matinhos, Caiobá e Guaratuba-PR**. 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

APHA; AWWA; WEF. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 21<sup>st</sup> ed. Centennial. Ed. Washington: APHA, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR n.º 9897**: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR n.º 9898**: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR n.º 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR n.º 13696**: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR n.º 15401**: Meios de hospedagem – Sistema gestão da sustentabilidade - Requisitos. Rio de Janeiro, 2006.

AVELAR, Júlio César Lopes de. **Adequação da metodologia de avaliação ecológica rápida para unidades de conservação marinhas**. 2005. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

AZEVEDO, Marilda Vieira. **Estudo da relação entre hepatite A e condições de balneabilidade em cenários de saneamento precário na região de Mangaratiba, Baía de Sepetiba-RJ3**. 2000. 105 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2000.

AZEVEDO NETTO, José M. de; ALVAREZ, Guillermo A. **Manual de hidráulica**. 8 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

BAHIA (Estado). Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA), Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). **Relatório de Monitoramento da Qualidade das águas**. V.1. Salvador: 2008. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br>>. Acesso em:19 ago. 2012.

BAHIA (Estado). Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA), Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). **Relatório de Monitoramento da Qualidade das águas** – 1º Campanha trimestral. Salvador: 2009a. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br>>. Acesso em:19 ago. 2012.

BAHIA (Estado). Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA), Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). **Relatório de Monitoramento da Qualidade das águas** – 2º Campanha trimestral. Salvador: 2009b. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br>>. Acesso em:19 ago. 2012.

BAHIA (Estado). Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA), Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). **Relatório de Monitoramento da Qualidade das águas** – 3º Campanha trimestral. Salvador: 2009c. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br>>. Acesso em:19 ago. 2012.

BAHIA (Estado). Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA), Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). **Relatório de Monitoramento da Qualidade das águas** – 4º Campanha trimestral. Salvador: 2009d. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br>>. Acesso em:19 ago. 2012.

BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química Ambiental**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BAPTISTA NETO, José Antônio; WALLNER-KERSANACH, Mônica; PATCHINEELAM, Soraya Maia (Org). **Poluição marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

BARBOSA FILHO, Olavo. **Águas e Águas Residuárias II** – Introdução à qualidade das águas. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, [19- ].

BARBOSA FILHO, Olavo. **Águas e Águas Residuárias II** – Apostila de Métodos e Análises. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, [2006].

BOUKAI, Nassim. **Qualidade sanitária da areia das praias no município do Rio de Janeiro**: diagnóstico e estratégia para monitoramento e controle. 2005. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

BRANDÃO, Carlos Jesus; et al. (Org.). **Guia nacional de coleta e preservação de amostras** – Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Brasília, 2011. Disponível em: <[http://www.clean.com.br/downloads/Guia\\_Nacional\\_de\\_Coleta\\_e\\_Preservacao\\_de\\_Amostras\\_.pdf](http://www.clean.com.br/downloads/Guia_Nacional_de_Coleta_e_Preservacao_de_Amostras_.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2012

BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN); Centro de Hidrografia da Marinha (CHM); Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO). **Previsões de marés – Máximas e Mínimas diárias**. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/index.htm>>. Acesso em: 30 out. 2012.

BRASIL. Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo; Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Diretrizes para uma política nacional de ecoturismo**. Brasília, [199-].

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 3 ed. rev. 1ª reimpressão. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006a.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n.º 399/GM**, de 22 de fevereiro de 2006b. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2006/GM/GM-399.htm>>. Acesso em: 30 ago. 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno da Região hidrográfica atlântico sudeste**. Brasília: MMA, 2006c.

BRASIL. **Decreto n.º 24.643**, de 10 de julho de 1934. Institui o código de águas. Brasília, DF, 1934. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d24643.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm)>. Acesso em: 08 jan. 2014.

BRASIL. **Lei n.º 6.905**, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF, 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm)>. Acesso em: 08 jan. 2014.

BRASIL. **Lei n.º 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema de Gerenciamento Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 1997. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/Institucional/Legislacao/leis/lei9433.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2011.

BRASIL. **Lei n.º 9.984**, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19984.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19984.htm)>. Acesso em: 08 jan. 2014.

BRASIL. **Lei n.º11.445**, de 05 de janeiro de 2011a. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis n.º6766, de 19 de dezembro de 1979, 8036, de 11 de maio de 1990, 8666, de 21 de junho de 1993, 8987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei n.º6528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm)>. Acesso em: 21 jun. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). **Portaria MS n.º 2.914**, de 12 de dezembro de 2011b. Dispõe sobre os procedimentos de controle e e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <[http://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau delegis/gm./2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau delegis/gm./2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em: 19 ago. 2013.

BRASIL. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. MASCARENHAS, Ana Cristina Monteiro (Org). **Conjunto de Normas legais: Recursos Hídricos**. 7 ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011c.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Projeto Esplanada Sustentável: Treinamento aos gestores – Capacitação para a coleta de dados**. Disponível em: <[https://www.portalsof.planejamento.gov.br/peg/PES\\_versao\\_FINAL\\_Agua\\_Pape\\_%20e\\_Co po.pdf](https://www.portalsof.planejamento.gov.br/peg/PES_versao_FINAL_Agua_Pape_%20e_Co po.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2012c.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Resolução n.º 32**, de 15 de outubro de 2003. Instituiu a divisão hidrográfica Nacional. Brasília, DF, 2003. Disponível em: <[http://www.aesa.pb.gov.br/legislacao/resolucoes/cnrh/32\\_2003\\_divisao\\_hidrografica\\_nacional.pdf](http://www.aesa.pb.gov.br/legislacao/resolucoes/cnrh/32_2003_divisao_hidrografica_nacional.pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2014.

BRASIL. Ministério do Turismo; Secretaria Nacional de Políticas de Turismo; Departamento de Estruturação, Articulação e Ordenamento Turístico; Coordenação Geral de Regionalização. **Programa de Regionalização do Turismo – Roteiros do Brasil: Turismo e sustentabilidade**. Brasília, 2007.

BUTLER, Richard. Sustainable tourism – looking backwards in order to progress? In: HALL, Michael e LEW, Alan. (Org.). **Sustainable tourism: a geographical analysis**. Essex, UK: Addison Wesley Longman Limited, 1998.

CAMPOS, Fabiane Borges Lino. **Gestão de Bacias Hidrográficas Urbanas – Estudo de caso da Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu – Sarapuí – Rio de Janeiro**. 2004. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

CANDIOTTO, Luciano Zanatti Pessôa. **Considerações sobre o conceito de turismo sustentável**. Revista Formação, v.1, n.16, 2009. Disponível em: <<http://www4.fct.unesp.br/pos/geo/revista/artigos/n16v1/candiotto4.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2013.

CARVALHO, Daniel Fonseca de; SILVA, Leonardo Duarte Batista da. **Hidrologia**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap1-INTRO.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2014.

CARVALHO, Vininha F. . **O ecoturismo exige ética na sua comercialização**. Revista Turismo. Fev. 2004. Disponível em: <<http://www.revistaturismo.com.br/artigos/ecomercializacao.html>>. Acesso em: 07 ago. 2013.

CLARKE, Robin (Ed); LAMB, Robert (Ed);WARD, Dilys Roe (Ed). **Global Environment Outlook 3**. United Nations Environment Programme (UNEP), 2002.

COIMBRA, Roberto; ROCHA, Ciro Loureiro; BEEKMAN, Gertian Berndt. **Recursos Hídricos**: conceitos, desafios e capacitação. Brasília, DF: ANEEL, 1999.

COLOMBO. José Carlos. **Turbidez**. Disciplina: análise de contaminantes ambientais. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <<http://pessoal.utfpr.edu.br/colombo/arquivos/Turbidez2.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2012.

COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. Apresenta Leis, Decretos e Resoluções nacionais. Disponível em: <<http://www.cbh.gov.br/Legislacao.aspx>>. Acesso em: 11 jan. 2014.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA GUANDU. Apresenta as características da Bacia Hidrográfica do Guandu. Disponível em: <<http://www.comiteguandu.org.br/hidrografica.php>>. Acesso em: 12 jan. 2014.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 02 ago. 2012.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2004**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 08 jan. 2014.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2008**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 08 jan. 2014.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo 2011**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/25-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 18 ago. 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n.º 20** de 18 de junho de 1986. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas, em todo o Território Nacional, bem como determina os padrões de lançamento. Disponível em: <<http://www.normaambiental.com.br>>. Acesso em: 10 set. 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n.º 274** de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade das praias brasileiras. Disponível em: <<http://www.normaambiental.com.br>>. Acesso em: 10 set. 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n.º 306** de 05 de julho de 2002. Estabelece os requisitos mínimos e o termo de referência para realização de auditorias ambientais. Disponível em: <<http://portal2.tcu.gov.br/portal/pls/portal/docs/2054922.PDF>>. Acesso em: 08 dez. 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n.º 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.normaambiental.com.br>>. Acesso em: 10 set. 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n.º 370**, de 06 de abril de 2006. Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no artigo 44 da Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <[http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2006\\_Res\\_CONAMA\\_370.pdf](http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2006_Res_CONAMA_370.pdf)>. Acesso em: 07 jan. 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n.º 397**, de 03 de abril de 2008. Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA no 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=563>>. Acesso em: 07 jan. 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n.º 410**, de 04 de maio de 2009. Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44 da Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005, e no art. 3º da Resolução n.º 397, de 3 de abril de 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res09/res41009.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n.º 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Disponível em: <<http://www.normaambiental.com.br>> . Acesso em: 10 set. 2011.

CRUZ, Leila Beatriz Silva. **Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Uberaba – MG**. 2003. 180 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

DI BERNARDO, Luiz. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água**. São Paulo: ABES, 1993.

DIB, Simone Faury; SILVA, Neusa Cardim da (Org.). **Roteiro para apresentação das teses e dissertações da Universidade do Estado do Rio de Janeiro**. 2. ed. Rio de Janeiro: UERJ, 2012.

FARIAS, Maria Sallydelândia Sobral De. **Monitoramento da qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio Cabelo**. 2006. 152 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2006.

FERREIRA, Daniel Fabrício. **Aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas para fins não potáveis em um condomínio residencial localizado em Florianópolis – SC.** 2005. 139 f. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

FREITAS, Sérgio De. **Proposta de metodologia de projeto de sistemas de disposição oceânica de esgotos sanitários, em localidades de pequeno porte.** 2010. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia.** 2.ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA, 1988.

GIORDANO, Gandhi. **Avaliação ambiental de um balneário e estudo de alternativa para controle da poluição utilizando o processo eletrolítico para o tratamento de esgotos.** 1999. 113 f. Dissertação (mestrado em Ciências Ambientais), Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1999.

GOOGLE. Disponível em: <[https://www.google.com.br/search?q=regi%C3%B5es+do+brasil&hl=pt-BR&rlz=1T4SNNT\\_en\\_\\_BR439&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=pOLzUo2XCoOlsASd34GQCw&ved=0CCsQsAQ&biw=1600&bih=750](https://www.google.com.br/search?q=regi%C3%B5es+do+brasil&hl=pt-BR&rlz=1T4SNNT_en__BR439&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=pOLzUo2XCoOlsASd34GQCw&ved=0CCsQsAQ&biw=1600&bih=750)>. Acesso em: 07 out. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Normas de apresentação tabular.** 3 ed. Rio de Janeiro, 1993. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/normastabular.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Apresenta os dados do Censo 2010 e as características do município de Mangaratiba. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 13 ago. 2012.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais do Estado de Minas Gerais.** Minas Gerais, 2006. Disponível em: <[http://www.aguasdoparaopeba.org.br/arquivos/relatorio\\_2006.pdf](http://www.aguasdoparaopeba.org.br/arquivos/relatorio_2006.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2013.

INSTITUTO DE HOSPITALIDADE. **Certificação em turismo sustentável – Norma Nacional para Meios de Hospedagem – Requisitos para a sustentabilidade.** São Paulo, 2004. Disponível em: <[http://www.rbma.org.br/rbma/pdf/Caderno\\_30.pdf](http://www.rbma.org.br/rbma/pdf/Caderno_30.pdf)>. Acesso em: 27 jan. 2014.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Apresenta a conjuntura dos recursos hídricos no Brasil, inclusive a precipitação média anual. Disponível em: <[http://conjuntura.ana.gov.br/conjuntura/abr\\_nacional.htm](http://conjuntura.ana.gov.br/conjuntura/abr_nacional.htm)>. Acesso em: 11 Set. 2012.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Apresenta o índice de qualidade da água (IQA). Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mde0/~edisp/inea0014751.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2013.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Apresenta as regiões hidrográficas estaduais. Disponível em: <[http://www.inea.rj.gov.br/recursos/re\\_hidrograf.asp](http://www.inea.rj.gov.br/recursos/re_hidrograf.asp)>. Acesso em: 12 jan. 2014.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Resolução CERHI-RJ n.º 107**, de 22 de maio de 2013. Aprova nova definição das Regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro e revoga a Resolução CERHI n.º 18 de 08 de novembro de 2006. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <[http://arquivos.proderj.rj.gov.br/inea\\_imagens/downloads/cerhi/ResCERHI\\_107\\_RHs\\_AprovCERHI\\_Aprov12jun13.pdf](http://arquivos.proderj.rj.gov.br/inea_imagens/downloads/cerhi/ResCERHI_107_RHs_AprovCERHI_Aprov12jun13.pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2014.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Resolução CERHI-RJ n.º 18**, de 08 de novembro de 2006. Aprova a definição das Regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <[http://www.inea.rj.gov.br/cerhi/res\\_18.asp](http://www.inea.rj.gov.br/cerhi/res_18.asp)>. Acesso em: 12 jan. 2014.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Lei nº 3.239**, de 02 de agosto de 1999. Institui a política estadual de Recursos Hídricos; cria o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos; regulamenta a Constituição Estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII; e dá outras providências. Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/cerhi/lei3239.asp>>. Acesso em: 07 jan. 2014.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **NT 202 – R.10**, de 04 de dezembro de 1986. Dispõe sobre os critérios e padrões de lançamento de efluentes líquidos. Disponível em: <[http://www.tesalab.com.br/site/downloads/INEA\\_Nt202.pdf](http://www.tesalab.com.br/site/downloads/INEA_Nt202.pdf)>. Acesso em: 07 jan. 2014.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Apresenta o índice de desenvolvimento humano (IDH) e os seus valores. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>. Acesso em: 16 ago. 2012.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF HOTEL SCHOOLS (EUHOFA). Disponível em: <<http://www.euhofa.org>>. Acesso em: 06 ago. 2013.

JOHNSON, Rosa Maria Formiga. Entrevista concedida a Monique Oliveira Lopes. Rio de Janeiro, 17 jan. 2014.

JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSOA, Constantino Arruda. **Tratamento de esgotos domésticos**. 5 ed. ABES, Rio de Janeiro, 2009.

KOROSSY, Nathália. **Do Turismo Predatório ao Turismo Sustentável**: uma revisão sobre a origem e a consolidação do discurso da sustentabilidade na atividade turística. Caderno Virtual de Turismo, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 56-68, 2008. Disponível em <<http://www.ivt.coppe.ufrj.br/caderno/ojs/viewissue.php?id=28>> Acesso em: 20 Nov. 2012.

MACHADO, Flávia Olaia; CORDEIRO, João Sérgio. **Aproveitamento das águas pluviais: uma proposta sustentável**. In: VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Maranhão, 2004.

MANGARATIBA. **Lei Orgânica do Município de Mangaratiba**, de 06 de abril de 1990. Disponível em: <<http://www.Mangaratiba.rj.gov.br>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

MANGARATIBA. **Lei nº. 03**, de 28 de janeiro de 1977. Institui o código administrativo municipal de Mangaratiba e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.Mangaratiba.rj.gov.br>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

MANGARATIBA. **Lei nº. 26**, de 26 de dezembro de 1994. Dispõe sobre o novo código de obras. Disponível em: <<http://www.Mangaratiba.rj.gov.br>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

MANGARATIBA. **Lei nº. 325**, de 26 de dezembro de 2001. Cria o código municipal de meio ambiente e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.Mangaratiba.rj.gov.br>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

MANGARATIBA. **Lei nº. 544**, de 10 de outubro de 2006. Dispõe sobre a instituição do Plano Diretor de desenvolvimento sustentável de Mangaratiba e dá outras providências (PDDS). Disponível em: <<http://www.Mangaratiba.rj.gov.br>>. Acesso em: 29 ago. 2012.

MANGARATIBA: **Prefeitura Municipal de Mangaratiba**. Apresenta o município de Mangaratiba, a sua história, e características. Disponível em: <<http://www.Mangaratiba.rj.gov.br>>. Acesso em: 23 jun. 2012.

MANGARATIBA. **Plano Municipal do Serviço Público de Abastecimento de água e esgotamento Sanitário**. Mangaratiba, outubro de 2013a. Disponível em: <<http://www.mangaratiba.rj.gov.br/portal/arquivos/plano-municipal-saneamento-basico/pmm-pmsb-abastecimento-agua-egotamento-sanitario.pdf>>. Acesso em: 07 jan 2014.

MANGARATIBA. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do município de Mangaratiba – RJ**. Mangaratiba, 2013b. Disponível em: <<http://www.mangaratiba.rj.gov.br/portal/arquivos/plano-municipal-saneamento-basico/pmm-pmsb-gestao-integrada-residuos-solidos.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2014.

MEDEIROS, Thiago van Boekel. **Estudo para Captação de águas pluviais para fins não potáveis na Escola Municipal Professor Teófilo Moreira da Costa, Vargem Grande, Rio de Janeiro, RJ**. 2012. 87 f. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 2012.

NEVES, Daniela; TEIXEIRA, Flávia. **Ação do homem no meio ambiente**. [Paraná], 2009. Disponível em: <<http://estagiocewk.pbworks.com/f/meio+ambiente-fl%C3%A1via.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2014.

OLIVA JR, Elenaldo Fonseca de, SOUZA, Maria Ítala Santana. **Os impactos ambientais decorrentes da ação antrópica na nascente do rio Piauí – Riachão do Dantas/SE**. Revista Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira. a. 5, n. 7, set 2012.

OLIVEIRA, Sulayre Mengotti. **Aproveitamento da água da chuva e reúso de água em residências unifamiliares**: Estudo de caso em Palhoça – SC. 2005. 134 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PHILIPPI JR, Arlindo (Ed.); RUSCHMANN, Doris Van de Meene (Ed). **Gestão Ambiental e Sustentabilidade no turismo**. São Paulo: Editora Manole, 2010.

PIVELI, Roque Passos; KATO, Mário Takayuri. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. São Paulo: ABES, 2005.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Disponível em: <[http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/IDH\\_Municipios\\_Brasil\\_2000.aspx?indiceAccordion=1&li=li\\_Ranking2003](http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/IDH_Municipios_Brasil_2000.aspx?indiceAccordion=1&li=li_Ranking2003)>. Acesso em: 16 ago. 2012.

PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO. Apresenta o manejo das águas pluviais urbanas. Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/prosab/manejo\\_aguas.htm](http://www.finep.gov.br/prosab/manejo_aguas.htm)>. Acesso em: 05 jan. 2014.

REVISTA ATUAL. Ano 8, n. 17 (Nov. 2012). Rio de Janeiro: Jornal Atual, 2004 - . Mensal.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Decreto nº 23.940**, de 30 de janeiro de 2004. Dispõe sobre a obrigatoriedade de adoção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem e dá outras providências. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

RIO DE JANEIRO (Cidade). Secretaria Municipal de Urbanismo (Colab.), Instituto Pereira Passos (IPP) e Diretoria de Informações Geográficas (Coord.). **Plano diretor decenal de 1992**: Subsídios para sua revisão – 2005. Rio de Janeiro, 2005.

RIO DE JANEIRO (Estado). TCE-RJ – Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria Geral de Planejamento. **Estudos socioeconômicos dos Municípios do Estado do Rio de Janeiro** – Mangaratiba: 2011. Rio de Janeiro, 2011.

RIO DE JANEIRO. **Constituição do Estado do Rio de Janeiro**, de 05 de outubro de 1989. Rio de Janeiro, 1989. Disponível em: <[http://www.camara.gov.br/internet/interacao/constituicoes/constituicao\\_rj.pdf](http://www.camara.gov.br/internet/interacao/constituicoes/constituicao_rj.pdf)>. Acesso em: 07 jan. 2014.

RIO DE JANEIRO. **Lei 3.239**, de 02 de agosto de 1999. Institui a política estadual de Recursos Hídricos; cria o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos; regulamenta a Constituição Estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII; e dá outras providências. Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <<http://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislacao/90621/lei-3239-99>>. Acesso em: 06 jan. 2014.

RIO GRANDE DO NORTE - Governo do Estado do Rio Grande do Norte; Secretaria de Estado da Saúde Pública – SESAP; Laboratório Central Dr. Almino Fernandes (LACEN/RN). Natal, 2010. **Manual de coleta de amostras**. Disponível em: <[http://funed.mg.gov.br/wp-content/uploads/2011/05/Manual\\_Divisa\\_2011.pdf](http://funed.mg.gov.br/wp-content/uploads/2011/05/Manual_Divisa_2011.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2012.

ROCHA, Aldemar Amaral; VIANNA, Pedro Costa Guedes. **A bacia hidrográfica como unidade de gestão da água**. In: II SEMILUSO – Seminário Luso Brasileiro de Agricultura Familiar e Desertificação. Paraíba, João Pessoa, 2008. Disponível em: <<http://www.geociencias.ufpb.br/leppan/gepat/files/gepat022.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2014.

RODRIGUES, Arlete M. **Desenvolvimento sustentável e atividade turística**. In: RODRIGUES Adyr B. (Org.). **Turismo desenvolvimento local**. São Paulo: HUCITEC, 1997.

ROMITELLI, Lucia Helena. **Diagnóstico ambiental de um trecho do córrego Bonifácio, APA Jundiá – SP.** 2006. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

SALDANHA, Patrícia Cardoso. **Avaliação ambiental através da utilização do fitoplâncton.** Estudo de caso: Ilha Guaíba – Mangaratiba – RJ. 2008. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

SALOMÃO, André Luis De Sá. **Ecosistema engenheirado no tratamento descentralizado de águas residuárias de pequenos geradores: a engenharia ecológica na Ilha Grande, RJ.** 2009. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

SALVATI, Sérgio Salazar (Org.). **Turismo responsável: Manual para políticas locais.** Brasília, DF, WWF-Brasil, 2004. Disponível em: <[www.sescsp.org.br/sesc/.../wwf\\_bid\\_pol\\_tur\\_respons\\_nov\\_041.pdf](http://www.sescsp.org.br/sesc/.../wwf_bid_pol_tur_respons_nov_041.pdf)>. Acesso em: 08 dez. 2012.

SAMPAIO, Glaucia Freitas. **Cianobactérias como parâmetro de qualidade ambiental: um estudo do complexo lagunar de Jacarepaguá.** 2008. 160f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

SANCHO, Amparo. **Introdução ao turismo.** Tradução de Dolores Martin Rodrigues Corner. São Paulo: Roca, 2001.

SÃO PAULO (Estado). Ministério da Cultura - Instituto SócioAmbiental. RICARDO, Beto (ed); CAMPANILI, Maura (Ed). **Almanaque Brasil Socioambiental.** 2 ed. São Paulo, 2008.

SETTI, Arnaldo Augusto; et al. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos.** 2 ed. – Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2001.

SILVA, Charley. **As possibilidades e impossibilidades da sustentabilidade do sistema turístico.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TURISMO COM BASE LOCAL, 7, 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba, PR: UFPR/UNICENP, 2004.

SWARBROOKE, John. **Turismo sustentável: conceitos e impacto ambiental.** São Paulo: Aleph, 2000.

TAVARES, Amarilis Rangel. **Monitoramento da qualidade e diagnóstico de conservação das águas do Rio Paraíba do Sul.** 2006. 201 f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2006.

TOGORO, Eduardo Shinji. **Qualidade da água e integridade biótica: estudo de caso num trecho fluminense do Rio Paraíba do Sul.** 2006. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento da Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não potáveis**. 4 ed. São Paulo: Editora Navegar, 2011a.

TOMAZ, Plínio. **Economia de água para empresas e residências** – Um estudo atualizado sobre o uso racional da água. São Paulo: Editora Navegar, 2011b.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira; MACHADO, Pedro José de Oliveira. **Introdução à Hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

TRIBUNAL SUPERIOR ELEITORAL. Apresenta o número de eleitores no município de Mangaratiba na eleição de 2012. Disponível em: <<http://www.tse.jus.br/eleicoes/estatisticas/estatisticas-eleicoes-2012>> .Acesso em: 13 ago. 2012.

TUCCI, Carlos E.M; HESPANHOL, Ivanildo; CORDEIRO NETTO, Oscar de M.. **Gestão da água no Brasil**. Brasília, UNESCO, 2001. Disponível em: <<http://www.tse.jus.br/eleicoes/estatisticas/estatisticas-eleicoes-2012>> . Acesso em: 13 dez. 2013.

TUCCI, Carlos E.M.(Org.). **Hidrologia** – Ciência e aplicação. 3ed. Porto Alegre. Editora UFRGS/ABRH, 2002.

TUNDISI, José Eduardo Matsumura. **Indicadores da qualidade da bacia hidrográfica para gestão integrada dos recursos hídricos**. Estudo de caso: Bacia hidrográfica do Médio Tocantins (TO). 2006. 152 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências Biológicas e da saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Global Environment Outlook 3**. London, 2002. Disponível em: <<http://www.uneptie.org/scp/>>. Acesso em: 06 ago. 2013.

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

WEISSHEIMER, Cristiane. **A degradação ambiental no Arroio Grande, Nova Hartz, RS**. 2007. 170 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Apresenta dados atuais das doenças relacionadas com a água. Disponível em: <[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/burden/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/burden/en/index.html)>. Acesso em: 16 fev. 2014.

ZEITUM, Afiz Carmo. **Legistação e gerenciamento sobre os Recursos Hídricos no Brasil**. 2009. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável), Pontífica Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2009.