



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Monique Oliveira Lopes

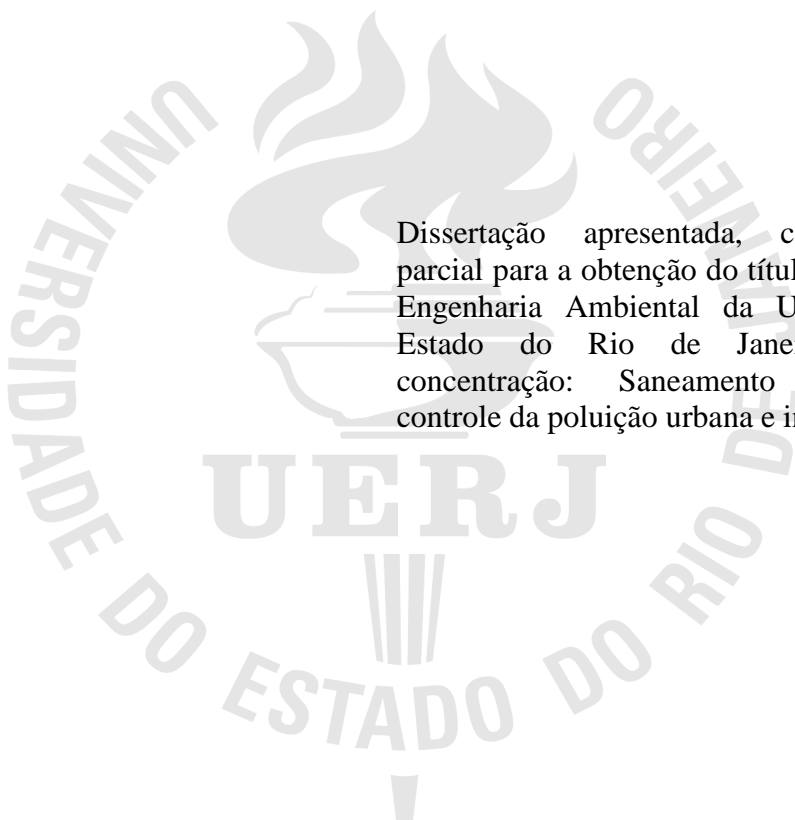
**Diagnóstico ambiental dos rios da Prata e Catumbi e balneabilidade da  
praia: estudo de caso em Muriqui, Mangaratiba - RJ**

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 uncontrolled exploration of the water has been compromised its quality and quantity for several uses, among which the primary contact recreational usage can be highlighted. This study brings a common problem in the Brazilian coast: cities that receive a high number of visitors during some periods of the year and suffer environmental crisis due the drastic change of population volume, since the floating population difficults the public input management like the water supplying, health services, waste discard and the sewerage system treatment, which can pollute these areas. Muriqui resort, a city in Mangaratiba, in Rio de Janeiro State, was chosen as a model for this study, which object was to diagnose the hydric pollution and the balneability of the beach. The methodology of the exploration was based into reviewing scientific publications, books and legal material and creating a sampling plan. Besides, some municipal departments were visited so as to collect present data about the city and, in order to confront the water analysis, an investigation of the rain history of the area was made. Aiming to verify the beach and two rivers water quality, samples were collected twice a month on Monday mornings, from September 2012 to August 2013, totalizing 25 collects. In each collect, five sampling points were made: three points at the beach, one at Prata's river and other at Catumbi river. Physical, chemical and biological parameters were monitored, in order to compare these data with the numbers allowed by law and correlating them to verify the degradation level of the water. The results of this study demonstrate that the point of Prata's river was the most degraded, because it was the nearest point of the river's mouth. The assessment of the beach water quality indicated that the site had excellent balneability during 96% of the monitored period, and it was improper only once. During the study some parameters show pollution promoted by domestic effluents, apparently in initial degradation.

Keywords: Environmental monitoring; Floating population; 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°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 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ 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.