

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

MESTRADO PROFISSIONAL DE SISTEMAS DE GESTÃO

MYRIAM BANDEIRA VIANNA CÔRTEZ

**GESTÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO:
DIAGNÓSTICO MICROBIOLÓGICO E PARASITÁRIO DOS RIOS MACACU,
CACERIBU E GUAPI-MACACU**

Niterói
2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MYRIAM BANDEIRA VIANNA CÔRTEZ

**GESTÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO:
DIAGNÓSTICO MICROBIOLÓGICO E PARASITOLÓGICO DOS RIOS MACACU,
CACERIBU E GUAPI-MACACU**

Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado em Sistemas de Gestão da
Universidade Federal Fluminense como
requisito parcial para obtenção do grau
de Mestre em Sistemas de Gestão.
Linha de Pesquisa: Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Julio Cesar de Faria Alvim Wasserman, D. Sc.

Niterói
2010

Mestrado em Sistemas de Gestão UFF

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Júlio César de Faria Alvim Wasserman.Dr. UFF
(Orientador)

Prof. Otílio Machado Bastos. Dr. UFF
(Membro)

Prof. Valmir Laurentino Silva. Dr. FIOCRUZ
(Membro)

Prof. Renato Gomes Sobral Barcellos. Dr. REMADS- UFF
(Membro)

C828 Côrtes, Myriam Bandeira Vianna

Gestão da qualidade da água para consumo humano:
diagnóstico microbiológico e parasitológico dos rios Macacu,
Caceribu e Guapi-Macacu / Myriam Bandeira Vianna Côrtes.

- Niterói: [s.n.], 2010.

xxiii, 117 f. :il.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal Fluminense,
2010.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Luiz e Maria Hely,
in memoriam, que me ensinaram
as coisas mais importantes e por
seu amor incondicional.

Ao meu filho William, motivo de
entusiasmo e paixão pela vida.

A vocês meu maior amor.

AGRADECIMENTOS

À Deus o norte da minha caminhada.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Júlio Cesar Wasserman, a minha admiração, respeito e agradecimento, pela inestimável colaboração.

Ao Dr. Otílio Bastos Machado o meu mais profundo agradecimento, pela bondade e disponibilidade em me ensinar parasitologia e, com que sempre se fez presente em todas as minhas dificuldades.

Ao Dr. Renato Barcellos que gentilmente me ajudou no tratamento estatístico deste trabalho.

Ao Dr. Walmir Laurentino que gentilmente forneceu os filtros e os kits para os testes ELISA, além de ter dedicado parte do seu tempo para me ensinar a realizar os testes.

À Dra. Cláudia Uchôa pela ajuda na realização das análises parasitológicas.

Ao Dr. Waldo Moreno Gonçalves, Chefe do Laboratório de Biologia Animal da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-RJ), que me ensinou bacteriologia e sempre esclareceu as minhas dúvidas sobre a matéria ao longo da minha vida acadêmica e profissional.

Às bibliotecárias do Instituto Biomédico da UFF, Regina, Emília e Vanja pelo modo amigo e gentil que sempre me acolheram, mesmo quando estavam muito acupadas, obrigada queridas pela ajuda e amizade.

A Helen, Felipe e todos os funcionários do LATEC, pela atenção dedicação e paciência, sem eles tudo seria muito mais difícil.

A mestrande Alynne pela ajuda na trabalhosa tarefa de lavagens dos filtros para as análises parasitológicas e pelo companheirismo no encerramento deste trabalho.

À companheira de disciplina Lúcia Regina Cavaliere pelo profissionalismo, extrema generosidade e amizade, durante esses anos que trabalhamos juntas. O meu carinho e especial agradecimento pela ajuda incansável na realização das práticas deste trabalho.

À técnica Laura Maria Dantas que ajudou na realização das atividades práticas com muita dedicação.

Ao técnico Sérgio Madruga que de modo incansável, extremamente profissional e amigo ajudou nos trabalhos de campo e nas atividades laboratoriais.

Ao biólogo Ricardo Keim pela preciosa ajuda no trabalho de campo.

Aos meus alunos da Universidade Federal Fluminense, inspiração da minha vida acadêmica.

A querida amiga Maria Antonia Perez, que ao longo de muitos anos de amizade, me mostrou o sentido da verdadeira amizade.

A todos aqueles presentes na minha vida, o meu sincero muito obrigada!

“Os riscos advindos do aquecimento global, da escassez de água potável, do desaparecimento da biodiversidade e da crucificação da Terra que possui um rosto de terceiro-mundo e pende de uma cruz de padecimentos, devem ser encarados menos como fracassos e mais como desafios para mudanças substanciais que enriquecerão nossa vida na única Casa Comum. Resignar-se e nada fazer é a pior das atitudes, pois implica renunciar à resiliência e às saídas criativas. (Leonardo Boff)

O Tejo é mais Belo

O Tejo é mais belo que o rio que corre pela
minha aldeia,
Mas o Tejo não é mais belo que o rio que corre
pela minha aldeia
Porque o Tejo não é o rio que corre pela minha
aldeia.
...Mas poucos sabem qual é o rio da minha
aldeia
E para onde ele vai
E donde ele vem.
E por isso porque pertence a menos gente,
É mais livre e maior o rio da minha aldeia”.

...Ninguém nunca pensou no que há para além
Do rio da minha aldeia.
O rio da minha aldeia não faz pensar em nada.
Quem está ao pé dele está só ao pé dele.
Alberto Caeiro (Fernando Pessoa)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Estrutura do Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, Brasil.....	9
Figura 2: Comitê de Bacia Hidrográfica, atuação e composição.....	9
Figura 3: Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos, Brasil.....	11
Figura 4: Isoietas da região do CONLESTE, RJ, no período do Verão, 2005.....	34
Figura 5: Isoietas da região do CONLESTE, RJ, no período do Outono, 2005.....	34
Figura 6: Isoietas da região do CONLESTE, RJ, no período do Inverno, 2005.....	35
Figura 7: Isoietas da região do CONLESTE, RJ, no período da Primavera, 2005....	35
Figura 8: Posição das estações de amostragem nos rios Macacu, Guapi-Açu e Guapi-Macacu em relação à área do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ).....	36
Figura 9: Temperatura da água nos pontos de coleta do rio Macacu, localizado na Baixada Fluminense, RJ, nos meses de março a novembro de 2009.....	48
Figura 10: Temperatura da água nos pontos de coleta dos rios Caceribu, Guapiaçu e Guapi- Macacu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, nos meses de março a novembro de 2009.....	48
Figura 11: Salinidade nos pontos de coleta fora dos padrões da CONAMA 357/05 nos rios Caceribu, Macacu, Guapi-Macacu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, nos meses de março a novembro de 2009.....	50
Figura 12: Pontos de coleta que apresentaram pH mais ácido, nos meses de março a novembro, no rio Macacu, localizado na Baixada Fluminense, RJ, 2009.....	54
Figura 13: Pontos de coleta que apresentaram pH mais ácido, nos meses de março a novembro, nos rios Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009.....	55
Figura 14: Valores da turbidez nos meses de março a novembro, no rio Macacu, localizado na Baixada Fluminense, RJ, 2009.....	55
Figura 15: Valores da turbidez nos meses de março a novembro, nos rios Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009.....	56

Figura 16: Relação entre turbidez e concentração do MPS. A equação corresponde à equação da reta de regressão e R^2 corresponde à variância quadrada.....	58
Figura 17: Concentração de OD nos pontos de coleta dos rios Macacu e Guapi-Macacu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009.....	59
Figura 18: Concentração de OD nos pontos de coleta dos rios Guapi-Açu e Caceribu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009.....	59
Figura 19: Concentração de OD em relação à temperatura.nos rios Macacu, Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribu, localizados na na Baixada Fluminense, RJ, 2009.....	61
Figura 20: DBO nos pontos de coleta do rio Macacu, localizado na Baixada Fluminense, nos meses de março a novembro de 2009.....	61
Figura 21: DBO nos pontos de coleta dos rios Guapi-Açu, Guapi- Macacu e Caceribu, localizados na Baixada Fluminense, nos meses de março a novembro de 2009.....	62
Figura 22: Potencial Redox nos pontos de coleta dos rios Macacu e Guapi- Macacu, localizados na Baixada Fluminense, nos meses de março a novembro de 2009.....	63
Figura 23: Potencial Redox nos pontos de coleta dos rios Guapi-Açu e Macacu, localizados na Baixada Fluminense, de março a novembro de 2009.....	63
Figura 24: Potencial Redox nos pontos de coleta do rio Macacu, localizado na Baixada Fluminense, nos meses de março a novembro de 2009.....	64
Figura 25: Potencial Redox nos pontos de coleta do rio Caceribu, localizado na Baixada Fluminense, nos meses de março a novembro de 2009.....	64
Figura 26: Variações do nitrogênio total e do fósforo total nos pontos de coleta, nos meses de março a novembro de 2009, dos rios Macacu, Guapi-Macacu, Guapi-Açu localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009.....	66
Figura 27: Variações do nitrogênio total e do fósforo total nos pontos de coleta, nos meses de março a novembro de 2009, dos rios Macacu, Guapi-Macacu, Guapi-Açu localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009.....	67
Figura 28: Concentração de Sólidos Totais Dissolvidos no rio Macacu nos meses de março a novembro de 2009.....	68

Figura 29: Concentração de Sólidos Totais Dissolvidos no rio Guapi-Macacu, Guapi-Açu e Caceribú nos meses de março a novembro de 2009.....	68
Figura 30: Concentrações de Sólidos Totais no ponto RC4, no rio Caceribu, localizado na Baixada Fluminense, RJ nos meses de março a novembro de 2009.....	69
Figura 30: NMP de coliformes totais nos pontos de coleta do rio Macacu, localizado na Baixada Fluminense, RJ 2009.....	69
Figura 31: NMP de coliformes termotolerantes nos pontos de coleta do rio Macacu, Guapi-Açu, Guapi-Macacu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009.....	70
Figura 32: NMP de coliformes totais nos pontos de coleta do rio Caceribú, localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009.....	70
Figura 33: NMP de coliformes termotolerantes nos pontos de coleta do rio Caceribú, localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009.....	71
Figura 34: Ovos de <i>Ascaris spp</i> , microscopia ótica da lâmina da água (RITICHIE,1948) no ponto RM1b, situado no rio Macacu, localizado na Baixada Fluminense, RJ, 2010.....	77
Figura 35: Detalhe do ovo de <i>Ascaris spp</i> , microscopia ótica da lâmina da água (RITICHIE,1948) no ponto RM1b, situado no rio Macacu, localizado na Baixada Fluminense, RJ, 2010.....	78
Figura 36: Larva de nematódeo, microscopia ótica da lâmina da água (RITICHIE,1948) no ponto RM1b, situado no rio Macacu, localizado na Baixada Fluminense, RJ, 2010.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Estações de coleta de água nas bacias dos rios Macacu, Guapiaçu, Guapi-Macacu, Caceribu, todos localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009.....	37
Tabela 2: Parâmetros utilizados para a avaliação da qualidade das águas dos rios Macacu, Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribú, localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009.....	40
Tabela 3: Valores médios pluviométricos apresentados nas isoietas, na Região de Cantagalo (RJ) nos anos anteriores a 2005.....	46
Tabela 4: Valores médios pluviométricos apresentados nas isoietas, na Região de Cantagalo (RJ) no ano de 2009.....	46
Tabela 5: Resultados das observações ao microscópio ótico das análises parasitológicas pelo método de Ritichie modificado por Young, e da turbidez das amostras de água coletadas em pontos dos rios Macacu, Guapiaçu, Guapi-Macacu e Caceribu , localizados na Baixada Fluminense, RJ, no mês de fevereiro de 2010.....	76
Tabela 6: Resultados dos testes ELIZA e turbidez das amostras de água coletadas em pontos dos rios Macacu, Guapiaçu, Guapi-Macacu e Caceribu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, no mês de fevereiro de 2010.....	76
Médias (máximas e mínimas) das Temperaturas dos rios Macacu, Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, nos trimestres de março a novembro de 2009.....	42
Tabela 7 Médias de nitrogênio total e fósforo total nos pontos de coleta dos rios Macacu, Guapiaçu e Guapi-Macacu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009.....	62

Tabela 8 Médias de nitrogênio total e fósforo total nos pontos de coleta do rio Caceribu, localizado na Baixada Fluminense, RJ, 2009.....	62
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

- ABNT – Associação Brasileira de normas Técnicas
- ANAEEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
- AOAC – Association Dedicated to Analytical Excellence
- APHA – American Public Health Association
- ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária Ambiental
- APA – Área de Proteção Ambiental
- C – Celsius
- CaCO₃ – carbonato de cálcio
- CEDAE – Companhia Estadual de Água e Esgoto
- CEPAL – Comissão Econômica para a América Latina
- CETESB Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
- CF – coliformes fecais
- Cl – cloro
- CIRM – Comissão Interministerial para Recursos do Mar
- CLC – Convenção Internacional de Responsabilidade Civil por Danos Causados pela Poluição por Óleo
- CNUDM – Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar CO₃ - carbonato
- CO₃ – carbonato
- COMPERJ – Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
- CT – coliformes totais
- CuSO₄ – sulfato de cobre
- d- densidade
- DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
- DDTHA – Divisão de Doenças de Transmissão Hídrica e alimentar
- DTA- Doenças Transmitidas por Água e Alimentos
- DQO – Demanda Química de Oxigênio
- ETA – Estação de Tratamento da Água
- EUA – Estados Unidos da América
- ENSP – Escola Nacional de Saúde Pública

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations
FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente
FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz
FIPERJ – Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro
FUNASA – Fundação Nacional de Saúde
ha – hectare
HCO₃ – bicarbonato
HIBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
HPLC – High Performance for Liquid Chromatography
ICP-OES - Plasma de Indução /Espectrofotometria de Emissão Ótica
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IMO – Organização Marítima Internacional
INEA – Instituto Estadual do Ambiente
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
IQA – Índice de Qualidade da Água
K – Condutividade
LABA – Laboratório de Biologia Animal
Log – logarítmo
MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MIP – Microbiologia e Parasitologia
MLCG – “ Maximum Contaminat Level Groal”
MMA – Ministério do Meio Ambiente
Mn – manganês
MPS – Material Particulado em Suspensão
MS – Ministério da Saúde
NH₃ – amônia
N₂ - nitrogênio molecular
NMP – número mais provável
NO₃ – nitrato
NO₂ – nitrito
NTU -Nephelometric Turbity Unit
OD – Oxigênio Dissolvido
OH₂ - hidróxido

OMS – Organização Mundial de Saúde
ONU – Organização das Nações Unidas
OPAS – Organização Pan - Americana de Saúde
PCA – contagem padrão em placas (Plate Count Agar)
pH – potencial hidrogeniônico
PIB – Produto Interno Bruto
PMA – Programa Mundial de Alimentos
PNMA – Programa Nacional de Meio Ambiente
Ppb- Parte por bilhão
Pt – platina
PVC – Policloreto de Vanila
RIFD – Reação de Imunoflorescencia direta
RJ – Rio de Janeiro
rpm – rotações por minuto
SAD 69 - “ South American Datum” 1969
SAF – Acetato de sódio, ácido acético e formaldeído
SHU – Síndrome Hemolítica Urêmica
SP – São Paulo
sp – espécie
spp – espécies
STD – Sólidos Totais dissolvidos
SUS – Sistema Único de Saúde
SVS – Secretaria de Vigilância Sanitária
TLC – Cromatografia de Camada Delgada
UFC – Unidade Formadora de Colônias
UFF – Universidade Federal Fluminense
uH – Unidade Hazen
UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação Ciência e Cultura
USEPA – United States Environmental Protection Agency
UTM – “Universal Transverse Mercator”
US\$ - Dolar
VMP – valor máximo permitido
WHO – World Health Organization
 μg – micrograma

μm – micrômetro

μs - microsiemens

GESTÃO DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO: DIAGNÓSTICO MICROBIOLÓGICO E PARASITOLÓGICO DOS RIOS MACACU, CACERIBU E GUAPI-MACACU.

RESUMO

A importância da manutenção da qualidade da água dos corpos d'água que abastecem as cidades se deve não somente pelo cuidado com a saúde dos que a consomem, mas também pelos elevados custos com os tratamentos. O ônus inevitavelmente é repassado aos consumidores, mediante o aumento dos preços da água. A contaminação com agentes biológicos, poluentes orgânicos e inorgânicos além de comprometer os recursos hídricos como um todo, promove modificações nas características próprias das bacias hidrográficas. O presente trabalho teve como objetivo fazer o diagnóstico microbiológico e parasitário da água dos rios Macacu, Caceribu e Guapi-Macacu. Os mananciais estudados estão situados na área de influência do COMPERJ, fazendo parte da bacia do rio Guapi-Macacu, responsável pelo abastecimento dos municípios de Niterói, São Gonçalo, Itaboraí e Ilha de Paquetá, no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Durante um período de nove meses, foram realizadas análises microbiológicas mensais para bactérias coliformes totais e termotolerantes e uma amostragem para análises parasitológicas para *Cryptosporidium spp*, *Giardia lamblia* e *Entamoeba histolytica* e todos os parâmetros considerados para a avaliação da qualidade da água. As análises serviram de base para as medidas propostas para melhorar o controle dos possíveis agentes biológicos contaminantes, como parte do sistema de gestão da qualidade da água para consumo humano da região em foco. Foram coletadas 81 amostras de água de 9 pontos diferentes. As análises microbiológicas foram realizadas pelo método do Número Mais Provável (NMP) pela técnica dos tubos múltiplos, as análises parasitológicas foram realizadas pelo método de Ritichie modificado e pela técnica ELISA. Os resultados das análises microbiológicas indicaram NMP elevados de coliformes totais e termotolerantes para todos os pontos, acima dos previstos pelas normas ambientais de potabilidade e balneabilidade para todos os pontos pesquisados e a presença de parasitas, *Cryptosporidium spp*, *Giardia lamblia*, *Ascaris spp*, oocistos de *coccidio* e larva de *nematódio*. Os parâmetros físico-químicos também apresentaram alguns deles variações sazonais. Observou-se que visando ao fornecimento de água de boa qualidade para consumo humano é necessário que as empresas de água e as agências ambientais desenvolvam sistemas de monitoramento para o controle da qualidade da água e ações para melhorar os índices de infecção da água bruta.

Palavras-chave: Qualidade de água, recursos hídricos, gestão da água, coliformes fecais, coliformes termotolerantes, coliformes totais, *Cryptosporidium spp*, *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica*.

MANAGEMENT OF WATER FOR HUMAN CONSUMPTION: MICROBIOLOGICAL AND PARASITOLOGICAL DIAGNOSIS OF THE MACACU, CACERIBU AND GUAPI-MACACU RIVERS , STATE OF RIO DE JANEIRO, BRAZIL.

ABSTRACT

The importance of maintaining water quality in water bodies that supply the cities is due not only by the health care of those who consume, but also by the high costs of treatments. The onus is inevitably passed on to consumers by increasing water prices. The contamination with biological agents, organic and inorganic pollutants in addition to jeopardizing the water resources as a whole, promotes changes in the characteristics of watersheds. This study aimed to diagnose microbiological and parasites contamination of the waters from the Macacu Caceribu and Guapi-Macacu rivers. These rivers are located in the area of influence of Petrochemical Complex of Rio de Janeiro - COMPERJ (Itaboraí, Rio de Janeiro) part of the river basin of the Guapi-Macacu that is responsible for supplying water to the cities of Niterói, São Gonçalo, Itaboraí and Paquetá Island, Rio de Janeiro, Brazil. Microbiological tests were performed on a monthly basis for nine months for total and thermotolerant coliform bacteria in nine sampling sites. An extra collection was carried out in the same nine stations for the parasitological tests of *Cryptosporidium* spp, *Giardia lamblia* and *Entamoeba histolytica*. pH and dissolved oxygen and other physico-chemical parameters of the water were measured simultaneously in each sampling site. The analysis provided the basis for the proposed measures to improve the control of possible biological contaminants, as part of the management of the water quality in the focused region. Microbiological tests were performed by using the Most Probable Number (MPN) technique of multiple tubes. The determination of the dissolved oxygen, pH and other parameters were carried out with in situ sensors and laboratory procedures and the parasitological analysis was performed with ELISA kit. The microbiological analysis showed high MPN of total coliforms and thermotolerant in all sampling sites, always above the environmental standards set for drinking and balneability and the presence of parasites, *Cryptosporidium* spp, *Giardia lamblia*, *Ascaris* spp, oocysts *coccidiosis* and larvae of *nematodes* were detected in the river waters. The physico-chemical parameters also showed some seasonal variations. The results showed that the water quality is a crucial issue that has to be dealt with by water companies and environmental agencies that are suggested to follow closely the infection parameters and proceed to the management of the resources, in order to provide good water to the consumers.

KEY WORDS

Water quality, water resources, water management, fecal coliform, fecal coliform, total coliform, *Cryptosporidium* spp, *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica*.

RÉSUMÉ

GESTION DE L'EAU DE CONSOMMATION HUMAINE: LE DIAGNOSTIQUE MICROBIOLOGIQUE ET PARASITOLOGIQUE DES RIVIÈRES MACACU, CACERIBU ET GUAPI-MACACU.

L'importance de maintenir la qualité des eaux dans les masses d'eau qui alimentent les villes est dû non seulement par les soins de santé de ceux qui consomment, mais aussi par le coût élevé des traitements. Le fardeau de la preuve est inévitablement répercutée sur les consommateurs en augmentant les prix de l'eau. La contamination par des agents biologiques, de polluants organiques et inorganiques, en plus de mettre en péril les ressources en eau dans son ensemble, favorise les changements dans les caractéristiques des bassins versants. Cette étude a pour but de faire le diagnostic microbiologique et parasite de l'eau des rivières Macacu Caceribu et Guapi-Macacu. Les rivières sont situés dans la zone d'influence d'une partie du Complexe Petrochimique de Rio de Janeiro – Comperj, à Itaboraí (Rio de Janeiro), sur Le bassin versant de la Guapi-Macacu, responsable de l'approvisionnement des villes de Niterói, São Gonçalo, Itaboraí et Paquetá île, dans l'Etat de Rio de Janeiro, Brésil. Les essais microbiologiques ont été effectuées tous les mois pendant neuf mois pour les bactéries coliformes totales et thermotolérantes et des tests parasitologiques pour *Cryptosporidium* spp, *Giardia lamblia* et *Entamoeba histolytica* dans um seule prélèvement, les paramètres physico-chimique ont été suivi lors des échantillonnages. L'analyse a fourni la base pour la proposition de mesures pour améliorer le contrôle des contaminants biologiques, dans le cadre de la gestion de la qualité de l'eau dans la région. Les essais microbiologiques ont été effectuées à l'aide de la technique du Numéro Plus Probable (NPP) en utilisant des tubes multiples, la détermination des paramètres physico-chimiques ont été réalisés avec des équipement sur site, ainsi que avec des technique de laboratoire. L'analyse parasitologique a été réalisé par la méthode des kit ELISA. L'analyse microbiologique a montré des valeurs de NPP élevés de coliformes totaux et thermotolérants dans tous les points, toujours au-dessus des normes environnementales fixées pour la consommation humaine, ainsi que pour la baignade. La présence de parasites, *Cryptosporidium* spp, *Giardia lamblia*, oocystes de *Ascaris* spp coccidiose et les larves de nématodes ont été observés. Les caractéristiques physico-chimiques ont également montré des variations saisonnières. Il a été remarque que avec le but de garantir la qualité de l'eau fournie pour la consommation humaine, l'entreprise d'Eau, ainsi que l'és agences de l'environnement sont sensés suivre la qualité des eaux brutes, de manière à améliorer l'és indices d'infection de l'eau et prévenir des problèmes de santé dans la région.

MOTS-CLÉS

Qualité de l'eau, les ressources en eau, gestion de l'eau, les coliformes fécaux, les coliformes fécaux, les coliformes totaux, *Cryptosporidium* spp, *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 O PROBLEMA DA PESQUISA E A JUSTIFICATIVA.....	4
2 OBJETIVOS.....	6
2.1 Geral.....	6
2.2 Específicos.....	6
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
3.1.1 GESTÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	7
3.1.2 A Gestão da Qualidade da Água em Outros Países.....	13
3.1.3 A Gestão da Qualidade da Água na América Latina.....	16
3.1.4 Gestão da qualidade da água no Rio de Janeiro.....	17
3.2 A QUALIDADE DA ÁGUA.....	19
3.3 PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	20
3.4 PARÂMETROS PARASITOLÓGICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	26
3.5 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	29
4 METODOLOGIA.....	32
4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS e CLIMÁTICAS DA ÁREA DO TRABALHO.....	32
4.1.1 O CLIMA.....	33
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
4.2.1 Especificidades dos pontos de coleta.....	38
4.2.2 Métodos para análises físico-químicas	39
4.2.3 Métodos para análises bacteriológicas.....	42
4.2.4 Métodos de pesquisa para parasitos.....	42
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
5.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	45
5.1.1 Ocorrências pluviométricas.....	45
5.1.2 Temperatura da água.....	47
5.1.3 Salinidade.....	49
5.1.4 Cor aparente da água.....	51
5.1.5 Cor real da água.....	52
5.1.6 Potencial Hidrogênionico (pH).....	52
5.1.7 Turbidez.....	55

5.1.8 Oxigênio Dissolvido.....	58
5.1.9 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5).....	61
5.1.10 Potencial Redox (Eh).....	63
5.1.11 Nitrogênio total, fósforo total.....	65
5.1.12 Sólidos totais dissolvidos.....	67
5.1.13 Parâmetros bacteriológicos.....	69
5.1.14 Parâmetros Parasitológicos.....	74
6 CONCLUSÃO	79
REFERÊNCIAS.....	84
ANEXOS.....	102

A - Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do ponto de coleta RM1, situado no município de Cachoeiras de Macacu, Distrito de Sambaetiba, RJ no ano de 2009.....	103
B - Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do ponto de coleta RM2, situado no município de Cachoeiras de Macacu, RJ no ano de 2009.....	104
C - Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do ponto de coleta RGA3 situado na APA de Guapimirim no município de Guapimirim, RJ no ano de 2009.....	105
D - Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do ponto de coleta RM4 situado na represa Imunana-Laranjal da CEDAE no município de Itaboraí, RJ no ano de 2009.....	106
E - Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do ponto de coleta RGM5, situado na APA de Guapimirim no município de Guapimirim, RJ no ano de 2009.....	107
F - Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do ponto de coleta RM6, situado no manguezal n o centro da APA de Guapimirim, no município de Guapimirim RJ, no ano de 2009.....	108
G - Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do ponto de coleta RC1, situado a montante do rio Caceribu no município de Itaboraí, distrito de Sambaetiba, RJ no ano de 2009.....	109
H - Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do ponto de coleta RC2, situado no município de Porto das Caixas, RJ, no ano de 2009.....	110.

I - Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do ponto de coleta RC4, situado no manguezal n o centro da APA de Guapimirim, no município de Guapimirim RJ, no ano de 2009	111
J - Número mais provável de coliformes totais e termotolerantes (NMP) nos pontos de coleta dos rios Macacu, Guapiaçu, Guapi-Macacu e Caceribu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, nos meses de março a junho 2009.....	112
K - Número mais provável de coliformes totais e termotolerantes (NMP) nos pontos de coleta dos rios Macacu, Guapiaçu, Guapi-Macacu e Caceribu,localizados na Baixada Fluminense, RJ, nos meses de julho a novembro de 2009.....	113
L - Vazão e NMP de coliformes totais e termotolerantes nos rios Macacu,Guapiaçu, Guapi-Macacu, Caceribu, Localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009	114
M - Resultados das observações ao microscópio ótico das análises parasitológicas pelo método de Ritichie modificado por Young, e da turbidez das amostras de água coletadas em pontos dos rios Macacu, Guapiaçu, Guapi-Macacu e Caceribu , localizados na Baixada Fluminense, RJ, no mês de fevereiro de 2010.....	115
N - Resultados dos testes de ELIZA e turbidez das amostras de água coletadas em pontos dos rios Macacu, Guapiaçu, Guapi-Macacu e Caceribu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, no mês de fevereiro de 2010.....	116

1 INTRODUÇÃO

A apropriação econômica dos rios pelo homem é indissociável da necessidade de disponibilidade de água para a sua sobrevivência. Esta utilização estende-se ao uso, não somente como fonte de alimento e higiene, mas também para outras atividades. A locomoção através da navegação é uma delas, também a irrigação dos solos agrícolas, a dessedentação de animais, o abastecimento de cidades, além da produção de energia. Em decorrência desses múltiplos usos, as questões relacionadas às bacias hidrográficas, tornam tais áreas geográficas estratégicas, alvo do interesse de entidades públicas e privadas, gerando ampla discussão nos diversos segmentos sociais, acadêmicos e políticos.

O conceito de bacia hidrográfica corresponde ao conjunto de rios que drenam uma determinada região, abrangendo muitas vezes, várias localidades. Tais áreas podem exibir tamanhos diferenciados, que compreendem até milhões de quilômetros quadrados.

Os rios Macacu e Caceribu desde o século XVI possuíam uma grande importância econômica para a região. Por eles transitavam canoas com pessoas, incluindo os escravos e mercadorias, muitas delas produzidas na região, como açúcar, aguardente, café, além da argila encontrada em abundância na bacia sedimentar do Macacu/Caceribu (GEIGER, 1951).

Essas vias serviam também para o escoamento do contrabando do ouro desviado da coroa, já que esse não podia circular pelas vias principais, constantemente vigiadas. No século XX as culturas de laranja e banana, a extração de minerais como granito, sienito, criolita, fluorita, além da comercialização da água mineral, passaram a fazer parte da produção da região que ao longo dos anos vem tendo a sua paisagem modificada pelas exigências do crescimento (GEIGER, 1951).

Segundo Amador (1992), o desmatamento e o assoreamento dos rios na baixada fluminense tiveram o seu início no século XVI, com o ciclo da cana-de-açúcar, quando a lenha era tirada para a produção do açúcar. Já no século XVII o esgotamento da lenha extraída da vegetação nativa das restingas, dos manguezais e brejos levou a expansão do plantio para o leste da região (DEAN, 1996). No século XIX as plantações de café provocaram maior crescimento populacional e as ações de desmatamento, conseqüentemente a poluição, o assoreamento dos rios e a diminuição da vazão deles, resultados que foram sentidos pela população local, que

utilizava os rios para o abastecimento de água (AMADOR, 1992). Tal situação voltou a ocorrer em 2001, 2002 e em anos subseqüentes, quando o abastecimento de água foi reduzido e logo depois interrompido, em decorrência da diminuição da vazão dos rios Macacu e Guapi-Açu, deixando evidente a importância da preservação das bacias hidrográficas dos referidos rios (DANTAS, 2008).

A bacia do Guapi-Macacu abastece os municípios de Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Guapimirim e Cachoeiras de Macacu, atualmente com aproximadamente 2,5 milhões de habitantes. O seu uso abrange também a irrigação e a pesca.

O abastecimento de água faz a sua captação do canal de Imunana, no município de Guapimirim e recebe contribuição das sub-bacias dos rios Macacu e Guapi-Açu, participantes desse processo (HELDER, 1999).

Dada a importância que desempenham, tais rios serão objeto desta pesquisa. As águas dos rios Macacu, Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribu serão submetidas a análises físico-químicas, microbiológicas para Coliformes totais e termotolerantes e parasitológicas para *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium spp* e *Entamoeba histolytica* para que se possa fazer um levantamento, no que se refere à presença ou ausência desses agentes, com o propósito de avaliar a qualidade microbiológica e parasitológica da água. A partir dos dados obtidos, serão propostas futuramente, ações para a gestão microbiológica e parasitológica das águas desses rios.

As fontes de abastecimento de água potável estão sujeitas às contaminações por matéria fecal provenientes de esgotos e outras origens, estando sua quantidade e qualidade diretamente associadas aos impactos das ações antrópicas nos ambientes de água doce (YASSIN et al., 2006). Essa qualidade é representada por características químicas, físicas e biológicas geralmente mensuráveis. A inexistência e a precariedade da proteção dos recursos hídricos, especialmente no que se refere à contaminação fecal, podem ocasionar a contaminação microbiológica e parasitológica da água, constituindo-se num problema de saúde pública (SANTÉ CANADA, 2006). Tal consideração se deve ao fato de que a água é um veículo de transmissão de diversas doenças e sérias epidemias. Dentre as doenças destacamos as diarreias agudas causadas por bactérias do grupo dos coliformes, giardiases, amebíases e criptosporidioses.

Embora objeto de discussão entre os pesquisadores, as bactérias do grupo coliforme vêm sendo usadas como indicadores de poluição fecal desde 1893, a partir da sugestão de Smith and Rodet (PARK, et al., 2006). A existência destas

bactérias coliformes em sistemas aquáticos indica poluição fecal e a possibilidade da presença de organismos patogênicos, isto porque, apresentam uma maior capacidade de resistência na água do que outras bactérias patogênicas, que fazem parte da biota intestinal (SANTÉ CANADA, 2006). Com multiplicidade de gêneros e espécies, o grupo dos coliformes inclui principalmente as bactérias pertencentes à família *Enterobacteriaceae*.

Os Coliformes caracterizam-se por serem bacilos aeróbicos e/ou anaeróbios facultativos, Gram-negativos, não esporulados, capazes de fermentar a lactose com produção de ácido e gás. Os gêneros clássicos deste grupo são *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Yersinia* (ABNT, 1991). No grupo, consideram-se os Coliformes Totais e os Coliformes Termotolerantes, os primeiros são as bactérias Gram-negativas que necessitam ou não de Oxigênio - Aeróbicas ou Anaeróbicas, não formadoras de esporos, associadas à decomposição de matéria orgânica em geral (FORSYTHE, 2002). Os segundos são assim chamados porque toleram temperaturas acima de 40 °C reproduzem-se nessa temperatura em menos de 24 horas e estão associados às fezes de animais de sangue quente (SILVA, 2001).

Através do estudo da concentração dos coliformes existentes na água, consegue-se estabelecer um parâmetro indicador dos microrganismos potencialmente patogênicos, possíveis responsáveis pela transmissão de doenças pela ingestão ou uso da água, tal qual a disenteria bacilar, cólera, febre tifóide e febre paratifóide (SANTÉ CANADA, 2006).

As infecções agudas do trato gastrointestinal relacionadas com a água figuram entre as mais freqüentes preocupações em todo o mundo e, além das enterobacterias, também os parasitas entre os quais *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia* e *Cryptosporidium spp* considerados importantes agentes entéricos, patógenos para o homem e para uma gama de animais domésticos e selvagens (FAYER, 2000).

Cistos de amebídeos, *Giardia spp* e *Cryptosporidium spp* são frequentemente eliminados, em larga quantidade de fezes do homem e de animais infectados, contaminando a água (MONS, 2009). Os cistos são muito resistentes às severas variações ambientais e às concentrações de desinfetantes, comumente utilizadas em estações de tratamento, para reduzir as contaminações causadas por bactérias (CDC, 2009).

Os riscos relacionados com o consumo de água contaminada podem causar um grande impacto na saúde da população, estando a sua qualidade diretamente relacionada com os indicadores de morbi - mortalidade. A ingestão, de apenas uma pequena quantidade de água imprópria ao consumo, é suficiente para dar origem a doenças com sintomas, cuja severidade irá depender da vulnerabilidade do indivíduo, bem como da natureza do agente infeccioso (PARK et al., 2006). Nestas situações as crianças, idosos, gestantes, pessoas com baixa imunidade, ou debilitadas, estão incluídas entre as mais suscetíveis ao desenvolvimento de patologias na sua forma mais grave. No Brasil, de acordo com a Organização Mundial de Saúde, 80% das doenças e 65% das internações hospitalares, implicando gastos de US\$ 2,5 bilhões por ano, relacionam-se com água contaminada por agentes biopatogênicos e falta de esgotamento sanitário dos dejetos (OPAS/OMS, 1998).

1.1 - O PROBLEMA DA PESQUISA E A JUSTIFICATIVA.

A poluição das águas decorrente do crescimento acelerado e desordenado das atividades antrópicas, tem causado grande impacto nas bacias hidrográficas, comprometendo a quantidade e a qualidade de suas águas. De acordo com Castro & Câmara (2004), isso torna os recursos hídricos mais difíceis e complexos de se obter e conservar, encarecendo a distribuição, abastecimento e a ampliação. Essa contaminação pode ser de origem química e biológica, ocorrendo de forma pontual e difusa, é proveniente das atividades urbanas, industriais, agrícolas, portuárias e, sobretudo das descargas dos esgotos. A consequência desses fatos são os incontáveis prejuízos sanitários às populações, que se utilizam desses corpos d'água, resultando num grave problema de saúde pública (SHIBATA et al., 2004).

A avaliação microbiológica e parasitológica da qualidade da água é de grande importância, devido às ocorrências de doenças de veiculação hídrica e face à variedade de numerosos microrganismos nela presentes.

A proposta deste trabalho, para analisar a qualidade microbiológica e parasitológica das águas dos rios Macacu, Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribu reside no fato de que a água é um recurso finito, cuja qualidade vem sendo comprometida pelo aumento crescente da poluição e pelas políticas públicas deficitárias de gestão dos recursos hídricos. Embora alguns projetos significativos já

venham sendo desenvolvidos na região e já exista uma previsão de investimentos, através do Projeto de Recuperação Ambiental da Bacia do Rio Macacu, ainda é muito pouco quando se fala em qualidade da água.

A água desses rios vem sendo alvo constante de despejos de origem orgânica e inorgânica ocasionando uma deterioração gradativa da cor e turbidez, podendo inclusive gerar eutrofização das suas águas. Os efeitos advindos da urbanização são percebidos, não somente pela erosão das encostas dos morros e pelo desmatamento evidente ocorrido na região, mas também pela destruição dos riachos que atualmente se transfiguraram em meras valas negras.

A larga utilização das águas desses rios não se restringe apenas ao abastecimento e uso pelas populações das cidades, mas também se constituem nos principais rios de influência do pólo petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ), portanto a poluição gerada pode, não somente agravar o problema da escassez, mas também trazer problemas à saúde pública, daí a necessidade do acompanhamento sistemático e periódico das alterações da qualidade da água.

Uma das conseqüências do desenvolvimento econômico é o impacto causado pelo uso desmedido da água, tornando necessária uma gestão eficiente dos recursos hídricos.

No que se refere à qualidade da água, a poluição microbiológica encontra-se incluída dentre outras, numa das principais preocupações (MEYBECK et al, 1991). No entanto, os protozoários dos gêneros *Cryptosporidium*, *Giardia* e *Entamoeba*, também agentes patógenos que estão associados a várias doenças de veiculação hídrica, direta ou indiretamente, não são considerados e as análises parasitológicas raramente são realizadas. O resultado é que tais agentes não são suprimidos de modo eficaz das águas de abastecimento através dos tratamentos convencionais, o que tem provocado a contaminação do sistema de distribuição, principalmente por meio de biofilmes (TEIXEIRA & LEAL, 2007).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Levantar os parâmetros físico-químicos e a presença de possíveis agentes microbiológicos e parasitários de transmissão orofecal nos rios Macacu, Guapi-Açu,

Guapi-Macacu e Caceribu, nas estações localizadas na área de influência do COMPERJ.

2.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Avaliar a qualidade bacteriológica da água dos rios Macacu, Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribú, nas estações localizadas nas proximidades da área de influência do COMPERJ, através de técnicas microbiológicas utilizando Coliformes totais e termotolerantes.
- ✓ Avaliar a possível presença de estruturas parasitárias na água dos rios Macacu, Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribú, nas estações localizadas nas proximidades da área de influência do COMPERJ, através de técnicas coparassitológica de concentração de parasitas e imunológicas, para esta última, utilizando-se *Entamoeba spp*, *Cryptosporidium spp* e *Giardia lamblia*.
- ✓ Avaliar a qualidade físico-química da água dos rios Macacu, Guapiaçu, Guapi-Macacu e Caceribú, nas estações localizadas na área de influência do COMPERJ, através das técnicas específicas constantes do APHA.
- ✓ Propor medidas de controle microbiológico e parasitário para que se estabeleça um sistema de gestão da qualidade da água dos rios da região em foco.

3 – REVISÃO DE LITERATURA

3.1 - GESTÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

A Terra não pode prescindir da água por ser elemento essencial à manutenção da vida, mas a realidade é de que esta quanto à sua quantidade, se encontra em estado de declínio e escassez (ONU, 2009). Atualmente 48 países não possuem água doce e até 2050 aproximadamente, 50 países não terão quantidade de água suficiente para as suas necessidades (MACEDO, 2004).

Os usos adequados da água estão intimamente ligados ao desenvolvimento econômico e social de forma inseparável, sendo necessária a sua preservação e uso equilibrado (SICSÚ, 2005). A água hoje é considerada um bem econômico, uma “Commodity”, sujeita a uma política econômica própria, voltada para as exigências sociais. Assim, só podemos afiançar a evolução da humanidade com segurança hídrica para evitar uma crise da água, isto tem como consequência uma crise de governabilidade, daí a necessidade da gestão da água ser uma questão prioritária (MATTAR, 2004).

Vários são os fatores que contribuem para a redução da disponibilidade de água, não somente a poluição, o desperdício e uso excessivo, mas também as alterações climáticas geradas pelo aquecimento global, que podem ter uma influência determinante na quantidade de água (ONU, 2009). Tais alterações advindas do aquecimento global podem mudar o ciclo das águas, provocando redução das chuvas e o derretimento das geleiras, fundamentais aos rios em diversas partes do mundo (UNESCO, 1992).

Desde a década de 90, com a criação do Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, o Brasil vem seguindo as tendências mundiais para a proteção das suas águas. Este sistema de gestão foi instituído pela Lei Federal 9.433/97, que também criou a Política Nacional dos Recursos Hídricos, com esta normatização a água foi definida, no seu aspecto sócio-ambiental, como um bem finito e vulnerável, dotado de valor econômico, sendo um bem de domínio público (BRASIL, 1997).

A lei denominada Lei das Águas, orientou que essa gestão fosse participativa, descentralizada e compartilhada, designando a sua unidade de planejamento a bacia hidrográfica. Criou ainda, os Comitês de Bacias Hidrográficas, que são órgãos colegiados tripartites, com a participação dos diferentes segmentos sociais. Representantes da sociedade civil, municípios e órgãos estaduais (MACHADO, 2004; ANTUNES, 2009).

Os Comitês de Bacias foram instituídos a partir da Lei 7.663/91, cujos papéis são a atribuição dos rumos que deverão ser seguidos para o desenvolvimento da região (GARRIDO, 2001; MACHADO, 2004; BRASIL, 1997).

Aos Comitês de Bacias foram atribuídas funções normativas, deliberativas e consultivas nas bacias hidrográficas de suas competências. Cabe também aos Comitês de Bacias aprovar e acompanhar a execução dos Planos Hídricos da Bacia,

estes devem apresentar programas e projetos a serem realizados na bacia hidrográfica (ORTEGA, 1998; MACHADO, 2004; ANTUNES, 2009).

Deste modo, a Gestão dos Recursos Hídricos pode ser definida como sendo a combinação de ações variadas dos agentes sociais, com o propósito de conciliar as questões administrativas e o planejamento, através do uso, do controle e da proteção das águas (SETTI, 2000; MACHADO, 2004; ANTUNES, 2009). A gestão tem em seu escopo a sustentabilidade, permeada pelas questões políticas, sociais e econômicas. A sua função primordial está em fornecer conceitos e ferramentas, para tornar as ações viáveis, para o uso consciente da água em benefício das gerações futuras.

O Sistema de Gerenciamento Ambiental e Recursos Hídricos adotado no país se materializa por intermédio do conjunto de organismos, agências e instalações, governamentais e privadas, estabelecidos com objetivo de executar a política ambiental. Isto acontece através do método de gerenciamento ambiental adotado, tendo por instrumento o planejamento ambiental (KETTELHUT, 1999).

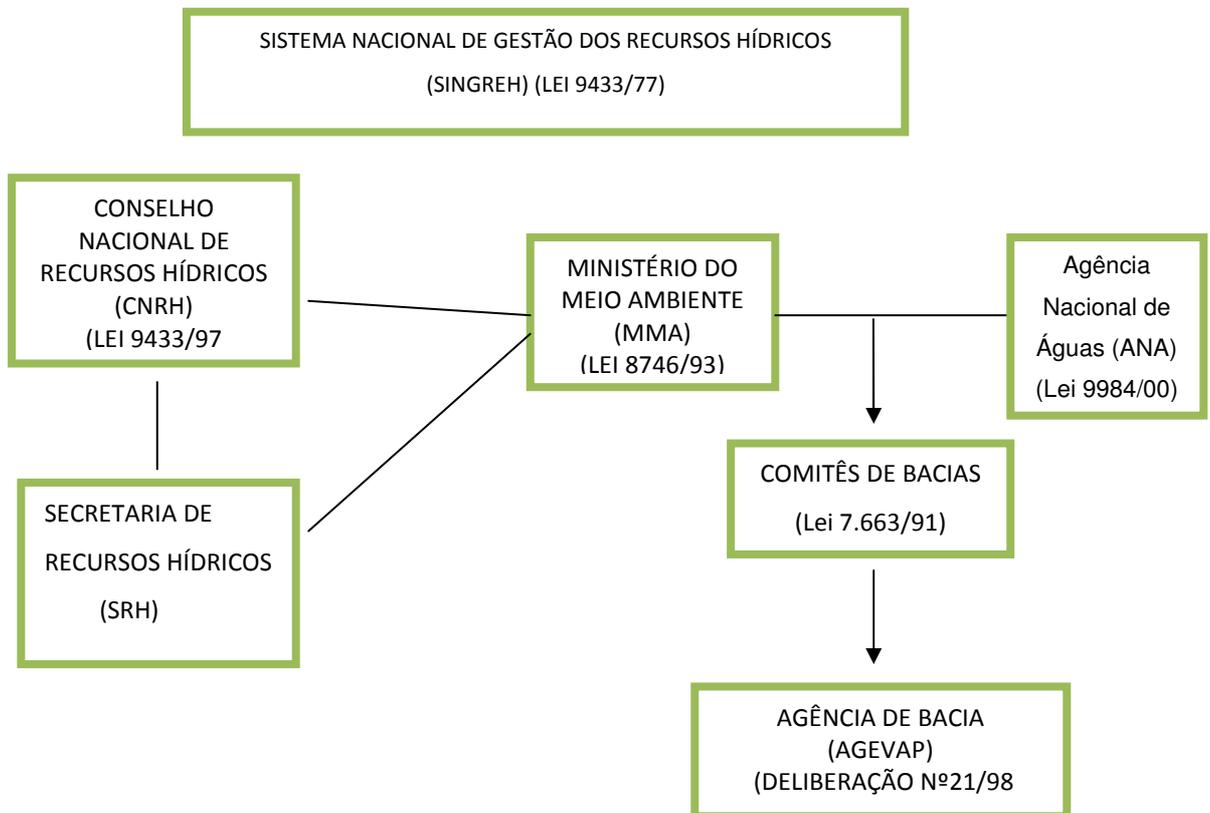


FIGURA nº 1: Estrutura do Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, Brasil

Fonte: organizado pelo autor.



Figura nº 2: Comitê de Bacia Hidrográfica, atuação e composição.

Fonte: organizado pelo autor.

A legislação dos recursos hídricos consagrou a responsabilidade e o direcionamento da gestão dos recursos hídricos à sociedade. Ao segmento social couberam os questionamentos e cobranças, para a criação de políticas estaduais e nacionais eficientes, para a preservação da quantidade e da qualidade dos mananciais (MASCARENHAS, 2008). Para Henkes (2003), essa gestão descentralizada e participativa preconizada pela lei, não se desenvolve facilmente, indispensável se faz abandonar a cultura do desperdício e do uso insustentável, em concordância com uma consciência social ampla, da finitude deste recurso.

A governança da água tem assento na regulamentação e legislação organizada, principalmente bem estruturada, sobre uma gestão participativa integrada, com esforços entre atores públicos e a sociedade civil, aumentando a efetividade da ação pública (BRITTO et FORMIGA-JOHNOSSON, 2008).

Não obstante os benefícios trazidos pela normatização, somente nos últimos vinte anos, o país alcançou um maior avanço, quando abandonou o seu sistema de gestão institucionalmente fragmentado e, conferiu ao Ministério do Meio Ambiente a prerrogativa de gerir os recursos hídricos, além de aprimorar mais, o seu sistema legislativo (JACOBI et FRACALANZA, 2005).

O início dessas mudanças se deu a partir da edição da Lei Federal 9.433, em 8 de janeiro de 1997 e posteriormente, com a criação da Agência Nacional de Águas (ANA) em julho de 2000

Com o propósito de aprimorar as conquistas para o sistema de gestão desses recursos, Henkes (2003) sugere investimentos para a despoluição dos rios e modernização dos sistemas hidráulicos que levariam à redução do consumo e do desperdício. Pois, através de uma parceria do governo com a sociedade, os ganhos para o país serão traduzidos na redução das doenças de veiculação hídrica, no crescimento e conseqüente desenvolvimento econômico.

A Política Nacional dos Recursos Hídricos estabeleceu instrumentos de gestão que foram implementados de modo integrado, tais instrumentos têm ações complementares entre si (MACHADO, 2004). Os instrumentos criados são o sistema de informações, planos de bacia hidrográfica, a cobrança pelo uso da água, a outorga de direito de uso e o enquadramento dos corpos d'água, segundo os seus usos preponderantes.



Figura 3: Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos, Brasil.

Fonte: organizado pelo autor.

A classificação da qualidade das águas, de acordo com os seus usos preponderantes e o estabelecimento dos requisitos de qualidade dos mananciais,

segue a determinação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), materializada na Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, caso haja algum desacordo com o estabelecido na resolução, medidas cabíveis deverão ser postas em prática.

No que se refere aos procedimentos e responsabilidades relativos ao padrão de potabilidade, estes são regidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518 de 2004, cabendo à Resolução CONAMA nº 274 de novembro de 2000, a regulamentação dos padrões de balneabilidade.

Deste modo, podemos considerar que a gestão dos recursos hídricos possui um arcabouço jurídico e estrutural que teoricamente, encontram-se perfeitamente adequados para a resolução das questões pertinentes ao controle da qualidade e da quantidade da água a ser consumida, atendendo à demanda crescente (MASCARENHAS, 2008).

Na prática o que vemos é uma limitação econômica e burocrática, que dificulta a agilização das ações e prejudica a funcionalidade da gestão. Ações pontuais têm sido realizadas, porém não é o bastante, para caracterizar uma gestão eficiente. A liberação de recursos, ainda é insuficiente e a falta de material humano qualificado participante nos diferentes segmentos sociais, ligados aos órgãos gestores e até mesmo engajado em projetos para viabilizar o controle, a proteção e a recuperação dos mananciais, muitas vezes constituem um obstáculo ao andamento dos trabalhos, face à complexidade dos assuntos a serem tratados (MACHADO, 2004).

Entre outras questões a serem enfrentadas está a gestão dos recursos hídricos nas Bacias compartilhadas, as bacias de rios de domínio da União que ainda permanecem sem regulamentação específica. A Lei 10.881/04 regulamentou a entidade gestora que poderá exercer temporariamente, a atribuição de agência de bacia, mediante a assinatura de contrato de gestão com a Agência Nacional de Águas.

A realidade que se apresenta é que a gestão dos recursos hídricos no país é ainda incipiente. A Lei do Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, ou simplesmente lei das águas, surgiu para atender os anseios sociais, embora apresente algumas lacunas, o seu arcabouço segue as indicações de organismos internacionais, propondo uma forma de gestão que é adotada em praticamente todos os países que conquistaram avanços na gestão de recursos hídricos (PEREIRA et FORMIGA- JOHNSON, 2005).

Grande parte dos Estados, incluindo o Distrito Federal, já possui legislação própria, de acordo com a recomendação da legislação federal para gerenciamento dos recursos hídricos. Também criaram órgãos para a gestão, tendo implantado as outorgas de direito de uso das águas para a utilização de seus mananciais. O Estado de São Paulo foi o primeiro a desenvolver uma Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a partir da Lei Estadual 7.633/91 (BARTH,1996).

O Estado de Minas Gerais deverá implantar até 2012, um novo modelo de gestão da água que prevê o monitoramento de todo o ambiente aquático, com a inserção de indicadores biológicos. Esta mudança segue à determinação da Deliberação Normativa (DN) Conjunta do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), nº 1/ 2008 (AGB, 2009).

Em cada um dos estados brasileiros a gestão da água adota aspectos variados e próprios. No Rio Grande do Sul os Comitês Estaduais das Bacias dos rios Sinos e Gravataí foram criados desde 1988, a partir das proposições dos habitantes locais. No Nordeste, o Estado do Ceará criou o COGERH (Companhia de Gerenciamento de Recursos Hídricos) que promove apoio técnico ao Estado, trata dos sistemas de barragens e canais, além de atuar na venda de água bruta para os usuários interessados (KETTELHUT, 1999).

Alguns Estados, principalmente no Sudeste do Brasil, criaram Consórcios Inter-Municipais de Bacia, para tratar das questões dos recursos hídricos para diferentes municípios. Tais consórcios são instituídos através de acordo de cooperação material, técnica e financeira, permitem a participação efetiva do Poder Público, em todas as suas esferas e da sociedade civil. O propósito único visa buscar alternativas executáveis para a gestão das bacias dos rios que abrangem vários municípios e possuem problemas ambientais em comuns (TUCCI et al., 2001).

3.1.1 - A gestão da qualidade da água em outros países.

Desde o ano 2000 a União Européia adotou a “Diretiva-Quadro da Água” (EU-DQA) para a gestão da água, passando a adotar a divisão por regiões de bacias hidrográficas. A Directiva-Quadro ou “European Union’s Water Framework Directive”

(EU-WFD) estabelece um quadro de ação comunitária, tendo por meta alcançar um bom estado da água, de todos os ambientes aquáticos (rios, lagos, lagoas, águas subterrâneas, águas costeiras, e lagoas costeiras) em 2015. Esse projeto adota a política da uniformidade da gestão das águas e é comum a todos os Estados – Membros de União Européia (LANKFORD, 2008).

Os países da União Européia precisam contornar diversos problemas no processo administrativo de alguns dos seus rios, muitos deles atravessam mais de um país, obrigando-os a partilhar as suas águas.

A bacia do rio Danúbio, composta por diversas bacias é um desses casos, envolve 13 países que adotaram um plano de gestão conjunta, unindo esforços para executar a EU-DQA, visando à sustentabilidade e ao uso equitativo das águas superficiais e subterrâneas, incluindo a conservação e restauração do ecossistema (DIRECTIVE, 2000).

Os países que não fazem parte da EU-DQA são incentivados a participar e a empenhar-se na cooperação e coordenação das atividades para elaborar um plano único de gestão da bacia hidrográfica.

A EU-DQA introduziu o conceito de bacia hidrográfica para o desenvolvimento e coordenação das bacias e implementou planos de gestão de bacias para todos os sistemas fluviais da Comunidade Européia (LANKFORD, 2008).

A política adotada de forma comunitária, busca a melhoria do ambiente e a utilização segura e racional dos recursos naturais. É norteada pelos princípios da ação preventiva, da correção preferencial na fonte, do poluidor-pagador e dos danos ambientais (VIEIRA, 2003).

Este programa vem sendo modificado e aprimorado a cada ano, tais modificações intermitentes têm por base as metas de acompanhamento do programa visando cumprir os objetivos (STEEL, 2008).

O princípio básico da Gestão Integrada de Recursos Hídricos nas bacias hidrográficas (JAIN & SINGH, 2003), visa a tratar a terra, os recursos hídricos e todos os ecossistemas, de acordo com as necessidades de desenvolvimento sustentável dos povos que vivem nas regiões das bacias hidrográficas. A DQA apresenta uma forma moderna de gestão com abrangência não somente sobre a água, mas também sobre o território e todos os ecossistemas.

Na França e nos Países Baixos, a organização dos comitês e agências de bacia são instâncias intermediárias entre os usuários e as instituições de controle

ambiental. Realizam a fiscalização e monitoramento com apenação por multas em caso de infringência, nesses países também foram instituídas as contribuições por usos da água (redevances) (BARRAQUÉ, 2003).

A Política da União Européia inclui muitas diretivas sobre a água, mas cada país possui um perfil próprio para gerir os seus recursos hídricos, dentro das propostas da “Diretiva-Quadro”, que serve de base para cada uma delas.

A água vem se tornando um grave problema global, não somente no que se refere à poluição, mas também quanto à escassez. Por isso, as corporações transnacionais de gestão da água, apoiadas pelo Banco Mundial e pelo Fundo Monetário Internacional, vêm se portando de forma impositiva ante os governos de todo o mundo, em prol da privatização e da mercantilização da água. Tal prática vem sendo imposta pelas entidades financeiras mundiais para a concessão de empréstimos para projetos direcionados para gestão da água.

De acordo com Barlow (2001), a determinação é explícita, e apóia-se no princípio de que o tratamento dado à água deve ser o mesmo dado a outros bens, ou seja, transacionável e regido pelas leis do mercado.

Grupos ambientalistas vêm se contrapondo fortemente a essa visão mercantilista, sob os argumentos de que interesses escusos calcados nos lucros estão favorecendo as empresas multinacionais da água, portanto por traz dessa imposição. Ainda segundo Barlow (2001), dez grandes corporações dominam a indústria da água, sendo que as francesas, “Suez Environment” e a “Vivendi Universal” na atualidade mantêm o controle e o monopólio de 70% do mercado mundial de água. De acordo com o “site” da Suez, ela opera em todos os continentes, atendendo a um total de 130 países em cinco continentes, realizando distribuição de água para mais de 100 milhões de pessoas no mundo.

A prestação de serviços abrange o fornecimento de água e serviços de saneamento básico, tratamento de água e engenharia de confinamento de água e tratamento de água e substâncias químicas de processamento.

A “Vivendi” por sua vez, está presente em mais de 90 países. É formada por dois segmentos, a “Vivendi Environment”, lidera o mercado mundial em serviços ambientais em água, energia, gerenciamento de resíduos. e serviços de transporte e a “Vivendi Communications”. Além das grandes corporações, os consórcios “Bouygues-SAUR”, “RWE-Thames Water”, “Bechtel-Utilities” e a “Enron-Azurix”, com

atuação como “holding” de engenharia nos Estados Unidos e Reino Unido que vêm crescendo no mercado da água (MEDEIROS, 2005).

Medeiros (2005) aponta também empresas menores, que não podem ser comparadas às concorrentes dominantes, são o grupo inglês “Severn Trent”, “Anglian Water” e a “Kelda Group”. Nos EUA encontra-se a “American Water Works Company”. Para o autor anteriormente citado, as grandes redes estão ampliando o seu poder sobre o fornecimento de água ao redor do mundo com lucros de grandes proporções, de modo visionário se antecipam à crise da água para acumular capital.

Fazendo parte dos argumentos daqueles que se opõem à privatização estão o aumento excessivo do preço da água, a baixa qualidade e contaminação da água por falta de controle, elitização da água, só para os ricos e os que podem pagar. Agricultura, indústrias de alta intensidade e cidades são alguns exemplos, a extração excessiva levando à diminuição dos mananciais para venda aos países que não possuem mais água em quantidade suficiente ou se encontram no estresse hídrico. Utilizando-se da justiça comutativa, de que esta é a única forma de distribuir a água ao mundo com sede, quando a realidade é o puro interesse financeiro (MEDEIROS, 2005).

A exploração da água está atingindo níveis preocupantes, a Turquia vende a sua água para diversos países, Israel negociou a compra de mais de 13 bilhões de galões de água anualmente, e os planos para exploração variam de quatro a oito vezes essa quantidade (BARLOW, 2001).

Outras empresas estão desenvolvendo tecnologias para transportar água potável através dos oceanos. A “Nordic Water Supply Company”, na Noruega, venderá sete milhões de metros cúbicos de água/ano para o Chipre e a “Global Water Corporation” em Sitka, no Alasca, cinqüenta e oito bilhões de litros anuais de água das geleiras para a China (BARLOW, 2001).

A água canadense irá também para os Estados Unidos da América do Norte, Ásia e Oriente Médio sob o argumento usado de que a água dessalinizada é cara para produzir e, também ambientalmente destrutiva, por isso segundo Barlow (2001), as empresas que realizaram essa prática, argumentam que as transferências de água à granel em navios-tanque e sacos de água, são uma opção vantajosa.

As opiniões desfavoráveis à privatização encontram resistência entre aqueles que vêm os investimentos que as empresas que comercializam a água fazem na recuperação dos mananciais (Danúbio, Tamisa, Hudson, Sena e outros) e dos

ecossistemas. Na realidade, exemplos contundentes da contrapartida vantajosa, ao se fazer o balanço do custo benefício.

A tendência à privatização está chegando aos países pobres e em desenvolvimento, as grandes corporações gestoras da água já lançaram o seu olhar visionário para os lucros que deles podem advir. As idas constantes aos balcões das instituições financeiras mundiais, a fragilidade de seus governos para defender os interesses de seus países e os interesses nos lucros, trarão a privatização para todos e os prejuízos, podem ser irreversíveis (MEDEIROS, 2005).

A iminência da privatização parece ser inevitável para os países em desenvolvimento, ocultando a contradição que permeia a privatização da água.

3.1.2 - A gestão da qualidade da água na América Latina

Dos 25% da água pertencente à América Latina, 19% deste total pertence ao Brasil (MARGAT, 1989), de acordo com Bourlon e Berthon (1998), esta quantidade de água limitada é um fator que pode ser apontado como restritivo ao crescimento econômico e, do bem-estar das populações carentes na América Latina.

Segundo estes autores, durante muito tempo a água possuiu o caráter de bem público sem, no entanto permitir, uma regularização democrática dos seus usos. Ainda de acordo com os autores, a modernização dos sistemas da América Latina, se deu por meio do enfoque de gestão negociado que permitiu através da cooperação, elaborar projetos pilotos com participação ampla das partes envolvidas, para elaborar sistemas de gestão integrados e por bacias, de acordo com os preceitos do desenvolvimento sustentável. Concluem, afirmando que a maior parte das bacias latino americanas são bacias compartilhadas, fato este que consiste num problema a ser vencido, não somente para modernização das políticas de gestão nestes países, mas também para a proposição de ingerência, que se coadune com a vontade de cooperação.

De um modo geral, na América Latina, a gestão dos recursos hídricos se encontra diluída na gestão ambiental, desse modo, os governos encontram dificuldades na sua atuação (SOLANES, 1998). Os modelos de gestão têm um aspecto personalíssimo no que se refere às peculiaridades de cada um, na realidade não se pode exportar ou transportar modelos de um país para o outro, mas podem-

se adotar os princípios de certos modelos adaptando-se às necessidades de cada país (CEPAL,1991).

3.1.3 - A gestão da qualidade da água no Rio de Janeiro

No Rio de Janeiro, a Lei 3239/99 instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos que regulamentou o art. 261, § 1º, inciso VII, da Constituição Estadual, orientadora da implantação do gerenciamento integrado dos recursos hídricos. No entanto, apesar de possuir instrumentos eficientes para a gestão de seus recursos hídricos, de acordo com Machado (2006), o Estado do Rio de Janeiro, não possui uma administração pública coerente com o gerenciamento integrado dos recursos hídricos. Antes, precisa corrigir a desordem que se instalou no ordenamento jurídico do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, para que este funcione de acordo com o proposto pelo modelo brasileiro de gestão dos recursos hídricos e que foi incorporado integralmente pela Lei Estadual 3.239/99.

Para Machado (2006) esta desordem contribui para tornar difícil ao poder público zelar pela saúde ambiental dos corpos d'água de forma eficaz. Ainda de acordo com o autor, se faz necessário a criação de um Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas do Território Fluminense, descentralizado e integrado com a gestão ambiente. Tal programa, que seria vinculado ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos, teria a sua formação e administração composta por especialistas originários dos poderes públicos das diferentes esferas políticas (federais, estaduais e municipais), da comunidade científica, representantes de instituições de ensino, pesquisa e extensão, do setor produtivo (patrões e funcionários), de movimentos sociais, de entidades ambientalistas e religiosas. E finalmente, para Machado (2006) os Recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos, criado pela Lei 3239/99, financiaria o Programa.

Segundo trabalho de Machado e Klein (2003) a legislação do Estado do Rio de Janeiro ao ser analisada na sua totalidade, deixa evidente que seus objetivos são a conservação do meio ambiente para a manutenção da vida das pessoas e demais seres com inquestionável atenção à qualidade da água.

Para melhor realizar a Gestão dos Recursos Hídricos, o Estado do Rio de Janeiro foi subdividido em 10 regiões Hidrográficas. A Região Hidrográfica da Baía de Guanabara é uma delas. A Baía recebe $200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ de água de vários rios contribuintes, semelhante a um grande estuário. Grande parte desses rios tem as suas nascentes nas montanhas, algumas alcançando até 2000 m de altitude com remanescentes da Mata Atlântica nas suas encostas. Já na baixada, os cursos dos rios foram modificados em obras para o saneamento (AGRAR-ECOLOGUS, 2005).

A região hidrográfica da Baía de Guanabara está dividida em 39 regiões hidrográficas, compostas por 12 bacias que contribuem diretamente para a baía (AGRAR-ECOLOGUS, 2005). As bacias dos rios Macacu, Caceribu e Guapi-Macacu, fazem parte das bacias contribuintes para a mesma. Nelas estão sendo realizados alguns projetos, com ativa participação das universidades, que têm traçado um diagnóstico técnico dos problemas e das potencialidades locais. Os dados obtidos nas análises serão de grande valia para viabilizar as melhorias pretendidas na região para planejar e otimizar o uso das águas. Considerando as questões socioculturais, juntamente com a participação das comunidades locais, sobretudo reconhecendo as práticas regionais sustentáveis e valorizando as heranças culturais.

Para Mascarenhas (2008) o processo de gestão dos recursos hídricos, pressupõe ampla negociação e conciliação dos diversos interesses entre os atores sociais envolvidos, em proveito de um objetivo maior, que é o desenvolvimento sustentável que se pretende para a região.

3. 2 QUALIDADE DA ÁGUA

A água doce vem sendo objeto da preocupação mundial, no que se refere à sua qualidade e quantidade. Desde o ano de 1995 o Banco Mundial divulga em seu relatório anual, que o grande desafio do século XXI, seria solucionar os problemas e conflitos gerados pela demanda pela água. Hoje de acordo com a ONU (2009), 1,1 bilhões de pessoas no mundo, não têm acesso à água potável e 2,6 bilhões, não contam com serviços adequados de saneamento básico. Sabemos, no entanto, que há água suficiente no planeta para todos, o que é preciso é equacionar a distribuição, proteger e preservar os mananciais, além de promover o seu tratamento.

A degradação dos recursos hídricos vem ocorrendo em grande escala, sendo um obstáculo a ser transposto, mesmo em países com grandes reservas de água (REBOUÇAS, 2002). É fato, que o cerne do problema está no descuido com a qualidade da água e com a sua distribuição que é extremamente desigual. Num futuro próximo, o preço a ser pago pelo fruto dessa negligência, poderá ser extremamente alto.

A redução da qualidade da água vem ocorrendo na quebra das suas características primordiais físicas, químicas e biológicas. São considerados como fatores responsáveis pela destruição e contaminação dos ecossistemas aquáticos superficiais e subterrâneos os esgotos sem tratamento das cidades, que são lançados nos rios e lagos, a disposição inadequada de resíduos sólidos, defensivos agrícolas e efluentes industriais (EMBRAPA, 1994; PARREIRA et al, 1999).

As mudanças nas bacias hidrográficas podem ser significantes indicadores do estado de um rio, que têm as suas águas controladas por diversos processos que compõem um equilíbrio complexo, podendo-se utilizar as características físico-químicas da água, para efetuar o monitoramento da sua qualidade (MAGALEF, 1994).

No propósito imperativo de garantir a integridade dos corpos hídricos a Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, regulamenta a classificação dos corpos d'água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes. Nela também se encontram previstos os valores máximos permitidos que são pré-requisitos para os padrões de qualidade da água. O acesso à água e ao saneamento é necessário à saúde relacionando-se diretamente à dignidade humana, ao desenvolvimento social e econômico, trazendo benefícios ao meio ambiente (GUNTHER, et al., 2008).

Os critérios que caracterizam a qualidade da água incluem as condições físicas, químicas, microbiológicas e parasitológicas. A água pura, própria para o consumo deve ser incolor, insípida, inodora e segundo Macedo (2006) e Esteves (1988), esses fatores são alterados com a presença de matéria inorgânica, orgânica e com a atividade de microrganismos.

Através do consumo de água contaminada podem ser veiculados os agentes patogênicos causadores de diarreias infecciosas sendo, portanto essencial a avaliação microbiológica da água (ISAAC-MARQUEZ et al, 1994) e também parasitológica. As doenças de veiculação hídrica têm a sua origem em

microrganismos entéricos, provenientes do homem e do animal, estes são transmitidos através da contaminação orofecal. Os indivíduos infectados contaminam através das fezes a água e esta infecta por via oral os indivíduos e alimentos que serão consumidos (GRABOW, 1996).

3.3 - PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA

O homem paga hoje, um alto preço em decorrência do desmatamento das margens dos rios, do crescimento demográfico, da rápida urbanização e dos lançamentos de esgotos domésticos e efluentes sem tratamento nos mananciais, tais atos respondem pela contaminação das águas, tornando mais grave a relação água-doença-saúde (MACHADO & KLEIN, 2003).

A água para o consumo do homem e dos animais precisa ser livre de agentes contaminantes, sendo os agentes biológicos um dos fatores mais importantes de contaminação da água (LOUREIRO, 2007).

Muitas são as doenças de veiculação hídrica que podem tornar-se um importante elemento de risco à saúde pública. Essas doenças são transmitidas através da rota orofecal, quando microrganismos patogênicos são excretados através das fezes do homem e dos animais, ocorrendo principalmente em locais em condições sanitárias deficitárias (ALMEIDA, 2004; LOUREIRO, 2007).

Dentre os patógenos costumeiramente isolados na água, estão as bactérias da família Enterobacteriaceae, constituída por bacilos gram-negativos com muitas propriedades em comum. A família das Enterobacteriaceae é formada por 32 gêneros e 130 espécies de variada importância médica, sendo que apenas 20 dessas espécies são causadoras de 95% das infecções correntes. Microrganismos ubíquos, essas bactérias fazem parte da microbiota intestinal do homem e de grande parte dos animais, são encontrados na água, no solo e em vegetações no mundo todo (ORTEGA et al., 2009).

Ainda de acordo com os autores acima referenciados, as enterobacteriaceas são responsáveis por diversas doenças, dentre as quais estão incluídas 30 a 35% de todos os casos de septicemia, mais de 70% das infecções geniturinárias e numerosas infecções gastrintestinais (APAH, 2009). A incidência elevada destes patógenos traduz-se em ônus, fato que para países em desenvolvimento, pode gerar

graves conseqüências, tanto para a saúde pública, quanto para a economia (AWWA, 2009).

As enterobactérias acometem principalmente idosos, imunodeprimidos, portadores de doenças graves e crianças, especialmente aquelas menores de dois anos de idade. Os pacientes, juntamente com os indivíduos assintomáticos, possuem significativa importância na epidemiologia das gastroenterites infecciosas (OBI et al. 2003) . Agentes de contaminação, as enterobactérias respondem diretamente pelo aumento do número de infectados, uma vez que a deposição dos agentes patogênicos no ambiente propicia a contaminação da água, do solo, da vegetação e dos alimentos (SILVA et al., 1997).

Os bacilos do grupo dos coliformes têm sido utilizados como parâmetro bacteriológico, para aferir a presença e o grau de contaminação fecal na água há mais de 124 anos, desde a sua descoberta por Escherich em 1885 (SILVA et al., 1997; ROMPRÉ, 2002; BETTEGA et al., 2006).

A classificação desses organismos compreende o grupo dos coliformes totais e dos coliformes termotolerantes. Os coliformes totais são constituídos por bactérias em forma de bastonetes Gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não produtores de esporos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás à temperatura de 35 °C em um período de 24 a 48 h (FORSITHE, 2002; LOUREIRO, 2007; WHO/OMS, 2009; AWWA, 2009; APAH, 2009).

O outro grupo é o dos coliformes termotolerantes e *Escherichia* é o gênero mais conhecido, porque tem o seu habitat no trato gastrointestinal. Abundante em fezes humanas e de outros animais foi encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente (SILVA, 1997).

A *Escherichia Coli* foi escolhida dentre as bactérias termotolerantes, como o organismo indicador de contaminação fecal e mantém o “status” de melhor indicador de poluição fecal, até os dias de hoje (SILVA et al., 1997; ROMPRÉ, 2002; BETTEGA et al., 2006).

Escherichia coli é o componentes taxonomicamente mais bem definido da família Enterobacteriaceae, possuidora de características bioquímicas que facilitam à distinção dos coliformes termotolerantes. Possui a propriedade de fermentar a lactose e o manitol, com produção de gás e a capacidade de produzir a partir do triptofano o indol, além de produzir as enzimas β -glicuronidase e β -galactosidade.

Cresce normalmente à temperatura de 44,5 °C, no entanto algumas cepas podem crescer à 37 °C (SILVA, 1997; LOUREIRO, 2007; OMS, 2009; AWWA, 2009).

A presença da *Escherichia Coli* no ambiente aquático é um indicativo de contaminação fecal recente, oferecendo uma correlação direta, da poluição por fezes de animais de sangue quente, possibilitando a ocorrência de organismos patogênicos e de outros constituintes normais de esgoto doméstico (GELDREICH, 1974; BRANCO e ROCHA, 1977; BETTEGA *et al.*, 2006).

O gênero *Escherichia* apresenta cinco espécies, das quais a *E. coli* é a que apresenta maior relevância clínica, sendo também a mais comumente encontrada. Pode provocar no hospedeiro, em virtude da sua diversidade antigênica que possui, uma multiplicidade de doenças, inclusive sepse, infecções das vias urinárias, meningite e gastroenterite (MULLER *et al.*, 2007).

As cepas de *Escherichia coli* que causam gastroenterites são geralmente adquiridas através de fontes exógenas, se subdividem em seis grupos diferentes, que podem acometer o intestino delgado ou grosso, são eles: enterotoxigênica (ETEC), enteropatogênica (EPEC), enterohemorrágica (EHEC), enteroinvasiva (EIEC), enteroagregativa (EAEC) e difusamente aderente (DSEC) (MULLER *et al.*, 2007). A enterite causada por esses agentes apresenta sintomas que podem se caracterizar por náusea, vômito, diarreia sanguinolenta ou não-sanguinolenta, cólicas abdominais e febre.

Na visão de Britto et Barraqué (2008), os indicadores são ferramentas que traduzem importantes informações pontuais no tempo e no espaço, de modo integrado e progressivo, possibilitando o acompanhamento das alterações reais. Desse modo, permitem a avaliação de ações de gestão das águas em áreas urbanas, servindo de subsídio para um sistema de governança da água.

Para assegurar o cumprimento das normas de qualidade e a proteção da saúde pública é indispensável o monitoramento microbiológico continuado da água utilizada para abastecimento. Isto porque, os rios que abastecem as cidades, que em muitos casos são a única fonte de água potável, vêm sofrendo com o lançamento de poluentes, tornando-se doentes (MAYBECK, 1996), portanto fonte de doenças para as populações que dele se utilizam.

Em todo o mundo as bactérias do grupo dos coliformes são utilizadas como indicadores da qualidade da água, sendo muitos os trabalhos relatando os níveis de

poluição das águas, causados pelos coliformes e as epidemias referentes a esses agentes.

Dentro do grupo dos coliformes termotolerantes as *Salmonellas spp* são responsáveis pela febre tifóide, respondem por epidemias em todo o mundo, especialmente nos meses do ano com temperaturas mais elevadas. Os sintomas apresentados pelos pacientes são febre progressiva, cefaléia, dor abdominal, constipação aguda seguida de diarréia, tosse seca, erupção cutânea e relativa bradicardia (BHUNIA et al., 2009).

A falta de tratamento da água potável continua a ser um importante problema em muitas comunidades rurais no mundo em desenvolvimento. A África do Sul é um desses casos, em que os surtos freqüentes de diarréias ou gastroenterites em comunidades rurais, foram atribuídos ao consumo de água de qualidade microbiológica inadequada. As águas captadas dos rios que servem às comunidades rurais, não possuem tratamento prévio, nelas *Salmonella spp*, *Shigella spp* e *Escherichia coli* foram predominantes e ultrapassaram os limites aceitáveis prescritos pelo Departamento de Assuntos Hídricos e Florestas da África do Sul. Os resultados destacaram a necessidade urgente de água, instalações para tratamento e monitoramento da qualidade da água nas comunidades rurais da África do Sul (BESSONG et al., 2009).

Já na Índia (Ásia), a incidência anual de febre tifóide, obteve redução nos índices entre 1974 e 1996 (CRUMP et al., 2004), embora as epidemias tenham continuado e em 2004, a estimativa da incidência de febre tifóide na população de Bengala Ocidental foi de 104 casos por 100.000 habitantes, no entanto, a falta de continuidade de cloração na rede de abastecimento, foi responsável por nova epidemia de tifo em Kolkata em 2007, e conseqüente aumento dos índices (BHUNIA et al., 2009). Na periferia desta cidade foi relatado uma epidemia de febre tifóide que contaminou a rede de abastecimento de água por vazamento no sistema de esgotos. Dos 103 casos analisados 65 foram positivos, para amostras de sangue dos pacientes, amostras de água do ambiente e das torneiras. O surto ocorreu em fevereiro, reincidindo em abril do mesmo ano (BHUNIA et al., 2009).

Os trabalhos realizados por Subarna et al. (2009), contribuem para reafirmar o papel desempenhado pela saúde pública e pelas medidas de saneamento adotadas na Índia, que foram fundamentais para a redução da incidência da diarréia aguda

entre crianças das ilhas Andaman (Baía de Bengala – Índia) após o Grande “Tsunami” na Ásia em 2005.

Na Ásia, África e América Latina a criação de fazendas industriais tem aumentado muito a quantidade de matéria orgânica proveniente do homem e dos animais, exacerbando as doenças provenientes da contaminação das águas, agravada pela dificuldade econômica dos governos locais de utilizarem ao menos o cloro, como recurso básico de tratamento da água (BARLOW, 2001).

De acordo com Tucci *et al.* (2007), as cidades brasileiras apresentam excesso de poluição de origem doméstica e industrial, além de enchentes urbanas, que contaminam os mananciais. Confirmando essa assertiva, Moura *et al.*, (2009) analisaram a qualidade da água do Rio Cascavel (Paraná), as quais são usadas para abastecimento sem qualquer tipo de tratamento, estando os consumidores expostos aos diversos tipos de doenças inclusive aquelas causadas pelos coliformes. Os resultados do estudo mostraram que a água do Rio Cascavel é imprópria para balneabilidade e para o consumo, não devendo ser usada pela população sem prévio tratamento.

No Amapá, Brasil, Cunha, *et al.*, (2005) observaram que a qualidade microbiológicas das águas dos rios Matapi, Fortaleza, Vila Nova e Paxicu, afluentes do rio Amazonas vem se deteriorando, estando 75% acima dos níveis permitidos para a balneabilidade. Os autores demonstram que na estação das chuvas, o número de coliformes aumenta, diferentemente das concentrações médias nos outros períodos do ano. Destacam também que as concentrações apresentam variações, de acordo com a distância dos centros urbanos (Paxicu), seguido pelos periurbanos (Fortaleza) e os rurais (Matapi e Vila Nova) (VASCONCELLOS *et al.*, 2006).

Nos Estados Unidos da América do Norte e na Grã Bretanha, a situação é diferente dos países em desenvolvimento, desde 1971 as epidemias por febre tifóide vêm sofrendo significativa redução, em decorrência do tratamento adequado da água (CDC, 2009; EPA, 2009).

Apesar disso, em maio de 2002, Garg *et al.*(2006) relataram uma das mais graves epidemias de gastroenterite que incluía a *Escherichia coli* O157: H7, em Ontário no Canadá, na área agrícola de Walkerton. A contaminação ocorreu após fortes chuvas que carrearam matéria fecal do gado para a água fornecida pela cidade. Do mesmo modo, que os outros casos relatados anteriormente, a água não

recebia tratamento com cloro, ocasionando a contaminação de vários indivíduos com *Escherichia coli*. A ocorrência relatada culminou com cerca de dois mil e trezentos casos de doença gastrintestinal aguda, setecentas e cinquenta emergências hospitalares, sessenta e cinco casos de internações, vinte e sete casos de síndrome hemolítico-urêmica, e sete mortes.

Nos Estados Unidos da América do Norte ainda são vários os registros anuais de ocorrência de infecções por *Escherichia coli* O157: H7. Em 1990, duzentos e quarenta e três casos foram registrados em uma comunidade no Missouri e outro com oitenta indivíduos doentes, numa comunidade próxima a um lago no Oregon, todos resultantes da má qualidade de águas balneárias, (SWERDLOW; WOODRUFF em 1992). No período 1992-2000, foram relatados cento e quarenta e quatro epidemias, associadas ao uso da água destinada ao consumo humano, com a contaminação de cerca de trinta mil pessoas.

Na tentativa de alertar para a possibilidade de epidemias, as águas do rio Sena, na área urbana de Paris foram avaliadas por George et al., (2001), e do mesmo modo que em outros países, encontraram índices elevados de coliformes termotolerantes, o que tornava a água especialmente turva e contaminada nesse trecho do rio.

Em uma comunicação à comunidade científica, Bartram (2008) avaliou que são irrefutáveis as provas de que o saneamento da água e a higiene são essenciais para a saúde. Mesmo assim, de acordo com ele, as instituições de saúde têm negligenciado o saneamento da água e mais de 9% das doenças globais poderiam ser evitadas com uma melhor gestão das águas (abastecimento de água potável, saneamento e higiene).

O'Connor (2002) demonstrou em seu trabalho que a contaminação da água em Walkerton, (Canadá) com uma população de cinco mil pessoas, produziu custos tangíveis de US\$ 64,5 milhões, enquanto que nos países em desenvolvimento, os investimentos com a gestão da água foi estimado em US\$ 7 bilhões para o sistema de saúde e US\$ 34 milhões com as famílias, sendo portanto, bem mais vantajoso investimentos para prevenir ocorrências epidêmicas.

O relatório apresentado pela "Commission on Macroeconomics and Health" apontou que os investimentos praticados em prol do tratamento da água e da saúde pública no mundo, têm reduzido a incidência de doenças diarréicas em uma média de 25-37%, e mesmo em países em desenvolvimento, os investimentos nesse setor

são eficazes e possuem um custo baixo. A Comissão avalia que para cada dólar investido em saúde há uma economia que varia de três a trinta e quatro dólares, que normalmente seriam gastos neste setor (HUTTON et HALLER, 2004).

3.4 PARÂMETROS PARASITOLÓGICOS DA QUALIDADE ÁGUA

As parasitoses intestinais estão amplamente distribuídas no globo terrestre constituindo-se num importante problema de saúde pública, sobretudo nos países em desenvolvimento (WHO, 2009). Tais doenças são transmitidas por via orofecal, através da ingestão de água ou alimentos contaminados com as estruturas parasitárias desses agentes (FRANCO, 2007). A gravidade da doença está relacionada à dose infectante e ao número de organismos adquiridos ao longo do tempo, sendo as exposições freqüentes responsáveis, em muitos casos, pelo aumento da carga parasitária.

O lançamento de efluentes domésticos nos rios promove a contaminação por ovos, cistos ou larvas que irão provocar a infecção de novos hospedeiros. Segundo Carvalho et al. (2002), o ciclo de transmissão das enteroparasitoses se desenvolve na água, solo e alimentos contaminados por fezes contendo formas infectantes de protozoários, nematelmintos e platelmintos, neste último normalmente seu ciclo vital ocorre no seu hospedeiro, o homem. Ainda de acordo com Carvalho et al. (2002) as formas de resistência conservam sua capacidade infectante por longos períodos de tempo contribuindo para a ocorrência de um significativo número de transmissões.

Cryptosporidium spp, *Giardia lamblia* e *Entamoeba histolytica* são parasitos que causam frequentemente doenças gastrointestinais consideradas um grave problema para a saúde pública. Tais elementos podem estar presentes em águas superficiais, também em água potável e tratada, na forma de oocistos (*Cryptosporidium*) e cistos (*Giardia* e *Entamoeba*), indicando contaminação fecal (LECHEVALLIER et al., 1997; MONS, 2009). São transmitidos através da via orofecal, sendo considerados importantes agentes de doenças diarréicas de veiculação hídrica, em humanos e animais em todo o mundo (SMITH et al., 2005; REYNOLDS et al., 2008).

O período de incubação, dependendo do agente, pode variar de poucos dias a alguns meses após o contato e a sintomatologia consiste de um modo geral, em náuseas, vômitos, dores abdominais e febre (NAVIN & JURANEK, 1984). No que se refere à disseminação, tanto os pacientes sintomáticos quanto àqueles que não

apresentam sinais clínicos, ambos têm a possibilidade de contaminar a água, constituindo-se em focos de infecção (CASTRO-HERMIDA et al. 2007; 2008).

A Giardíase é responsável hoje, pelo acometimento de aproximadamente duzentos milhões de pessoas em todo o mundo, sendo que esta incidência corresponde a 20-30% das doenças diarréicas, que acontecem nos países em desenvolvimento (WHO, 2009).

Já a disenteria causada pela *Entamoeba histolytica*, também tem ocorrência mundial, sendo prevalente nas regiões de climas tropicais e subtropicais, infectando mais de 500 milhões de pessoas e em alguns casos além dos processos diarréicos, pode causar encefalites amebianas com alto índice de morbidade (WHO, 2009). É freqüente nas regiões norte e nordeste do Brasil.

O *Cryptosporidium*, por sua vez, vem despertando preocupação quando se trata de saúde pública. Dez anos após o primeiro relato de criptosporidiose em 1983, que acometeu a população de Santo Antonio (Texas- EUA), outra epidemia surpreendeu a comunidade científica, apontando para o perigoso aumento da incidência de criptosporidiose. Oocistos de *Cryptosporidium* ultrapassaram a barreira dos processos convencionais de tratamento de água acometendo quatrocentas mil pessoas em Milwaukee, Wiscosin (EUA) (SOLO-GABRIELE et al., 1996.; DANIEL et al., 1996)

No Brasil, no período de 1980 a 1997, foram observados dois mil oitocentos e quarenta e dois casos de criptosporidiose em pacientes com baixa imunidade, embora ela possa ocorrer em indivíduos saudáveis. As regiões Nordeste e Sudeste de acordo com os dados da CDCP (1997) foram aquelas que apresentaram maior incidência da doença.

Para Lima & Stamford (2003) o controle da criptosporidiose é problemático, devido à escassez de dados sobre a verdadeira ocorrência de *Cryptosporidium spp* em mananciais de água potável, fato este que leva à subestimação das ocorrências.

O número de oocistos excretados por indivíduos infectados com o *Cryptosporidium* é de aproximadamente 10⁹ a 10¹⁰ oocistos, sem contar que a contaminação é capaz de atingir múltiplos e diferentes hospedeiros, aumentando dessa forma o potencial de disseminação da criptosporidiose (MULLER, 2000). A transmissão através da água se deve principalmente, pelo tamanho das formas infectantes, que está em torno de 2 a 5 µm e também pelo período prolongado da sua permanência no ambiente (HELLER et al. 2004). Tais elementos são de alta

infeciosidade e a ingestão de até 30 oocistos, pode resultar em infecção no homem (DUPONT *et al.*, 1995).

No caso da giardíase o número de cistos capazes de provocar a infecção é de 10 a 100 cistos e o seu tamanho é de 8-15 μm (SOGAYAR & GUIMARÃES, 2003).

A *Entamoeba histolytica* após a emissão das fezes encontram-se na forma de cistos e possuem o diâmetro entre 10 e 60 μm . A infecção se dá exclusivamente por tais formas.

A ubiquidade e o pequeno tamanho das formas infectantes predispõem a ocorrência de várias epidemias, tanto em água potável quanto em águas balneárias (CRAUN, *et al.*, 2005; COUPE, *et al.*, 2006).

Os cistos são muito resistentes às severas variações ambientais, sobrevivendo por até vários meses no ambiente aquático, e também às concentrações de desinfetantes, comumente utilizadas em estações de tratamento para reduzir as contaminações causadas por bactérias (CDC, 2009).

Segundo Craun (2005) o número de epidemias de criptosporidiose e giardíase, mundialmente superam em 160 o número de ocorrência, sendo a maior parte deles nos Estados Unidos da América do Norte e Reino Unido.

Cistos ocorrem em águas não tratadas e tratadas, mesmo com ausência de infecção, resistindo aos processos de cloração e filtração. LeChevalier *et al.* (1991) fizeram uma comparação dos processos de filtração utilizando filtros de areia, filtração dupla ou filtração mista. Nos filtros de areia os cistos atravessaram facilmente principalmente no caso de água não tratada.

Na filtração com carvão ativado, os resultados mostraram-se menos eficientes ainda que com o filtro de areia. Nos filtros de areia a retenção era de 60% enquanto no filtro de carvão atingiam apenas 36% do total. Os autores observaram que em águas superficiais, o processo de filtração era eficiente para reduzir o número de oocistos, apresentando variação de resultados de acordo com os tipos de filtração, simples, duplo ou misto.

A United States Environmental Protection Agency (USEPA, 2009) aponta alguns tratamentos alternativos considerados efetivos para remoção ou inativação do *Cryptosporidium*. A desinfecção com raios ultravioleta (UV) é considerada uma das barreiras mais efetivas, com custos mais baixos que outras tecnologias de tratamento também efetivas, caso das membranas filtrantes e do ozônio. Para essa

utilização são necessários investimentos nessas tecnologias, por parte das empresas responsáveis pelo tratamento da água e dos efluentes.

3.5 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA QUALIDADE DA ÁGUA

Na visão de Peters & Meybeck (2000), a qualidade da água é a combinação dos muitos processos que ocorrem ao longo do curso d'água. Para Tucci (2005) essa qualidade do corpo d'água é a relação entre às condições hidrológicas que é a quantidade de água captada e a concentração de um parâmetro numa dada vazão, ou seja, a carga existente no sistema. Essa qualidade de acordo com Lima (2001) engloba todo o ecossistema.

Dentre as variáveis que podem ser usadas para definir a qualidade da água estão os aspectos físicos, químicos e microbiológicos. Os parâmetros físico-químicos considerados foram temperatura, cor, odor, sabor, turbidez, sólidos totais, condutividade, alcalinidade (carbonato e bicarbonato), pH, acidez, dureza, oxigênio dissolvido, demanda química e bioquímica de oxigênio, cátions (cálcio, magnésio, sódio, potássio) e ânions (sulfato, cloretos) além de outros.

O parâmetro temperatura caracteriza a energia cinética molecular de um corpo, o seu gradiente é o evento que resulta na passagem de calor ao meio (TOLEDO & NICOLLELA, 2002). Este parâmetro, embora não seja um indicador da qualidade da água, vai ser responsável pela aceleração das reações, sejam elas biológicas ou químicas. Assim é de se esperar que quando a água está mais quente, tendemos a ter aumento da atividade bacteriana, mineralização mais rápida dos nutrientes, maior consumo do oxigênio dissolvido pela matéria orgânica. Além disto, o aumento da temperatura reduz a solubilidade do oxigênio, que vai apresentar concentrações mais baixas e por conseqüência pior qualidade ambiental.

De acordo com Arcova et al.(1993) a radiação solar é o parâmetro principal que controla a temperatura da água dos rios menores. É ela que irá também influenciar as concentrações de outros parâmetros e quase todos os processos físico-químicos e biológicos (PORTO et al., 1991).

O Potencial Hidrogeniônico (pH) interfere diretamente nas reações de oxidação-redução que ocorrem na água podendo atuar como catalisadores de alguns desses processos, indicam o balanço de ácidos e bases na água (VASCONCELLOS et al., 2006). É considerado um parâmetro importante, em virtude da influência que exerce

sobre o equilíbrio de determinadas substâncias que ocorrem na água, caso da amônia, gás sulfídrico, cloro e alguns metais (BOYD et TUCKER,1998). A presença de gás carbônico na água de origem natural ou antropogênica tem capacidade de reduzir o pH da água. O gás carbônico proveniente da atmosfera ou da decomposição da matéria orgânica, a passagem por minas abandonadas, ou ainda os despejos industriais, podem ser responsáveis pela acidez da água dos mananciais (CETESB, 2008).

O potencial redox (Eh) é o parâmetro que segundo Boyd et al. (2002), mede a disponibilidade de elétrons na água, os quais irão controlar os processos de oxidação e redução do nitrogênio e do carbono orgânico, além de outros elementos. Estes processos vão provocar o consumo do oxigênio.

O parâmetro oxigênio dissolvido possui uma variação diária e estacional que varia com a vazão do rio, a turbulência da água, a pressão atmosférica, a temperatura e com a fotossíntese realizada pelo sistema (PALMA-SILVA, 1999).

Este parâmetro permite avaliar a presença de substâncias lançadas na água responsáveis pelas baixas concentrações de oxigênio, indicando processos de consumo diferentemente das águas limpas, que apresentam concentrações elevadas de oxigênio. A saturação de oxigênio dissolvido pode indicar eutrofização, mas à noite, em ambientes eutrofizados, existe uma tendência de depleção do oxigênio, devido à respiração do fitoplâncton (VON SPERLING, 2006).

A Turbidez é o grau de redução da intensidade que um feixe de luz sofre ao penetrar uma amostra de água em decorrência dos sólidos em suspensão (CANADA, 1994). É o parâmetro que permite a avaliação do grau de impureza inorgânica ou orgânica (biológica), segundo Nieminski, et al., (1995). Além disso, tem uma interveniência direta nos padrões parasitológicos, porque os oocistos do *Cryptosporidium* spp aderem facilmente a compostos orgânicos e inorgânicos (MEDEMA et al., 1998).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é a quantidade disponível de matéria orgânica para o consumo de oxigênio na coluna d'água. Esta quantidade de matéria orgânica é considerada para a observação da biodegradabilidade dos despejos (São Paulo, 2007). A matéria orgânica presente na água irá modificar a aparência límpida, o sabor e odor, resulta da contaminação com substâncias orgânicas (CETESB, 2008).

A avaliação do parâmetro nitrogênio total corresponde ao somatório dos nitrogênios orgânico, amoniacal, nitritos e nitratos, provenientes dos processos biológicos naturais, são importantes para avaliar o nitrogênio disponível para as atividades biológicas (CETESB, 2008). Segundo informações do INEA (Pereira, com. pers.), a grande mortandade de peixes que ocorreu no ano de 2010, na Lagoa Rodrigo de Freitas, teria sido causada por uma microalga nociva que floresceu em razão do incremento da concentração de nitrogênio, importante nutriente para estas algas.

Da mesma forma que o nitrogênio, o fósforo também é um nutriente capaz de aumentar a atividade das microalgas, provocando eutrofização das águas. A eutrofização se relaciona com as grandes quantidades de nutrientes ricos em fósforo e nitrogênio num manancial aquático (PAYMENT, 1997).

4 METODOLOGIA

Foram coletadas oitenta e uma amostras de água distribuídas em nove pontos de coleta, num período de nove meses, de 23 de março a 17 de novembro de 2009, onde foram realizados testes de colimetria e aferição dos parâmetros físico-químicos. Para as análises parasitológicas foi coletada uma amostra de cada um dos pontos de coleta. Os pontos de coleta estão distribuídos ao longo dos rios Macacu, Guapi-Macacu, Guapiaçu e Caceribu que fazem parte do sistema de abastecimento das cidades de Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Cachoeiras de Macacu e Ilha de Paquetá, a montante e a jusante do COMPERJ.

A escolha das Estações de Coleta teve por base, a avaliação da qualidade das águas dos rios que abastecem as cinco localidades e, os possíveis impactos causados pelas atividades desenvolvidas ao longo dos seus cursos. As atividades pastoris e a proximidade com o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ) são fatores que podem estar afetando os seus usos preponderantes de potabilidade e balneabilidade.

As Estações de Coleta foram denominadas pelas iniciais dos nomes dos rios, de modo a facilitar a identificação no desenvolvimento da pesquisa.

A numeração subsequente às iniciais 1, 2, 3, 4 e 5 serve para marcar a proximidade dos pontos da nascente e da foz dos rios, ou seja, à medida que se distanciam da nascente e se aproximam da foz recebem numeração maior, no caso

o RM6, o mais distante da sua nascente em Cachoeiras de Macacu, na Serra do Mar e próximo da foz na Baía de Guanabara.

4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS e CLIMÁTICAS DA ÁREA DO TRABALHO

No Rio de Janeiro, a Região Hidrográfica da Baía de Guanabara está dividida em 39 regiões hidrográficas, divisão que é composta por 12 bacias de grande relevância que contribuem diretamente para a baía (ECOLOGUS, 2005).

Dentre essas bacias destacam-se as bacias dos rios Macacu, Guapi-Açu, Caceribu e Guapi-Macacu, esta última teve o seu nome originado a partir da construção do canal de Imunana, objetivando a drenagem da baixada a ele adjacente, para evitar as freqüentes inundações conseqüentes da confluência dos rios Macacu e Guapi-Açu (DANTAS, 2008).

Ao ser desviado do seu curso natural, o rio Macacu deu surgimento ao rio Guapi-Macacu que passou a desaguar no rio Guapimirim (DANTAS, 2008).

O rio Macacu tem sua nascente na Serra dos Órgãos no município de Cachoeiras de Macacu, dentro do Parque Estadual de Três Picos, a uma altitude de 1700m. A sua área de drenagem possui cerca de 1250,8 Km² e pertence aos municípios de Cachoeiras de Macacu, Guapimirim e Itaboraí. Até a sua junção com o rio Guapimirim possui uma extensão de 74 km, indo desaguar nos manguezais da APA de Guapimirim, na Baía de Guanabara. O maior afluente do rio Macacu é o rio Guapi-Açu, situado à sua margem direita (IBGE, 2008). O rio Guapi-Açu nasce na Serra do Mar, no distrito de Subaio, em Cachoeiras de Macacu, em seu curso são encontradas quedas d'água e praias pequenas situadas na localidade de Guapiaçu (IBGE, 2008).

A bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, por sua vez, é constituída pelos rios Macacu, Guapiaçu e Guapimirim, totalizando uma área de 1640 Km² (IBGE, 2008, DANTAS, 2008). Ao Norte e Noroeste é limitada pela Serra dos Órgãos e seus contrafortes, a Nordeste pela Serra de Macaé de Cima, a Leste pelas Serras da Botija e de Monte Azul e ao Sul pelas Serras do Sambê e dos Garcias. A bacia compreende os municípios de Cachoeiras de Macacu, Guapimirim e Itaboraí, tendo como principais núcleos urbanos a sede do município de Cachoeiras de Macacu e os distritos de Japuíba e Papucaia (ECOLOGUS-AGRAR, 2005).

O rio Caceribu também teve a sua bacia isolada, deixou de ser afluente pela margem esquerda do rio Macacu, passando a ocupar o antigo baixo leito do rio Macacu, com a sua foz na APA de Guapimirim desaguando à nordeste, no recôncavo da baía de Guanabara, antiga foz do rio Macacu (HELDER, 1999).

O processo de separação dos rios Caceribu e Macacu teve o seu início no ano de 1940 e fez parte de um projeto que somente foi concluído no ano de 1960, com a construção de canais e adutoras (DANTAS, 2008).

A bacia hidrográfica do rio Caceribu tem os seus limites definidos ao Norte pela bacia do rio Guapi-Macacu e a Serra dos Garcias, a Nordeste pela Serra do Sambê, a Leste pela Serra do Catimbau Grande e Tingui, ao Sul pelas Serras do Barro de Ouro ou Espreado e da Cassorotiba, a Sudoeste pela Serra do Cala Boca e a Oeste pela bacia do rio Guaxindiba (IBGE, 2008).

A nascente do rio Caceribu está situada na região serrana dos municípios de Rio Bonito e Tanguá, com uma altitude de cerca de 750m. A área de drenagem da bacia do Caceribu é de 860 Km², é a segunda área de drenagem de toda a região hidrográfica, sendo este rio juntamente com o Macacu um dos principais contribuintes da Baía de Guanabara. Ao longo dos seus 60 km de extensão, atravessa os municípios de Tanguá, Itaboraí e São Gonçalo (IBGE, 2008; DANTAS, 2008). Os principais núcleos urbanos são Itambi, Porto das Caixas, Manilha e Monjolo, estes não apresentam alta densidade, sendo a região constituída principalmente, por áreas extensas de campos de pastagem. Os principais afluentes do Caceribu estão à margem esquerda e, apenas uns poucos deles, encontram-se na margem direita (IBGE, 2008).

4.1.1 Clima

O Clima na região é quente e chuvoso, tipicamente tropical, com médias de chuvas anuais entre 1200 e 1600 mm (AMADOR, 1997). É do tipo AW, de acordo com a classificação de Koppën (1948).

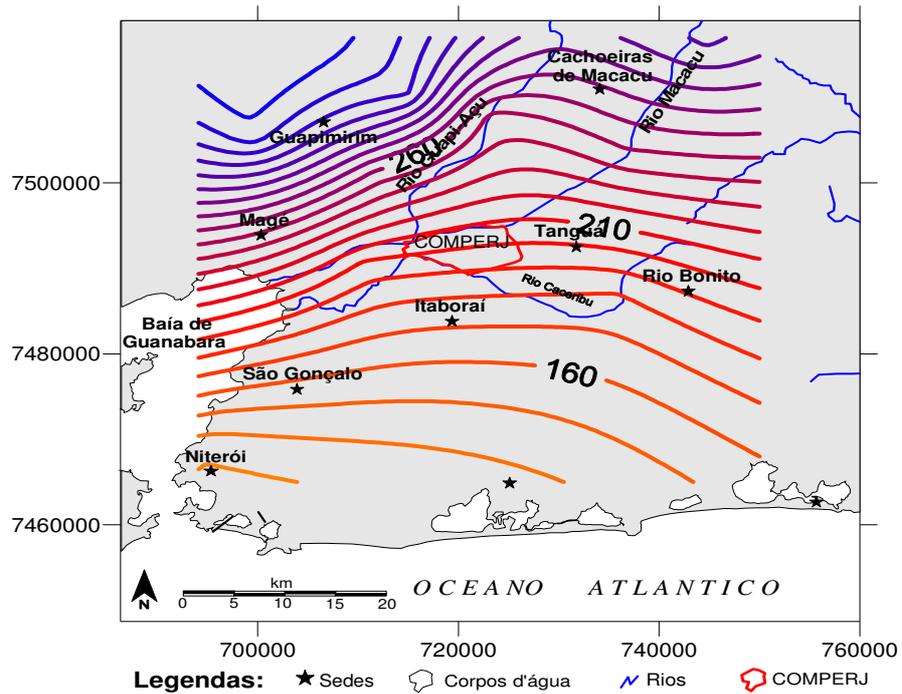


Figura 4: Isoietas da região do CONLESTE, RJ, no período do Verão, 2005.

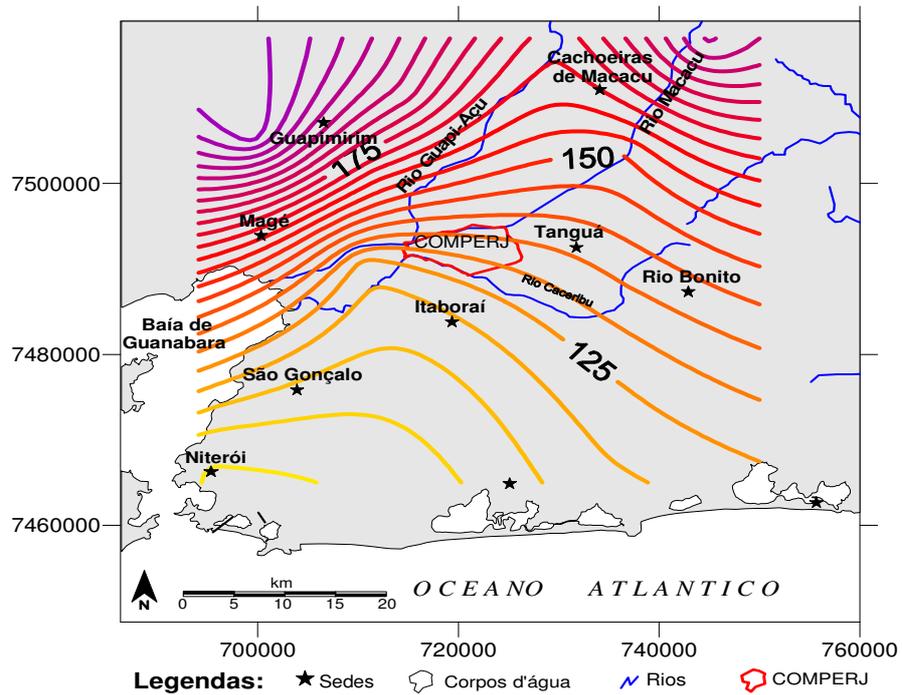


Figura 5: Isoietas da região do CONLESTE, RJ, no período do Outono, 2005.

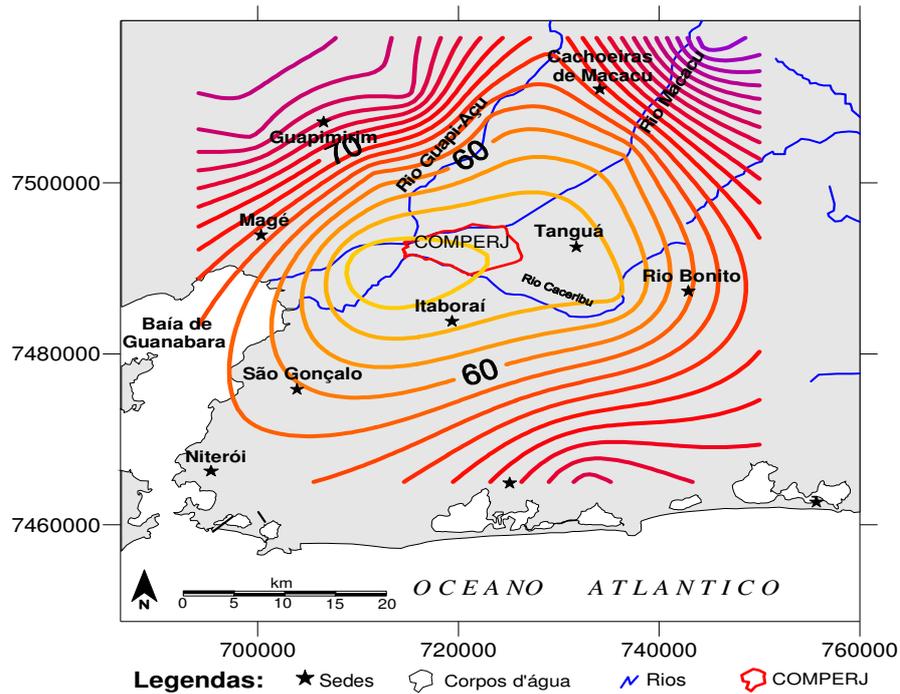


Figura 6: Isoietas da região do CONLESTE, RJ, no período do Inverno, 2005.

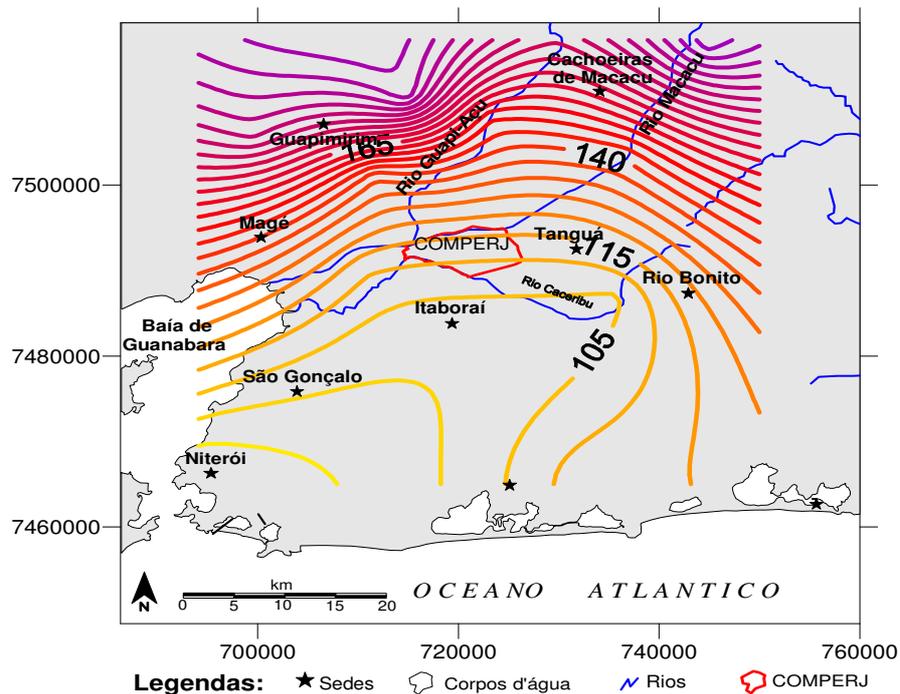


Figura 7: Isoietas da região do CONLESTE, RJ, no período da Primavera, 2005.

Nas Figuras 4 a 7 é possível observar que existem estações bem marcadas, sobretudo o período seco e úmido, onde as médias são muito distintas. Os meses do verão (dezembro, janeiro e fevereiro) são bastante úmidos com pluviosidade de até 350 mm. Já no período seco de inverno este padrão se reverte, quando as

pluviosidades não ultrapassam 90 mm por mês. Observa-se ainda nas Figuras que a pluviosidade se intensifica em direção à Serra do Mar, onde os valores são bastante elevados. Como já dito anteriormente, a chuva abastece abundantemente os solos da região, contudo a reduzida dimensão das bacias de drenagem não permite a criação de um estoque de água, como é o caso do Rio Paraíba do Sul.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram escolhidas nove Estações de Coleta divididas ao longo dos rios Macacu, Caceribu, Guapiaçu e Guapi-Macacu, todas localizadas na área de influência do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ) e possuindo ao longo dos seus cursos, trechos com variações de alta, média e baixa influência antrópica (IBGE, 2008).

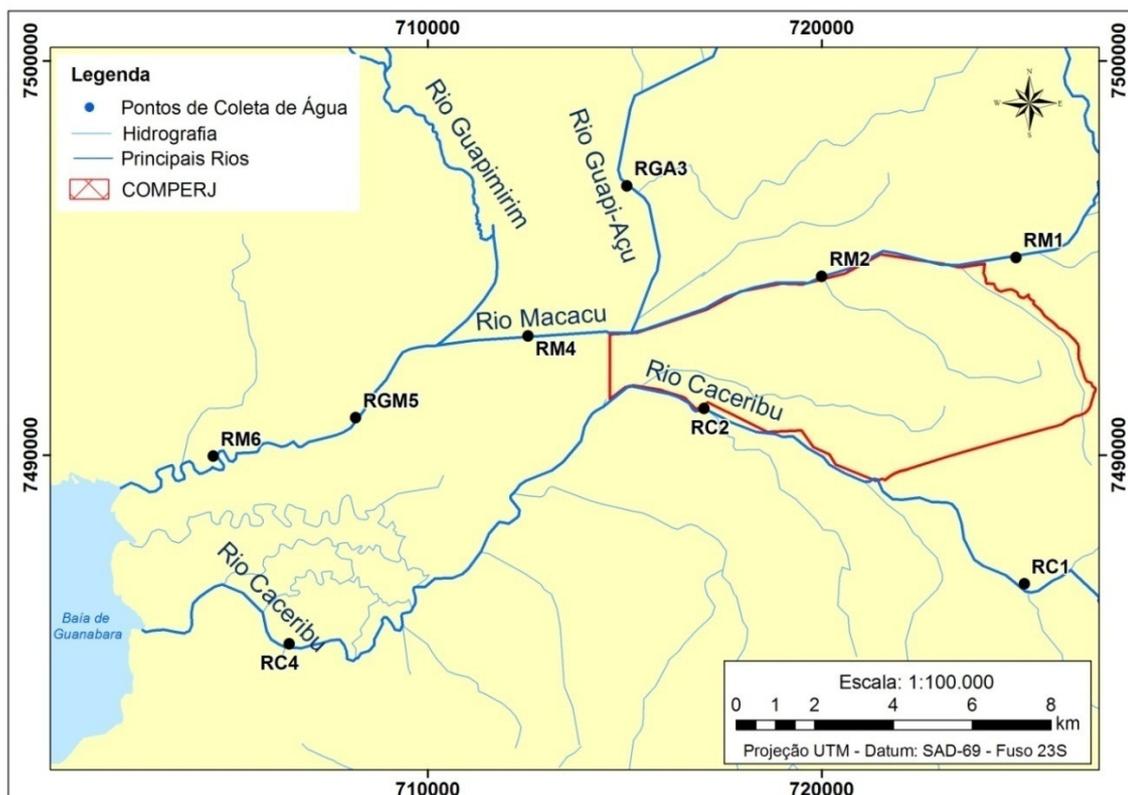


Figura nº 8: Posição das estações de amostragem nos rios Macacu, Guapi-Açu e Guapi-Macacu em relação à área do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ).

As Estações de Coleta nos rios Macacu, Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribú estão discriminadas de acordo com a localização na tabela 1.

Tabela nº 1: Localização das estações de coleta de água nas bacias dos rios Macacu, Guapiaçu, Guapi-Macacu, Caceribu, todos localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009, e suas coordenadas através do GPS.

Estações de Coleta	Localização	N	E
RM1	Montante do Rio Macacu- limite noroeste do COMPERJ	725050	7495006
RM2	Macacu, próximo à drenagem do terreno do COMPERJ	725050	7486699
RGA3	Rio Guapiaçu, contribui significativamente com suas águas para a Estação de Tratamento de Águas de Imunana-Laranjal.	716904	7491155
RM4	Localização na Represa da CEDAE.	716904	7491155
RGM5	Contribui com suas águas para a Estação de Tratamento de Imunana – Laranjal.	708161	7490868
RM6	Estação situada no manguezal em Guapimirim próximo à foz na baía de Guanabara.	710194	7486782
RC1	Montante do Rio Caceribu, em relação ao COMPERJ – ponte da rodovia RJ 116 sobre o Caceribu.	715827	7494711
RC2	A Estação mais próxima do COMPERJ, local de possibilidade de maior impacto causado pelo empreendimento.	704366	7490118
RC4	Estação situada no manguezal em Guapimirim próximo à foz na Baía de Guanabara.	719926	7494509

De acordo com a classificação estabelecida na Resolução CONAMA 357/2005, as águas das estações de coletas situadas no rio Macacu RM1, RM2, RM4, mais a estação situada no rio Guapiaçu RGA3, e ainda as estações RC1 e RC2, ambas no rio Caceribu, são classificadas como pertencentes à categoria de Água Doce, Classe 3. Essas águas segundo a legislação podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de

culturas (arbóreas cerealíferas e forrageiras); à pesca amadora; recreação de contato secundário e à dessedentação de animais.

As águas das estações de coleta RGM5, RM6 localizados no rio Macacu e RC4 localizados no rio Caceribu, por sua vez, foram colocadas na Classe 2, relativa às águas salobras. As águas salobras da classe 2 são destinadas à pesca amadora e à recreação de contato secundário.

4.2.1 Especificidades dos pontos de coleta

RM1 é um local dominado por pastagens e um tipo de cana distribuída em grandes áreas. Na margem esquerda estão as pastagens e na margem direita árvores, distribuídas esparsamente.

RM2 situado na área de terraplanagem do COMPERJ, também encontrar-se nas proximidades de pastagens extensivas e da Vala da Jurema, córrego que é provavelmente drenagem de brejo com grande quantidade de detritos.

RGA3 ambas as margens estão cobertas por gramíneas, são utilizadas, ainda que fracamente, para pastagens.

RM4 situa-se antes da captação do Sistema Imunana – Laranjal, a jusante da confluência dos rios Macacu e Guapiaçu, em cujas margens há um predomínio de pastagens.

RGM5 localizado na sede do IBAMA na APA de Guapimirim é o limite final do trecho retificado do Guapi-Macacu. Esse trecho apresenta variação de vazão, volume e velocidade sujeitos à influência maregráfica e suas águas são salobras. Pesca artesanal e atividades balneárias são desenvolvidas neste ponto do rio.

RM6 está situado em área de manguezal muito bem preservado, no baixo curso do rio Macacu. As águas são salobras e sujeitas às marés.

RC1 localiza-se em área com afloramentos rochosos, apresentando fluxos de água turbulentos. A vegetação é composta por alguns arbustos e gramíneas que são utilizadas para pastagens.

RC2 está situado nas proximidades da entrada do COMPERJ, na ponte para esse empreendimento. Apresenta margens descaracterizadas pelas obras realizadas nas décadas de 50 e 60 que retificaram o canal. A posição da ponte favorece a deposição de sedimentos na margem direita e à margem esquerda as alterações sofridas pelo rio favorecem a erosão. A montante deste local existe uma contribuição

de drenagem vinda do pasto onde são colocados o gado para a engorda. Normalmente, observa-se neste local uma língua de água de cor e odor diferenciados.

RC4 está situado a jusante do rio Guaxindiba, é de água salobra, em área de manguezais dentro da APA de Guapimirim e próximo à foz na Baía de Guanabara. No verão há depósito de sedimento depositado junto à foz, as águas nesse local são sujeitas às marés.

Conforme se pode observar, a maioria dos pontos (RM1, RM2, RGA3, RM4, RC1 e RC2) está localizada em áreas muito próximas de pastos de gado de corte, condição que favorece, no período das chuvas, o arrasto de matéria orgânica para a água.

No caso do rio Caceribu, um fato que chama a atenção é a proximidade do rio com o aterro sanitário de Tanguá, que recebe o lixo do município após a sua passagem pela usina de compostagem. A localização do aterro está próxima a uma vala, que deságua em lagoa que possui ligação direta com o rio Caceribu. O aterro encontra-se nas proximidades da elevatória da CEDAE (ECOLOGUS, 2005).

4.2.2 Métodos para análises físico-químicas

Foram realizadas análises dos nove parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas e, decisivos para a utilização das mesmas para abastecimento público, seguindo as recomendações da “National Sanitation Foundation” dos Estados Unidos da América do Norte (NSF, 2009), e incorporados pela CETESB. Para o aprimoramento das informações sobre a qualidade das águas foram inseridos alguns parâmetros igualmente importantes, visando complementar os dados apurados. Todos os procedimentos foram realizados de acordo com a metodologia da APHA (2005), encontrando-se discriminados na tabela abaixo.

Tabela nº 2: Parâmetros utilizados para a avaliação da qualidade das águas dos rios Macacu, Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribú, localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009.

Parâmetros do IQA	Parâmetros Complementares
Temperatura da amostra	Cor Aparente da Água
pH	Cor Verdadeira
Turbidez	Odor
Oxigênio dissolvido	Condutividade
Demanda Bioquímica de Oxigênio (cinco dias, 20°C)	Potencial Redox
Nitrogênio total	Parasitas (<i>Entamoeba histolítica</i> , <i>Giardia lamblia</i> e <i>Criptosporidium spp</i>)
Fósforo total	
Sólidos Totais Dissolvidos	
Coliformes Totais e Termotolerantes	

As coletas das amostras foram realizadas em frascos de polipropileno de 1,5 L, previamente lavados, sem conservantes. Todos foram lavados três vezes em água de torneira, em seguida em água destilada. Posteriormente, submersos em banho de H₂SO₄, a 10% durante 24 horas. Após este período, lavados outra vez, com água destilada.

Através da inspeção visual, verificou-se a condição de cada frasco para que fossem cheios com água desmineralizada e aferida a condutividade elétrica, que deveria estar em torno de 1,2 S cm²¹. Caso o valor observado estivesse menor ou igual a 2,0 S cm²¹, o frasco era considerado apropriado para as coletas.

As amostras coletadas foram transportadas ao laboratório em caixas de material refratário ao calor.

Os parâmetros relativos a cor aparente, cor verdadeira, odor, pH, turbidez e condutividade foram realizadas durante os trabalhos de campo. Para a determinação do pH e temperatura, utilizou-se um peagâmetro portátil Lutron – modelo pH 206, a turbidez foi analisada pelo método Nefelométrico, utilizando-se turbidímetro MS Tecnopon- modelo TB 1000, com resultados expressos em UNT e a condutividade

foi medida com condutivímetro HACK ,modelo MCA, 150p. Os dados da condutividade foram multiplicados pelo fator próprio da sonda 0,65.

As análises dos sólidos dissolvidos totais (SDT) foram realizadas com a Multisonda modelo YSI 556 MPS. O resultado dos sólidos dissolvidos foram expressos em mg.L^{-1} .

Para as análises de nitrogênio e fósforo total utilizou-se a técnica de Grasshoff, et al.(1983).

Para a cor Verdadeira da Água a coleta e análise das amostras foram realizadas com Kit Aquaquant (114421) da MERCK®.

A análise fundamenta-se na comparação visual das águas de coloração amarela, com um catálogo de cores baseado no método de Hazen (padrões de platino-cobalto) e um comparador com tubos de teste longo. O resultado é obtido em Unidade Hazen.

O Potencial Redox, o Oxigênio Dissolvido e a Demanda Bioquímica de Oxigênio foram realizados no Laboratório de Águas do Instituto de Geociências da Universidade Federal Fluminense.

O Potencial Redox (Eh) foi medido com o Monitor Redox Actron modelo MOR – 25.

A determinação do oxigênio dissolvido foi realizada com equipamento portátil e confirmação do resultado com método de Winkler.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5), realizada à temperatura de 20°C , durante um período de incubação também fixo de cinco dias. As amostras foram coletadas em duplicata e, em uma das amostras é medido o oxigênio dissolvido após a coleta; o oxigênio da outra amostra é medido após cinco dias, período em que a amostra fica em uma incubadora, a uma temperatura de 20°C . A diferença de concentração de oxigênio representa a demanda bioquímica de oxigênio (oxigênio consumido para oxidar a matéria orgânica via respiração dos microrganismos) (APHA, 2005).

As amostras para a determinação da DBO_5 foram armazenadas em refrigerador a 4°C ao abrigo da luz. Os seus processamentos ocorreram num período máximo de seis horas, porque as amostras sofrem variações por volatilização.

4.2.2 Métodos para análises bacteriológicas

Para as coletas das amostras para análise microbiológica (Colimetria) foram utilizados frascos, devidamente esterilizados e mergulhados a uma profundidade de 20 cm. Os frascos de vidro têm a capacidade de 500 mL, deste modo há espaço disponível para agitação da água antes das análises (SOARES & MAIA, 1999).

Os frascos são previamente lavados com detergente e enxaguados, o último enxágüe foi realizado com água destilada, sendo em seguida esterilizados em autoclave por um período de 15 minutos, a uma temperatura de 121°C (APHA, 2005). O teste controle foi feito com amostra de água esterilizada e autoclavada a 121°C por 15 minutos, posteriormente analisado o NMP de coliformes totais e termotolerantes pela técnica dos tubos múltiplos. As amostras coletadas foram devidamente identificadas, de acordo com o local de coleta, seguindo acondicionadas em bolsa térmica contendo gelo, para o laboratório onde foram realizadas as análises. O intervalo entre a coleta e as análises não ultrapassaram o limite de seis horas para os exames bacteriológicos na pesquisa do NMP (Número Mais Provável) de Coliformes Totais e Coliformes Fecais, pelo método de tubos múltiplos, conforme a metodologia da APHA (2005).

4.2.3 Métodos de pesquisa para parasitos

As coletas para as análises parasitológicas para *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica* e *Cryptosporidium spp* foram realizadas por bombeamento (moto bomba Toyama de sucção de 1. ½ de cavalo de força) de aproximadamente 2000 litros da água de cada um dos pontos de coleta, que passaram por membrana filtrante Micro Wind® com cartucho de manta e fio rebobinado com porosidade de 1 µm (KAUCNER & STINEAR, 1998).

Após a filtração as amostras coletadas foram devidamente identificadas e acondicionadas em bolsa térmica contendo gelo, sendo encaminhadas ao laboratório.

Ao chegarem ao laboratório, o material retido nos filtros foi eluído individualmente, por meio de lavagem, em detergente neutro de uso doméstico, em 1 litro de água destilada, na concentração de 0,013%, seguindo os métodos de sedimentação espontânea (LUTZ, 1919) em água (1/4 de volume). Em seguida,

devido à inexistência de metodologia padronizada e por tratar-se de água de rio, que demanda grande volume de água, foi realizado o “Coprotest” ou Ritchie modificado por Young et al. (1979) que é um método de centrifugo- sedimentação (RITCHIE, 1948; MELLO et al., 1989; CARVALHO et al., 2002).

De acordo com Young et al., (1979), esta técnica pode ser utilizada para pesquisa de ovos e larvas de helmintos e, cistos e oocistos de protozoários em amostras fecais (YOUNG et al., 1979).

Os procedimentos foram realizados do seguinte modo:

Por tratar-se de água com grande turbidez, foram feitas duas lavagens em cálices de 1 litro e para algumas amostras foram realizadas até três lavagens, por manterem significativa turvação. O intervalo das lavagens foi de 24 h para que houvesse sedimentação. Após essas lavagens foi realizada uma última lavagem, utilizando-se cálices de Lutz, para facilitar a sedimentação.

Ao final das lavagens, procedeu-se a decantação do sobrenadante, ajustando-se o sedimento para o volume de 10 mL. Desse material foram feitas as lâminas para identificação dos parasitos, em microscópio de marca Olympus, modelo Ch 30.

O material resultante das lavagens foi dividido em duas partes. Uma para realização das lâminas, e outro, para ser colocado em frascos “ependorff®”, para serem congelados, até serem submetidos ao ensaio imunoenzimático (ELISA) para antígenos específicos (ELISA) de *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica* e *Cryptosporidium spp.*

Os testes ELISA foram realizados com “Kits Wampole” (MEDIVAX/TECHLAB) para *Cryptosporidium II*, *Giardia II* e *Entamoeba II*, no setor de imunodiagnóstico no Laboratório de Pesquisa e Serviços em saúde Pública do departamento de Ciências Biológicas – ENSP- FIOCRUZ.

As análises coproparasitológicas foram realizadas no Laboratório da Disciplina de Parasitologia (MIP), Instituto Biomédico, Universidade Federal Fluminense.

5 - ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao procedermos as análises das águas dos rios objeto desta pesquisa, consideramos o fato de que estes são organismos vivos, com dinâmica própria.

Como ressalta Margalef (1994), vários são os processos controladores da qualidade de suas águas, esses fazem parte de um equilíbrio complexo, que ao ser

quebrado, por qualquer alteração na bacia, pode desencadear mudanças significativas. Para o autor, as características físicas e químicas da água de um rio são os indicadores da saúde desses ecossistemas, portanto podem ser utilizadas para o monitoramento e controle das atividades realizadas nas bacias hidrográficas.

5.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

5.1.1 Ocorrências pluviométricas.

As águas das chuvas podem ser consideradas um dos parâmetros físicos que exerce influência direta na degradação das águas superficiais e subterrâneas. São responsáveis pelas variações físico-químicas das águas dos mananciais e pelo fluxo contínuo dos agentes patogênicos carregados dos sedimentos provenientes de solos contaminados, esgotos e até mesmo efluentes (PAYMENT, 1997).

Dada a importância da ocorrência das chuvas na qualidade das águas, através dos dados do INMET (2010) e da Defesa Civil de Cantagalo, foi feita uma relação das ocorrências pluviométricas na região de Cantagalo, município de Nova Friburgo, com a precipitação pluviométrica na área estudada dada a proximidade delas, pois o Município de Nova Friburgo é um dos limites de Cachoeiras de Macacu, onde se encontra a bacia hidrográfica do rio Macacu. Nessas regiões é marcada a existência de um período mais chuvoso no verão que corresponde aos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, sendo o período menos chuvoso, no inverno que compreende os meses de junho, julho e agosto. Em tais áreas as médias inferiores anuais são de 1300 mm (INMET, 2010).

Durante o ano de 2009 a maior precipitação pluviométrica na região de Cantagalo, ocorreu nos meses de janeiro, março, abril, setembro, outubro, novembro e dezembro (verão e primavera) atingindo 1599,4 mm anuais (DEFESA CIVIL DE CANTAGALO, 2010), correspondendo a uma das maiores médias dos últimos 5 anos. Diante de tais fatos observa-se um aumento na vazão dos rios nesses meses, em relação às demais estações. Os valores médios apresentados nas isoietas de anos anteriores a 2005 e em 2009 encontram-se nas figuras nº 3 e nº 4.

Tabela nº 3: Valores médios pluviométricos apresentados nas isoietas, na Região de Cantagalo (RJ) nos anos anteriores a 2005.

Estações do ano / meses de maior ocorrência de chuvas	Índices Pluviométricos
Verão (janeiro, dezembro)	288,6 mm; 177,7 mm
Outono (março, abril)	192,6 mm; 25,3 mm
Inverno (junho, julho)	19,1mm; 41,0 mm
Primavera (outubro, novembro)	71,6 mm; 227,4mm
Subtotal	1043,3 mm
Total anual	1402,1 mm

Fonte: INMET, 2009

No ano de 2009, os valores médios apontados pelas isoietas de acordo com a variação sazonal da precipitação foram de acordo com o demonstrado na Tabela nº4.

Tabela nº 4: Valores médios pluviométricos apresentados nas isoietas, na Região de Cantagalo (RJ) no ano de 2009.

Estações do ano / meses de maior ocorrência de chuvas	Índice Pluviométrico
Verão (janeiro, dezembro)	287,9mm; 405,2 mm
Outono (março, abril)	174,5mm; 168,8 mm
Inverno (junho, julho)	34,2mm; 27,5 mm
Primavera (outubro, novembro)	198,4 mm; 149,4 mm
Subtotal	1445,9 mm
Total anual	1599,4mm

Fonte: Defesa Civil de Cantagalo, 2010

As ocorrências de precipitações pluviométricas na região sofrem influência direta dos fenômenos atmosféricos, apresentando pluviosidade sazonalmente bem marcada, características dos climas tropicais, em que os períodos mais secos ocorrem no inverno e os mais chuvosos nos meses de verão (INMET, 2010).

5.1.2 Temperatura da água.

O acompanhamento da temperatura das águas foi realizado por ser um dos importantes índices para definir a qualidade da água dos rios, face aos prováveis

efeitos ambientais antrópicos que possam afetá-la (PERCEBOM et al., 2005). Mesmo assim, não há limites numéricos na Resolução CONAMA nº 357/2005 quanto à temperatura para as águas brutas.

A importância do acompanhamento das temperaturas da águas dos mananciais está intimamente relacionada com a atividade biológica e as reações químicas que são por elas influenciadas, exercendo inclusive um forte impacto sobre o oxigênio dissolvido. A água quente, por exemplo, retém menos oxigênio que a água fria que por sua vez, pode ficar saturada de oxigênio. (BRAILE & CAVALCANTI, 1979; BOULTON & BOON, 1991).

A Temperatura da água, para todos os pontos de coleta no período de março a novembro, apresentou variação média de 26,26°C no mês de novembro e de 18,10°C no mês de junho, obtendo a média no período de 22,18 °C ± 4, 08. (médias máximas e médias mínimas).

O efeito da sazonalidade pode ser identificado na temperatura da água, onde são mais baixas no outono e inverno, tendendo a aumentar com a proximidade do verão (figuras nº 9 e nº 10).

A maior temperatura registrada nos pontos de coleta foi de 37,3 °C no mês de novembro no ponto RC2 (Caceribu), a menor foi de 15,03, no mês de agosto, no ponto RC1 (Caceribu), figura nº 6. A temperatura máxima de 37,3 registrada em RC2 mostrou-se mais elevadas do que aquelas registradas nos demais pontos, que se encontravam dentro da média de temperatura apresentada nos ambientes aquáticos brasileiros, em geral na faixa de 20°C a 30°C, de acordo com os dados da Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental, (2006) (figuras nº 9 e nº 10).

O ponto RC2 localiza-se no rio Caceribu, próximo à entrada do COMPERJ. Neste ponto do rio as margens estão muito descaracterizadas das condições naturais, mostrando a destruição da mata ciliar e formação lodosa no fundo, emitindo bolhas de gás quando agitadas, tornando evidente a poluição local e a perda da qualidade da água.

A radiação solar é a principal variável que controla a temperatura e a capacidade de penetração dessa radiação, depende diretamente da quantidade de matéria em suspensão na massa líquida (ARCOVA, et al.,1993; BRANCO, 1977).

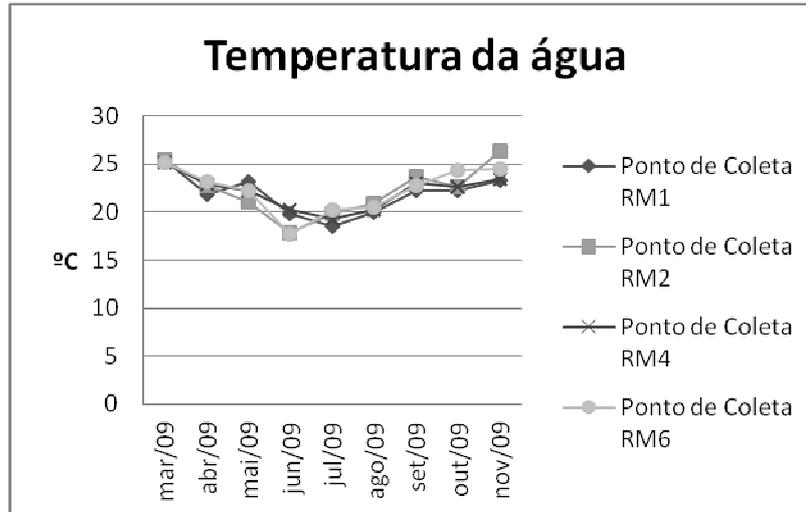


Figura nº 9: Temperatura da água nos pontos de coleta do rio Macacu, localizado na Baixada Fluminense, RJ, nos meses de março a novembro de 2009.

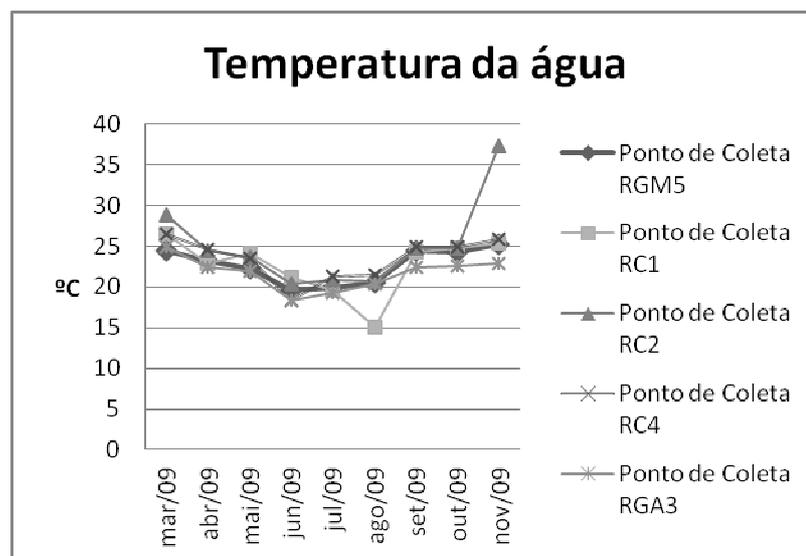


Figura nº 10: Temperatura da água nos pontos de coleta dos rios Caceribu, Guapiaçu e Guapi- Macacu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, nos meses de março a novembro de 2009.

De acordo com os dados obtidos pertinentes aos índices pluviométricos na região, os meses de março e outubro foram os meses mais chuvosos do ano. Nesses meses as temperaturas registradas foram as mais elevadas em todos os pontos (figuras nº 9 e nº10).

É no período das chuvas que a matéria orgânica é carreada para os rios, promovendo a elevação das temperaturas das águas, isso porque a atividade bacteriana promove a elevação das temperaturas nos pontos mais poluídos.

Segundo Brown (1973), a temperatura de corpos d'água resulta de vários processos de transferência de energia, abrangendo entradas de radiação, evaporação e convecção. A mudança sazonal, as mudanças diárias na temperatura do ar e a ausência de mata ciliar são fatores intervenientes na temperatura dos mananciais.

5.1.3 Salinidade.

A salinidade é um dos parâmetros responsáveis pela classificação dos corpos d'água, do mesmo modo com o disposto na Resolução CONAMA 357/2005.

Em conformidade com o Art. 2º, item I da referida legislação as águas doces têm salinidade igual ou inferior a 0,5 e as águas salobras aquelas com salinidade entre 0,5 e 30. Finalmente as águas salgadas têm valor superior a 30.

Como era de se esperar a salinidade nos pontos RM1, RM2, RGA3 e RM4, se manteve na faixa de <0,01 a 0,04, de acordo com o valor que os coloca na classe de águas doces, estabelecido pela Resolução. No entanto, os pontos RGM5 e RM6, embora estejam classificadas como águas salobras e, que de acordo com a CONAMA 357/2005 deveriam apresentar valores de salinidade maiores que 0,5, manteve-se na faixa correspondentes a águas doces de < 0,01 a 0,03. Deve-se esclarecer que as amostragens sempre ocorreram na maré baixa, mas é muito provável que nestas duas estações a salinidade ultrapasse o limite de águas salobras e neste sentido elas foram classificadas como salobras.

O ponto RC1 é um ponto situado na parte continental do rio e manteve-se na faixa de classificação de água doce, sendo que a sua salinidade variou de 0,05 a 0,09 em praticamente todos os meses. Esses valores são compatíveis com a classificação de águas salobras.

O ponto RC2 por sua vez, apresentou variação de salinidade de 0,03 a 0,09, mantendo-se na sua classificação original de água doce, durante todo o período.

O ponto RC4 apresentou salinidade na faixa de 0,08 a 11,53, compatível com a sua classe de água salobra.

Os resultados que extrapolaram os limites máximos permissíveis da CONAMA 357/2005 podem ter ocorrido durante a coleta, com a alteração da maré baixa para a alta. Isto acontece porque os rios que desembocam na Baía de Guanabara, sofrem a influência da cunha de água salina dela proveniente.

Conforme ficou demonstrado nos dados sobre a salinidade, os pontos do rio Caceribu apresentam valores mais elevados do que os do Macacu. Isto pode ser atribuído a uma maior carga de material dissolvido, resultante de uma maior lixiviação dos solos ou mesmo dos aportes de esgotos domésticos e outras fontes antrópicas.

A figura nº 8 mostra que a tendência dos pontos que sofreram maior variação foi a mesma ao longo dos meses, variando apenas quanto a magnitude.

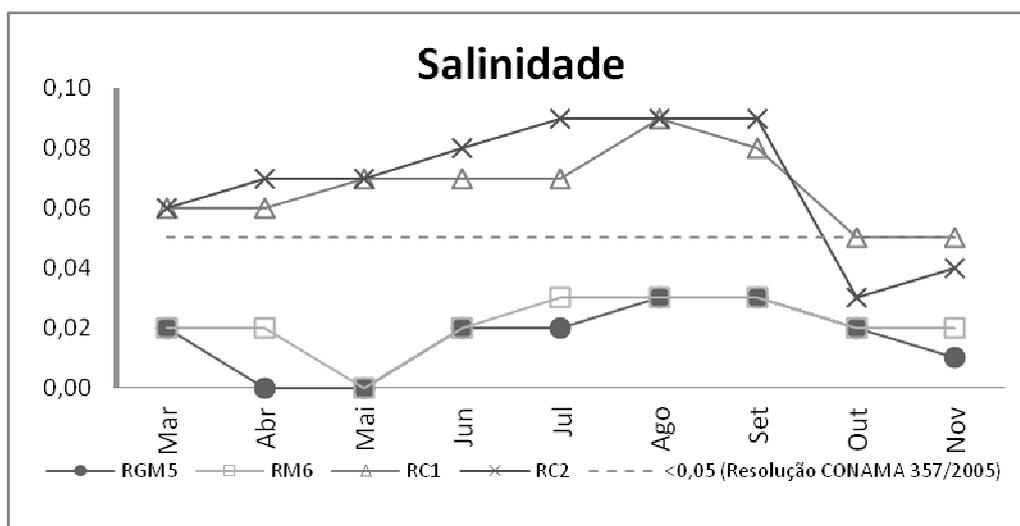


Figura nº11: Salinidade nos pontos de coleta fora dos padrões da CONAMA 357/05 nos rios Caceribu, Macacu, Guapi-Macacu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, nos meses de março a novembro de 2009.

5.1.4 Cor aparente da água e inspeção visual.

As colorações das águas dos rios foram avaliadas através da inspeção visual, do mesmo modo que é realizado CETESB durante os procedimentos de monitoramento das águas dos rios (CETESB, 2009). Essa coloração que chamamos de aparente variou entre marrom, marrom claro, marrom escuro e esverdeado.

No ponto RC1 a coloração da água mostrou-se esverdeada nos meses de maio a julho e nos meses de outubro e novembro, o mesmo acontecendo no ponto RC2 nos meses de maio, setembro e novembro.

Foi realizada uma inspeção quanto à presença ou ausência de óleos, graxas e substâncias que pudessem exalar odor. Essas estiveram ausentes em todos os pontos. Um acompanhamento visual foi realizado quanto à presença de material flutuante e resíduos sólidos, a presença de matéria orgânica, de folhas e galhos e de espuma, havendo variação quanto à presença ou ausência desses ao longo dos meses.

No ponto RC2, no mês de novembro, apresentou coloração esverdeada e constatou-se a presença de matéria orgânica e Gigogas. Estudos realizados pela CETESB, 2008 revelaram que a presença das Gigogas, evidencia lançamentos de esgotos sem tratamento nos corpos d'água, além de ser um indicador de má administração urbana.

No ponto RC4 no mês de outubro, chamou à atenção a presença de lixo urbano abundante, também de matéria orgânica e espuma.

Quanto ao aspecto ou aparência da água, a Resolução CONAMA 357/2005 no seu art. 14, I, b, c, d, f, prevê ausência de: de materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais (b), óleos e graxas (c), substâncias que comuniquem odor e gosto (d) e resíduos sólidos objetáveis(f). Pela falta de um monitoramento mais efetivo e conseqüente desconhecimento dos fatos pelos órgãos competentes, ou ainda porque tais materiais possam ser removidos, bem como a contaminação deles provenientes, através dos processos utilizados pelas ETAs, estes itens não têm sido considerados, não obstante a legislação.

O processo de tratamento realizado pela Estação de Tratamento de Água (ETA) consta basicamente de acréscimo de solução floculante (normalmente sulfato de alumínio), decantação ou sedimentação, filtração, cloração, fluoretação e alcalinização para correção de pH.

Apesar da presença desses materiais na água dos pontos RC2 e RC4 e também nos demais pontos de coleta, não foram registradas alterações no odor, desse modo, nesse parâmetro as águas mantiveram-se dentro do previsto na Resolução CONAMA 357/2005.

5.1.5 Cor real da água.

A coloração real medida em unidade Hazen para todos os pontos de coleta, nos meses de março a novembro, tanto no rio Macacu, quanto no Caceribu e

Guapiaçu teve média de $45 \text{ uH} \pm 25$ variando de acordo com o pH da água. A cor verdadeira apresentada pela água nos pontos de coleta foi considerada dentro da normalidade pela normativa CONAMA 357/2005.

No ponto de coleta RM2, no entanto, só foi possível a realização da análise nos meses de outubro e novembro, porque nos meses anteriores de março a setembro, a água continha forte concentração de substâncias húmicas (polifenóis dos vegetais), que lhe conferia uma coloração cor de chá, impossibilitando o seu enquadramento na classificação de águas amarelas do método de Hazen. O valor encontrado em outubro foi de 40 uH e em novembro de 70 uH.

A cor da água varia em função do pH (NBR 9896/1993), a coloração apresentada nos demais pontos e no ponto RM2 foi coerente com os respectivos valores do pH (tabelas C a K anexas).

5.1.6 Potencial Hidrogênionico (pH).

Os pontos localizados no rio Macacu (RM1, RM2, RM4, RM6), Guapiaçu (RGA3) e Guapi-Macacu (RGM5), apresentaram a mesma tendência aonde o pH vai se elevando a partir de março até o mês de junho, começando a decrescer nos meses de setembro a novembro (figuras nº 12 e nº 13).

Os pontos RM1, RGM5 apresentaram o pH fora do previsto pela CONAMA 357/05 apenas nos meses de outubro e novembro. O ponto RM2 esteve com o pH abaixo do previsto pela norma em todos os meses, exceto no mês de julho. Este ponto é o que apresenta valores de pH mais baixos, quando comparados com todos os demais (figura nº 12).

O ponto RM4 esteve com o pH fora do previsto pela norma CONAMA nos meses de julho, outubro e novembro. Os pontos RGA3 e RM6 mantiveram-se fora do valor previsto pela norma nos meses de setembro, outubro e novembro (figuras nº 12 e nº 13).

O pH no rio Caceribu foi dentro do previsto pela CONAMA 357/05. Em RC4 apenas em novembro o pH foi de 5,41.

Os pontos RC2 e RC4, não apresentaram as mesmas características dos demais pontos dos rios analisados de elevar-se em março, começando a decrescer nos meses de setembro a novembro. Apresentaram uma discreta alternância a cada mês com pequenas elevações que decrescem no mês seguinte. Observa-se que a

tendência ao abaixamento de pH, ocorre principalmente nos meses de março, setembro, outubro e novembro quando os valores pluviométricos são maiores na região(figuras nº 12 e nº 13) .

De acordo com a CETESB (2008), para a manutenção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9, mas em decorrência da presença de ácidos húmicos, o pH das águas pode cair a valores de 4 a 6. Braga et al.(2005), confirmam que substâncias decorrentes da atividade humana despejadas no meio ambiente e as deposições ácidas provenientes da atmosfera, podem alterar significativamente o valor do pH.

Para Esteves (1998), as águas superficiais de um modo geral têm o pH alterado, com valores menores, pela concentrações de íons H⁺ provenientes da dissociação do gás carbônico. De acordo com Branco (1977), esse ácido carbônico é introduzido nas águas, também pelas águas das chuvas e, principalmente pela matéria orgânica que é consumida e oxidada nas águas.

A presença de folhas, galhos finos e cascas, produtores de ácidos húmicos durante a decomposição pela liberação de polifenóis na água podem promover queda do pH . O aumento da demanda de O₂ para a decomposição, produz CO₂, o qual gera ácido carbônico, baixando o pH da água (BARBOSA, et all., 2004 apud SABARÁ, 2005).

O pH estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005 para os pontos RM5, RM6 e RC4 é o de Águas Salobras Classe 2, e está na faixa de 6,5 a 8,5, os dos demais pontos a faixa do pH foi de 6,0 a 9, correspondente a Águas Doces, Classe 3. De acordo com a CETESB (2007), quando o pH apresenta valores fora das faixas recomendadas pode haver alteração do sabor da água.

A figura nº 12 demonstra que o pH no rio Macacu diminui nos meses de menor vazão e eleva-se no período das chuvas de primavera, exceto em RM2 em virtude da diluição do material proveniente da terraplanagem.

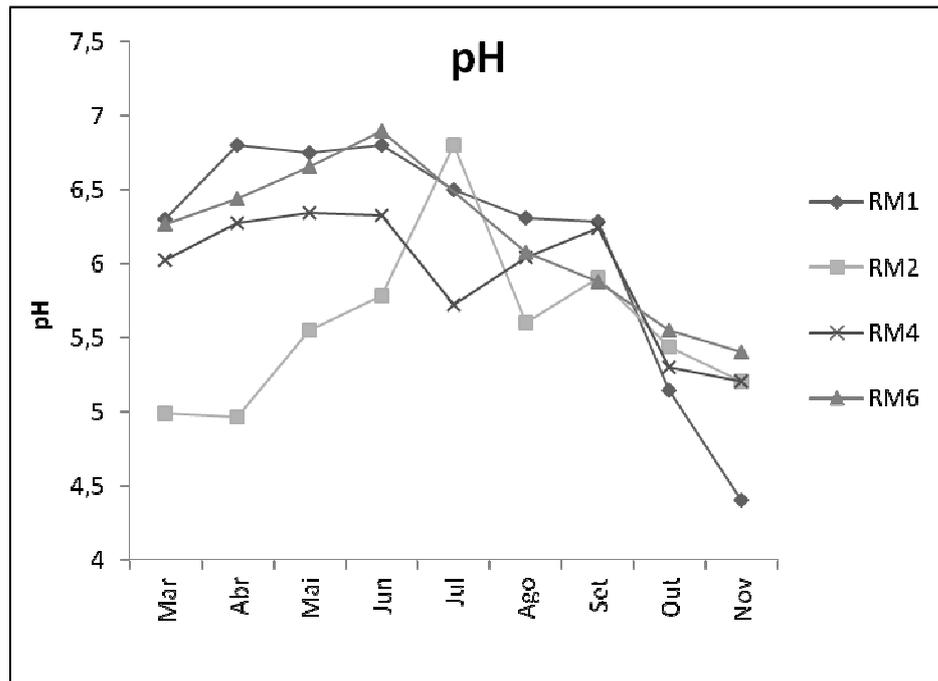


Figura nº 12: Pontos de coleta que apresentaram pH mais ácido, nos meses de março a novembro, no rio Macacu, localizado na Baixada Fluminense, RJ, 2009.

Nos rios Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribu o comportamento do pH foi semelhante variando apenas a magnitude, exceto em RC4 por causa da influência da Baía de Guanabara, na sua foz (figura nº13).

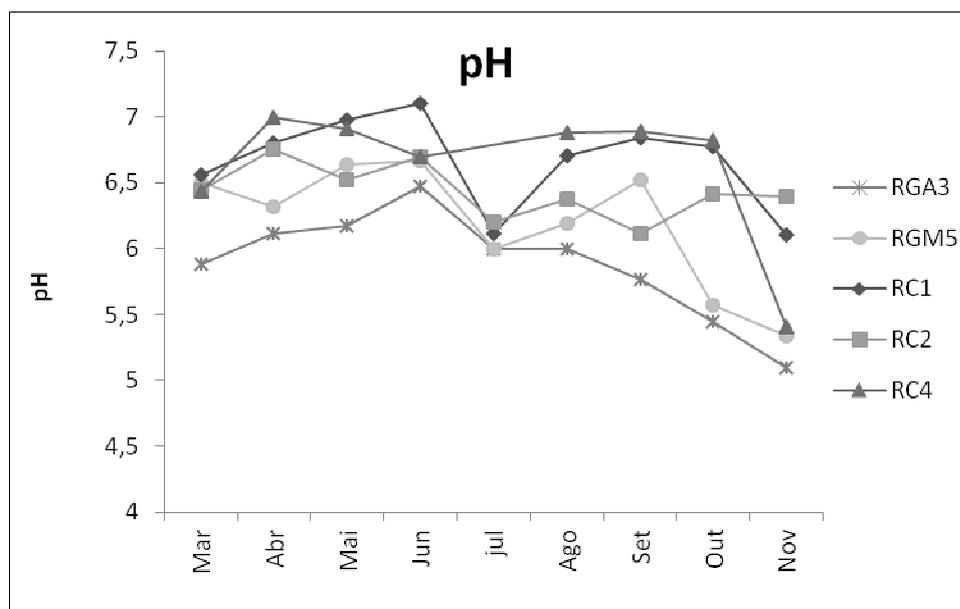


Figura nº 13: Pontos de coleta que apresentaram pH mais ácido, nos meses de março a novembro, nos rios Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009

5.1.7 Turbidez.

Os limites previstos de turbidez segundo a Resolução CONAMA 357/2005 que dispõe sobre os corpos d'água, é de 100 NTU, tanto para águas doces classe 3, quanto para águas salobras, classe 2.

A figura nº 14 e nº 15 mostram que nos rios Macacu e Caceribu os valores mais altos de turbidez foram nos meses de setembro, outubro e novembro, início das chuvas da primavera, principalmente no mês de outubro, quando os índices pluviométricos na região foram maiores.

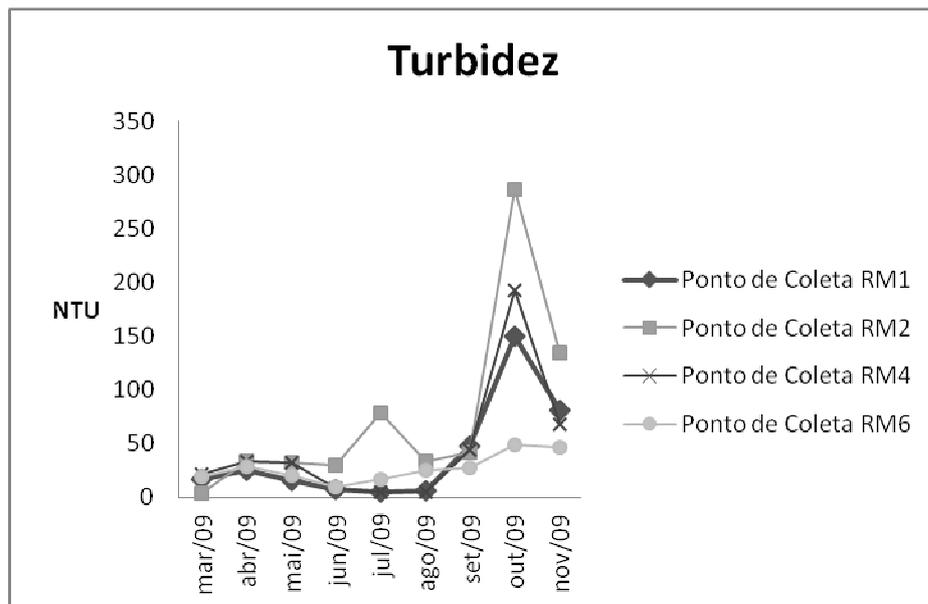


Figura nº 14: Valores da turbidez nos meses de março a novembro, no rio Macacu, localizado na Baixada Fluminense, RJ, 2009

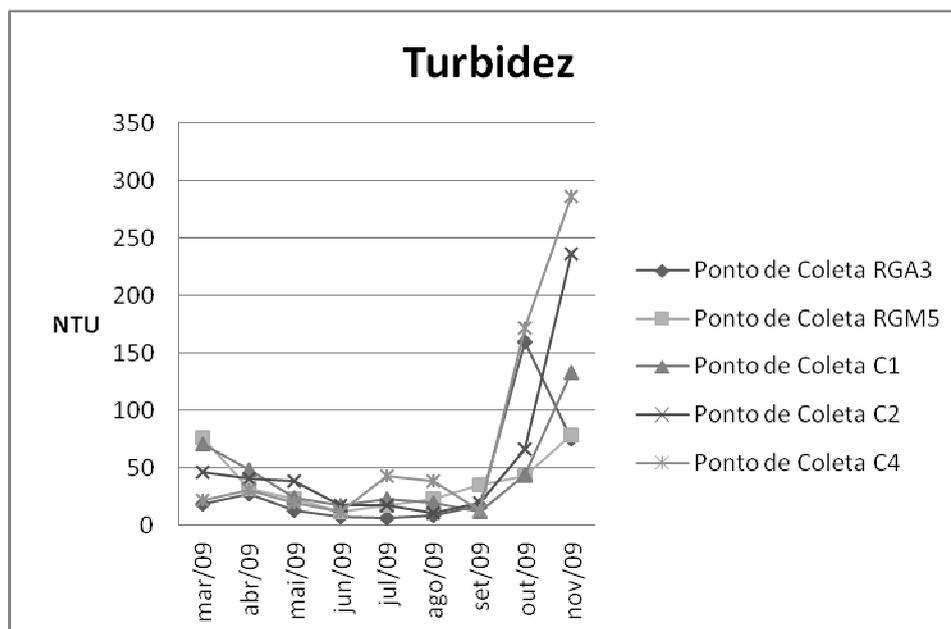


Figura nº 15: Valores da turbidez nos meses de março a novembro, nos Rios Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribu, localizado na Baixada Fluminense, RJ, 2009.

De acordo com a CETESB, (2008) e Geldreich (1974), a turbidez dos corpos d'água é maior onde a precipitação pluviométrica é alta, os solos na região são suscetíveis à erosão e as práticas agrícolas não são apropriadas. Isso ocorre, na maioria dos rios brasileiros, de acordo com as peculiaridades das bacias de drenagem.

As características apontadas por estes trabalhos se enquadram no perfil dos rios objeto desta pesquisa, Macacu, Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribu. Na região há uma predominância de atividades agropastoris e extração de argila, silte e areia, componentes presentes em solos erodíveis.

De acordo com o ECOLOGUS (2005), no rio Macacu existem várias atividades de extração de argila entre os rios Porto das Caixas e Caceribu, onde localizam-se as extrações de turfa, e ainda no limite entre a Bacia do Caceribu e Guapi-Macacu há concessão de lavra de maior área, onde são realizadas as extrações de fluorita e sienito. A turbidez também pode ocorrer pela presença de bactérias, parasitas, plânctons, algas e detritos orgânicos que se tornam um obstáculo à passagem da luz na água.

Deve-se ainda mencionar que normalmente existe uma relação empírica entre a turbidez e a concentração de material particulado em suspensão. Esta relação pode ser estabelecida fazendo-se medidas simultâneas dos dois parâmetros, estabelecendo então uma correlação que deve ser linear. Em um estudo que vem sendo realizado paralelamente ao apresentado nesta dissertação, constituindo um monitoramento das atividades de terraplenagem do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro em Itaboraí, esta relação foi estabelecida para os mesmos rios e utilizando o mesmo equipamento, apresentada na Figura 16.

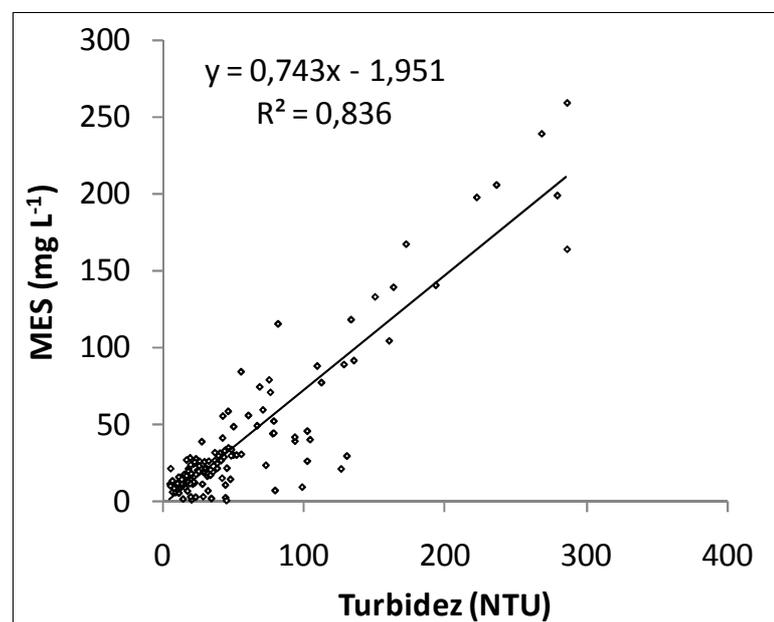


Figura nº 16: Relação entre turbidez e concentração do MPS. A equação corresponde à equação da reta de regressão e R^2 corresponde à variância quadrada

5.1.8 Oxigênio Dissolvido.

A Resolução CONAMA 357/2005 determina para ambas, águas doces de classe 3 e águas salobras de classe 2, que a quantidade de oxigênio dissolvido, em qualquer amostra, não seja inferior a 4mg/L. Comparando-se os valores de oxigênio dissolvido (OD) encontrados para cada um dos pontos dos rios Macacu e Caceribu, observa-se que o rio Macacu apresenta valores maiores de oxigênio dissolvido em cada um dos seus pontos, significando índices menores de poluição que o rio Caceribu (figuras nº 17 e nº 18).

O ponto RM2, no rio Macacu é o que apresenta menores quantidades de oxigênio dissolvido, é o ponto mais suscetível à poluição, encontra-se próximo à área de terraplanagem do COMPERJ (figura nº 17).

No rio Caceribu, o ponto que apresentou quantidades menores de oxigênio dissolvido foi o RC4, localizado na área de manguezais, bem próximo à foz (figura nº 18).

Comparando os dois pontos do Macacu e do Caceribu que apresentam os menores valores de oxigênio dissolvido (RM2 e RC4), observamos que nestes pontos, acontece o inverso, os valores apresentados pelo Caceribu são um pouco maiores do que no Macacu, neste caso pode ter ocorrido influência da maré no momento da medição. De um modo geral, observa-se que o OD apresenta uma tendência a diminuir à medida que esses rios se aproximam da foz pelo acúmulo dos detritos (figuras nº 17 e nº 18).

A redução do teor de oxigênio dissolvido na água (OD) se deve ao excesso de matéria orgânica aí presente, em decorrência do processo de decomposição, que leva ao consumo de oxigênio no ambiente aquático, indicando maior poluição (CARVALHO et. al., 2002).

Não apenas a temperatura e a pressão atmosférica interferem no OD, mas também a respiração e a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), decorrente da matéria orgânica particulada e dissolvida. Quando um corpo d'água perde a sua mata ciliar a temperatura da água aumenta e a quantidade de OD diminui (ALLEN, 1989 apud SABARÁ, 2005).

A figura nº 19 mostra que existe uma tendência à redução de oxigênio na medida em que a temperatura se eleva, ficando muito claro esse comportamento em RM6. Os pontos RM6, RC4 e RGM5, mesmo sofrendo a influência das marés que favorece a oxigenação, também apresentaram essa redução. O ponto RM2 próximo a área de terraplanagem do COMPERJ e da Vala da Jurema, foi o ponto que apresentou valores mais baixos de oxigênio. Os pontos próximos à nascente RM1 e RC1 apresentaram valores maiores de oxigênio que os pontos próximos à foz RM6 e RC4.

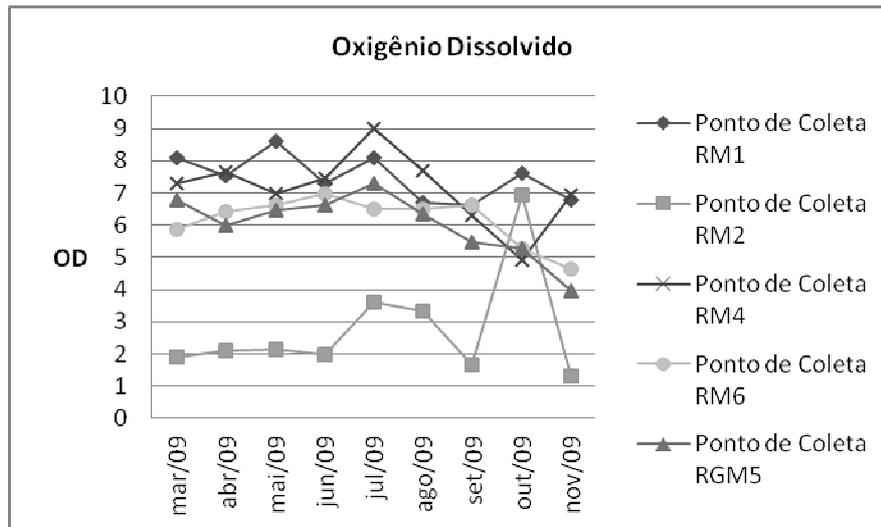


Figura nº 17: Concentração de OD nos pontos de coleta dos rios Macacu e Guapi-Macacu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009.

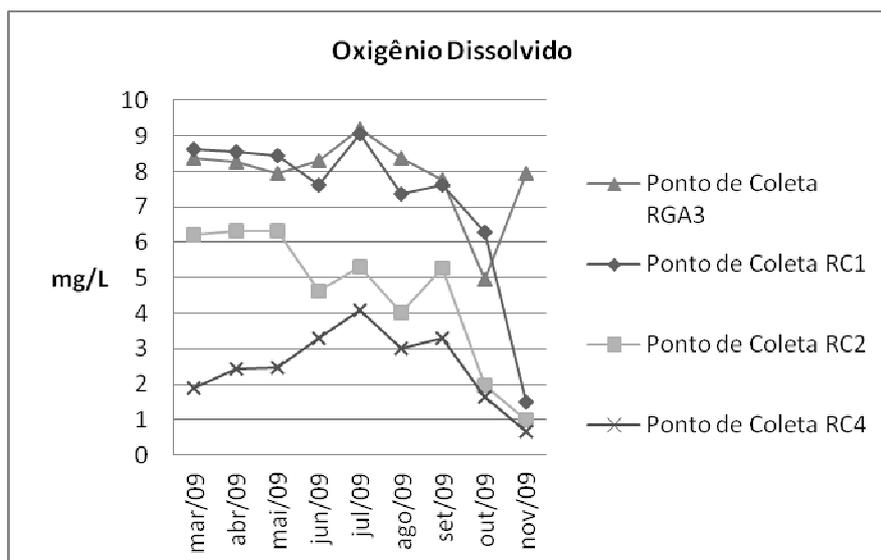


Figura nº 18: Concentração de OD nos pontos de coleta dos rios Guapi-Açu e Caceribu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009.

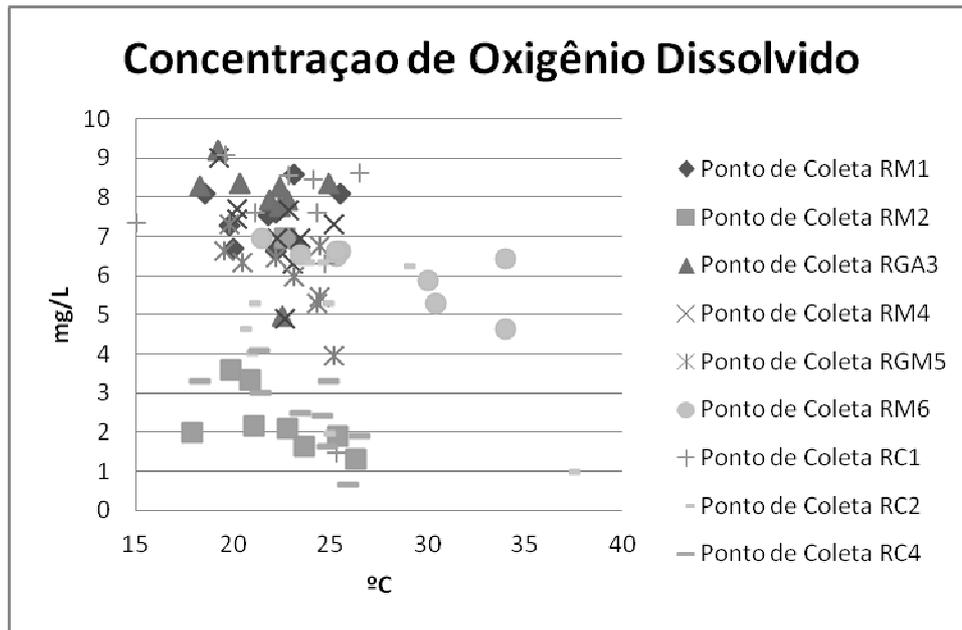


Figura nº 19: Concentração de OD em relação à temperatura nos rios Macacu, Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009.

5.1.9 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅).

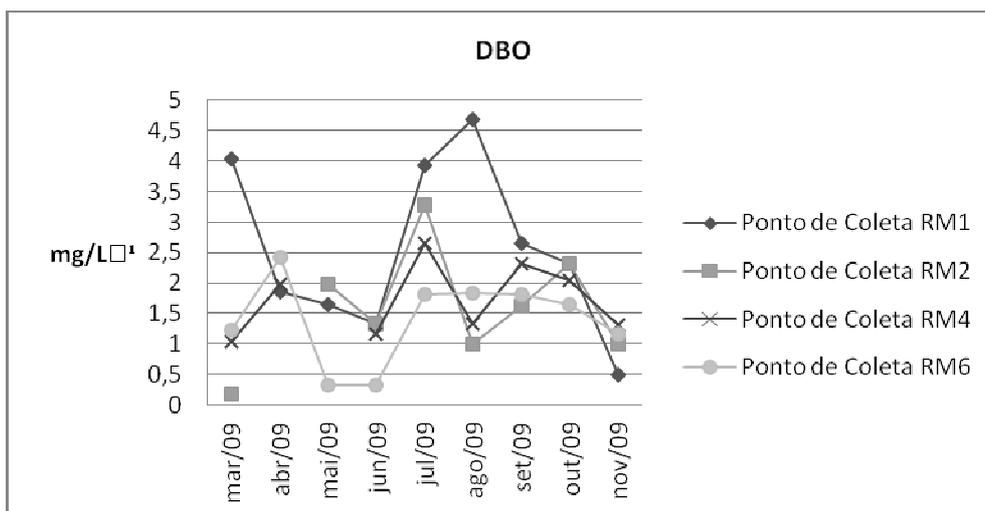


Figura nº 20: DBO nos pontos de coleta do rio Macacu, localizado na Baixada Fluminense, nos meses de março a novembro de 2009.

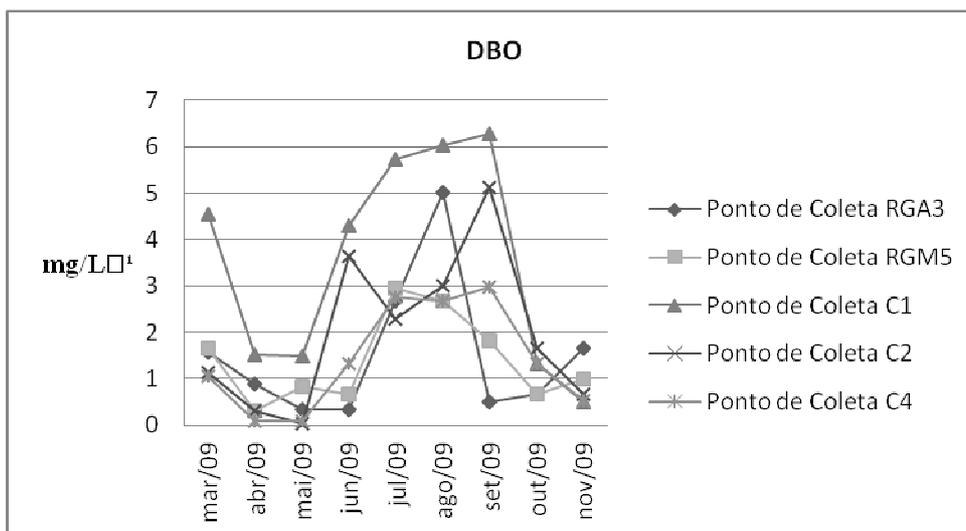


Figura nº 21: DBO nos pontos de coleta dos rios Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribu, localizados na Baixada Fluminense, nos meses de março a novembro de 2009.

O valor da DBO previsto pela legislação para as águas doces e salobras é de $\leq 10 \text{ mg/L}^{-1}$.

As figuras nº 20 e nº 21 demonstram que mesmo havendo variação significativa nos valores da DBO durante o período analisado, estes se mantiveram dentro dos limites estabelecidos pela CONAMA 357/05. A DBO apresentou a mesma tendência para ambos os rios com valores mais altos no período mais seco, elevando-se no período chuvoso.

Em RM2, situado na área de terraplanagem do COMPERJ e o ponto RC2, situado na ponte para esse empreendimento, ambos ainda que situados na proximidade do mesmo, mantiveram os valores da DBO nos pontos de coleta dentro do limite estabelecido pela CONAMA 357/05, muito embora a maioria dos pontos (RM1, RM2, RGA3, RM4, RC1 e RC2) esteja localizada em áreas muito próximas de pastos de gado de corte, condição que favorece, no período das chuvas, o arrasto de matéria orgânica para a água. Deve-se sublinhar que as criações nesta região são todas extensivas, o que faz com que o gado não produza um volume de fezes por hectare suficiente para provocar forte impacto na água dos rios. O ponto RC2, no entanto, no mês de setembro apresentou valor elevado, ultrapassando o limite estabelecido pela CONAMA 357/05 (figura nº 21).

No caso do rio Caceribu, um fator a ser considerado que pode causar

aumento da DBO no rio é o aterro sanitário de Tanguá, que recebe o lixo do município após a sua passagem pela usina de compostagem, está situado próximo a uma vala, que deságua numa lagoa que possui ligação direta com o rio Caceribu. O aterro encontra-se nas proximidades da elevatória da CEDAE (ECOLOGUS, 2005).

5.1.10 Potencial Redox (Eh).

As figuras nº 22 a nº 25 demonstram que os valores apresentados na maioria dos pontos são fracamente oxidantes, em conformidade com o que ocorre na maioria dos rios, mesmo em seus baixos cursos. Nos pontos situados próximos à foz houve uma tendência a ambientes redutores, embora não atinjam valores extremos.

Na figura nº 21 os pontos RM2 e RGM5 apresentaram comportamento semelhante variando apenas na magnitude. No ponto RM2 houve uma redução acentuada do Eh no mês de novembro. Em ambos os pontos existe uma tendência oxidante nos períodos chuvosos. Nos pontos RGA3 e RM6 conforme a figura 22 demonstra, o comportamento do Eh dos dois pontos foi semelhante, variando apenas a magnitude, maior em RM6 demonstrando a tendência à redução existente na foz, ou seja, um potencial fracamente redutor. Observamos também que o Eh mais oxidante ocorreu no período mais seco, inversamente ao redutor que ocorreu no período das chuvas de primavera. A figura 23 mostra a variação do Eh de RM6 mais oxidante no período mais seco com leve redução no período chuvoso, RM1 se manteve oxidante em todo o período.

Os pontos no rio Caceribú demonstraram comportamento semelhante, mais oxidante no período seco e com redução no período chuvoso. O ponto RC4 apresentou tendência a ambientes redutores por tratar-se da foz (figura nº 25).

A qualidade da água pode estar ligada aos processos de redução e oxidação químicas do potencial redox, através dos quais ocorre a formação de substâncias tóxicas, caso dos gases metano e sulfídrico, dentre outros. O potencial redox é positivo, quando a disponibilidade de elétrons para o processo de oxidação é grande. Nesta situação, a maior parte das moléculas inorgânicas está oxidada e assim, mais ou menos disponíveis para a absorção pelos

organismos. Embora não esteja previsto na resolução CONAMA 357/2005, este parâmetro, juntamente com os demais, também é um instrumento para a avaliação das condições químicas da água, tal qual a temperatura.

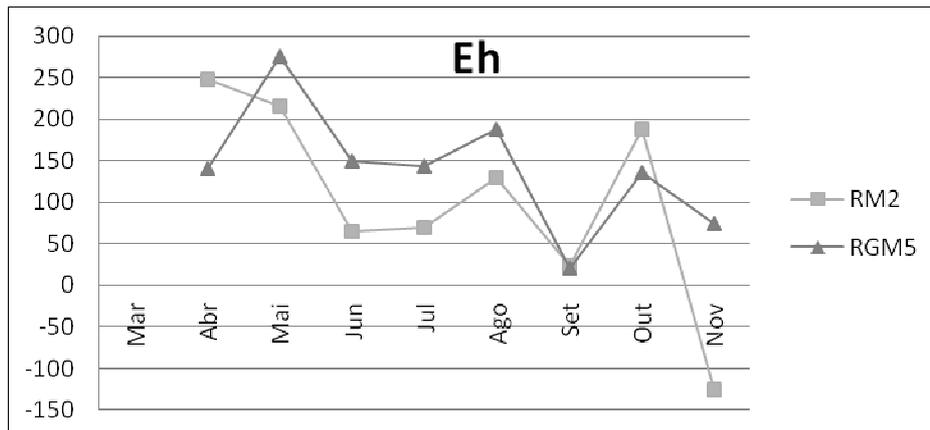


Figura nº 22: Potencial Redox nos pontos de coleta dos rios Macacu e Guapi-Macacu, localizados na Baixada Fluminense, nos meses de março a novembro de 2009.

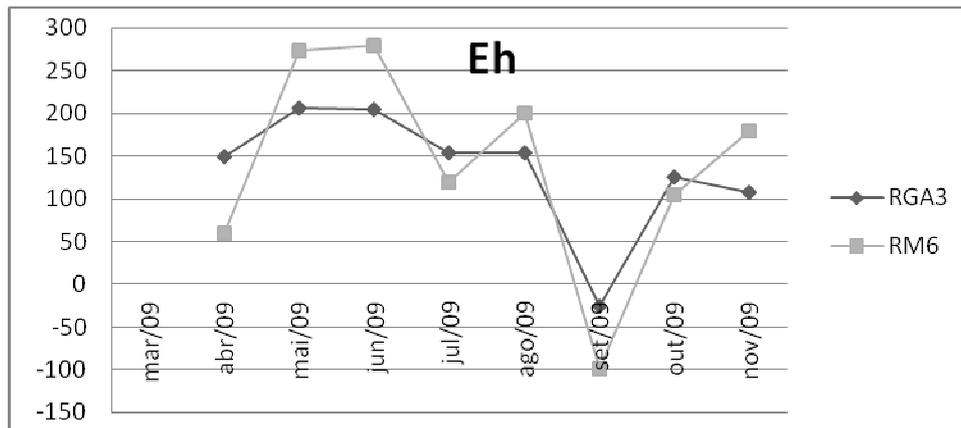


Figura nº 23: Potencial Redox nos pontos de coleta dos rios Guapi-Açu e Macacu, localizados na Baixada Fluminense, de março a novembro de 2009.

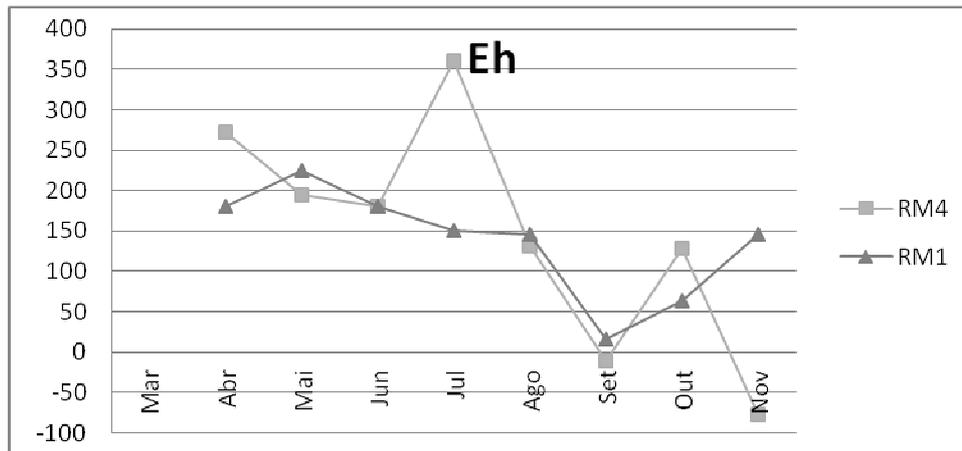


Figura 24: Potencial Redox nos pontos de coleta do rio Macacu, localizado na Baixada Fluminense, nos meses de março a novembro de 2009.

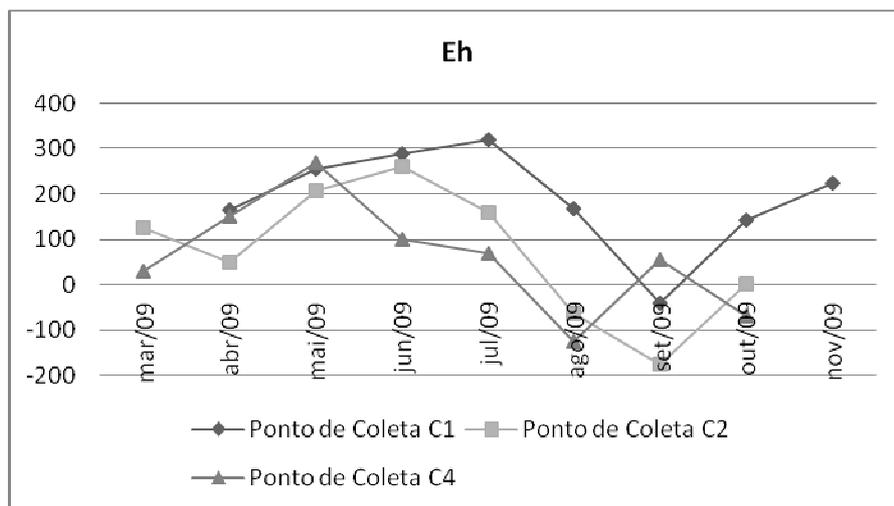


Figura 25: Potencial Redox nos pontos de coleta do rio Caceribu, localizado na Baixada Fluminense, nos meses de março a novembro de 2009.

5.1.11 Nitrogênio total, fósforo total.

A ocorrência de nitrogênio total e fósforo total nas águas naturais podem estar ligadas à poluição por efluentes domésticos e lixiviação de solos, com fertilizantes que contribuem para as atividades biológicas. Quando em quantidades acima, daquelas que o corpo d'água tem capacidade para

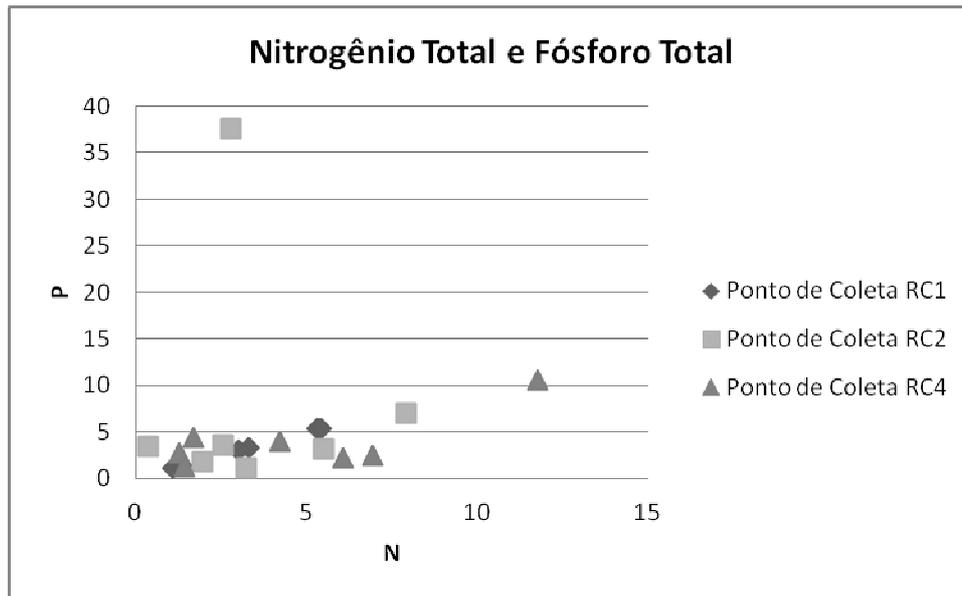


Figura nº 27: Variações do nitrogênio total e do fósforo total nos pontos de coleta, nos meses de março a novembro de 2009, dos rios Macacu, Guapi-Macacu, Guapi-Açu localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009.

5.1.12 Sólidos totais dissolvidos.

Os sólidos dissolvidos totais (SDT) são calculados a partir dos valores de condutividade/salinidade e embora seja uma medida potenciométrica, corresponde à quantidade de sais presentes na solução, como se secássemos a amostra e pesássemos o material que sobra. O comportamento dos sólidos (SDT) totais dissolvidos no rio Macacu mostraram a mesma tendência, que outros parâmetros e particularmente a salinidade, cujos valores, dela são derivados. Foram observados valores mais elevados no período seco e mais baixo nos períodos chuvosos, conforme demonstrado nas figuras nº 28, 29, 30.

Os pontos no RGA3 no Guapiaçu e RGM5 no Guapi- Macacu apresentaram a mesma tendência a aumentar no período das secas e decrescer na estação chuvosa, o mesmo acontecendo com os pontos RC1 e RC2 no rio Caceribu, muito embora esses últimos apresentem valores mais altos. (Figura nº 29). A Figura nº 30 demonstra a variação do ponto RC4, com valores bem mais altos que todos os demais pontos, mas com a mesma tendência a aumentar no período das secas e diminuir no período chuvoso.

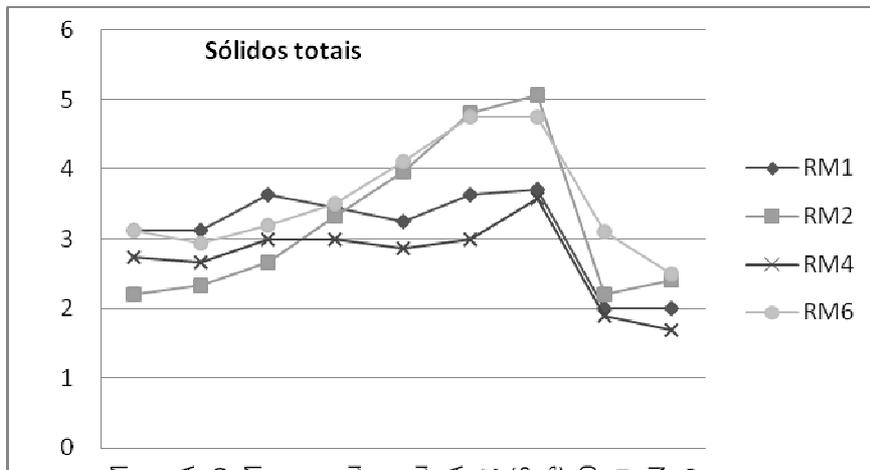


Figura nº28: Concentração de Sólidos Totais Dissolvidos no rio Macacu nos meses de março a novembro de 2009.

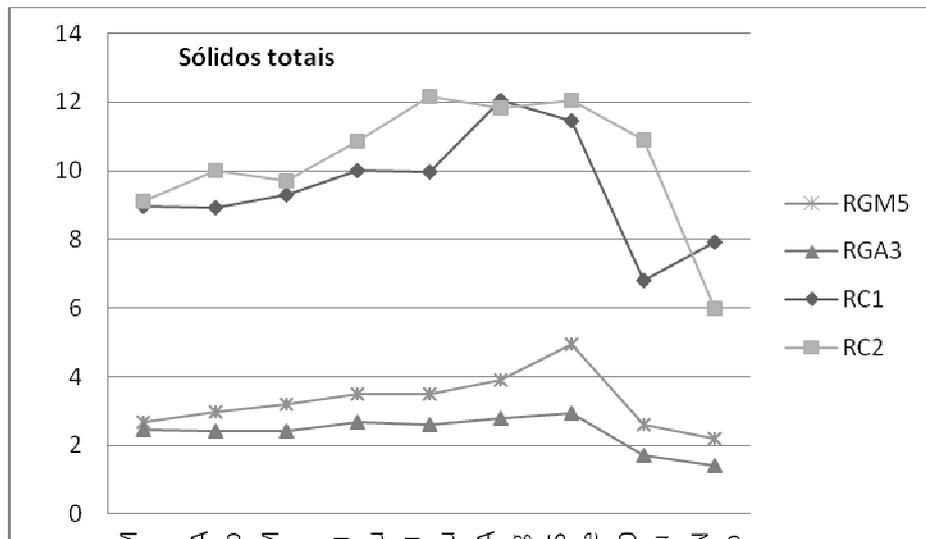


Figura nº29: Concentração de Sólidos Totais Dissolvidos no rio Guapi-Macacu, Guapi-Açu e Caceribú nos meses de março a novembro de 2009.

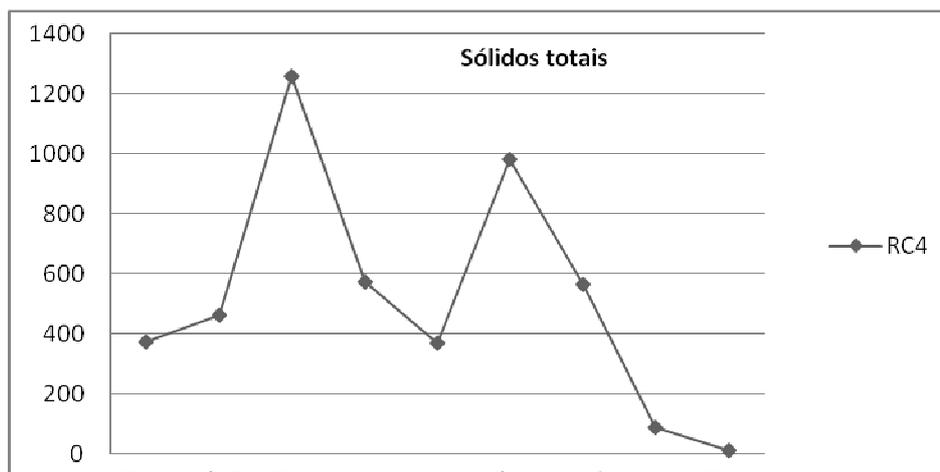


Figura nº 30: Concentrações de Sólidos Totais no ponto RC4, no rio Caceribu, localizada na Baixada Fluminense, RJ nos meses de março a novembro de 2009

5.1.13 Parâmetros bacteriológicos.

Os números mais prováveis (NMP) de coliformes totais e termotolerantes apresentados a seguir, são considerados para cada 100 mL da amostra.

As figuras 30 a 33 mostram que os valores bacteriológicos encontrados nas águas dos rios Macacu e Caceribu, mostraram superioridade numérica para o Macacu em relação ao Caceribu. As variações ocorridas no NMP de coliformes totais e termotolerantes, aparentemente não sofreram influência sazonal, ocorrendo valores altos e baixos, em qualquer dos períodos, secos ou chuvosos, com vazão baixa ou alta. Esses resultados diferem daqueles apontados na literatura, em que na estação chuvosa o escoamento superficial é o fator que mais contribui para a modificação da qualidade microbiológica dos corpos d'água, em decorrência do aumento da quantidade de sedimentos e excretas de origem humana e animal, que são carregados para o leito do rio (AMARAL, 2003). Nos pontos em que o NMP foi ≥ 1600 pode ter ocorrido uma diminuição dos coliformes que estavam acima de 1600, mas que não foi detectada por limitação do próprio método, mais restritivo, voltado à valores para aferir a potabilidade.

Uma das razões que pode levar a crer, que a influência sazonal é pouco significativa, se deve aos valores de coliformes totais e termotolerantes que ocorreram no ponto RGM5. Este ponto por ser a porção retificada do rio Guapi-Macacu, sujeito às condições hidrodinâmicas com oscilações maregráficas que possibilitam a ocorrência de variações de volume, exclusivamente por conta desta

forçante, apresenta vazão muito maior ao longo dos meses, em relação aos outros pontos. Apesar disso, o NMP de coliformes apresentou valores altos e baixos, independentemente do volume da vazão e da época estacional, se seca ou chuvosa, não havendo diluição por conta do aumento da vazão(tabela N).

Os rios Macacu e Caceribu apresentaram NMP de coliformes totais e termotolerantes, muito acima dos valores estabelecidos na Portaria do Ministério da Saúde 518/04, que determina os padrões de potabilidade e da Resolução CONAMA 274/00 que define a balneabilidade, ambas de acordo com os usos preponderantes desses rios. No caso da potabilidade, a norma prevê ausência de coliformes totais e de termotolerantes em 100 mL, e em se tratando da balneabilidade, no caso uso de recreação de contato primário é considerado satisfatório, quando os valores de coliformes termotolerantes forem inferiores a 1000 por 100 mL. Para os demais usos o NMP não deveria ser excedido o limite de 200 coliformes por 100 mL.

Os rios objetos desta pesquisa apresentaram NMP de coliformes totais e termotolerantes, ambos muito altos, demonstrando a contaminação por coliformes e a grande variabilidade dos valores ao longo dos meses conforme demonstram as figuras nº 30 a 33.

Os resultados são compatíveis com a pressão que esses rios vêm sofrendo ao longo dos seus cursos, sendo alvo constante de fontes poluentes pontuais e difusas.

Embora a identificação dessas fontes, não seja a proposta deste trabalho, observamos próximo às margens do rio Macacu, o cemitério do município de Cachoeiras de Macacu, e no ponto RM2 uma tubulação de esgoto. E mais, de acordo com o Instituto Baía de Guanabara (2010), algumas empresas que desenvolvem atividades potencialmente poluidoras, estão situadas na área da bacia do Guapi-Macacu, a CIBRAPEL- Papel e Embalagens, a CCPL – Macacu, a Klabin Fábrica de Papel e Celulose S/A e a fábrica de bebidas Schincariol situada no município de Cachoeiras de Macacu às margens do rio Macacu. Além disto, é necessário frisar que o centro da cidade de Cahoeiras do Macacu situa-se à margem do rio, devendo constituir uma fonte significativa. Deve-se mencionar ainda as inúmeras fazendas situadas à margem do rio, onde existem criações de aves, porcos e mais frequentemente gado, fontes potenciais importantes de

coliformes termotolerantes.

No rio Caceribu, foi observado um conjunto residencial construído pela prefeitura de Tanguá, localizado a poucos metros do rio, que provavelmente descarrega os efluentes domésticos no rio, e ainda, o aterro sanitário de Tanguá, que está situado próximo a uma vala que deságua em uma lagoa que por sua vez possui ligação com o rio Caceribu, na Estrada do Minério s/nº, bairro Bandeirantes I. Na área da bacia do Caceribu também estão localizadas empresas com atividades potencialmente poluidoras, caso da Companhia Brasileira de Antibióticos (CIBRAN) e da PERMA Indústria de Refrigerantes, também as atividades agrícolas e as residências mais esparsas situadas na região, lançam seus rejeitos no rio.

Era de se esperar que índices elevados de poluição microbiológica provocassem uma elevação em alguns parâmetros, caso da DBO₅ indicando desse modo, atividade microbiana intensa, responsável pela depleção do oxigênio dissolvido (GRANT & LANG, 1989). Isso só foi claramente demonstrado nos pontos RC4, que em todos os meses esteve fora da previsão legal e em RM2 que na maior parte dos meses, teve a sua taxa de OD, abaixo do previsto pela norma ambiental.

Os valores de fósforo total se mostraram acima do disposto em lei durante todos os meses avaliados, fato que chama a atenção, pois está ligado ao despejo de poluentes, ou seja, grande quantidade de efluentes ricos em fósforo e nitrogênio que podem contribuir para a intensificação do crescimento microbiano (PAYMENT, 1997). Todavia, as águas poluídas podem passar por um processo de autodepuração, e os principais fatores capazes de influenciar a redução do crescimento bacteriano são, de acordo com Kay & Mc Donald (1980), a temperatura, sedimentação, nutrientes, pH, luz solar, floculação, adsorção, filtração e oxigênio dissolvido. Esta autodepuração está associada principalmente à produção algal, que deve retirar os poluentes da coluna d'água. Contudo no estudo dos Rios Macacu e Caceribu realizado por Wasserman et al. (2010) a produção primária foi determinada como muito baixa para este sistema.

Deste modo, as águas dos rios Macacu, Caceribu, Guapiaçu e Guapi-Macacu devem seguir o disposto na Portaria 518/05 do Ministério da Saúde, para atender os padrões de potabilidade, que é de ausência de coliformes totais e

termotolerantes em 100 mL, e para a balneabilidade, deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA 274/ de 2000.

De acordo com Bastos et al.(2000), quando se trata da avaliação de águas naturais, o valor dos coliformes totais é limitado, tendo em vista que a sua aplicabilidade é apenas para a avaliação da qualidade da água tratada, evidenciando deficiência no processo de tratamento quando estão presentes.

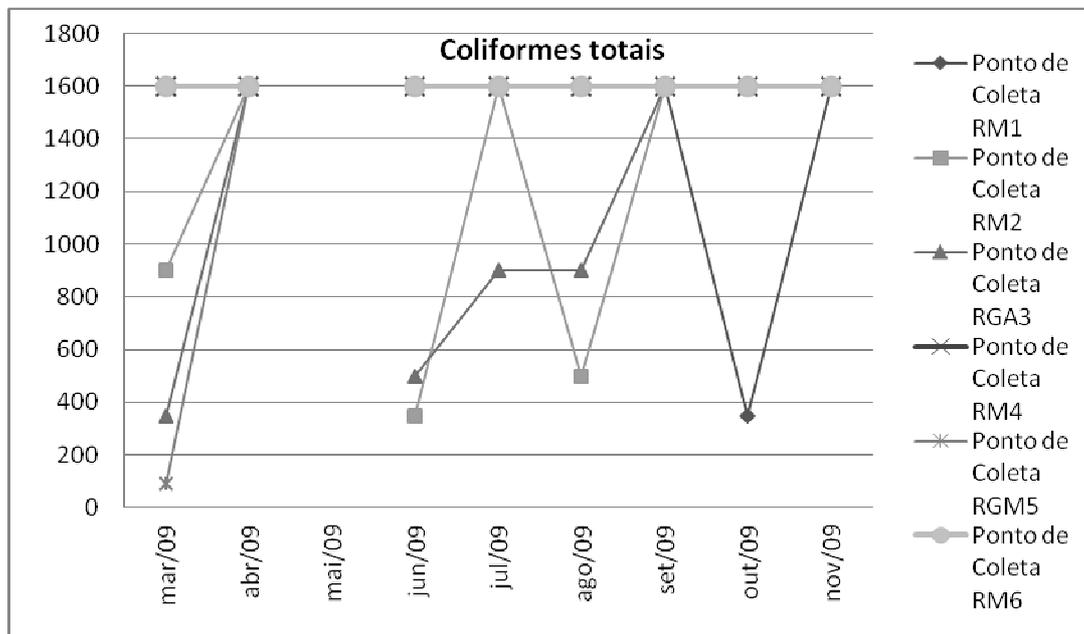


Figura nº 30: NMP de coliformes totais nos pontos de coleta do rio Macacu, localizado na Baixada Fluminense, RJ 2009

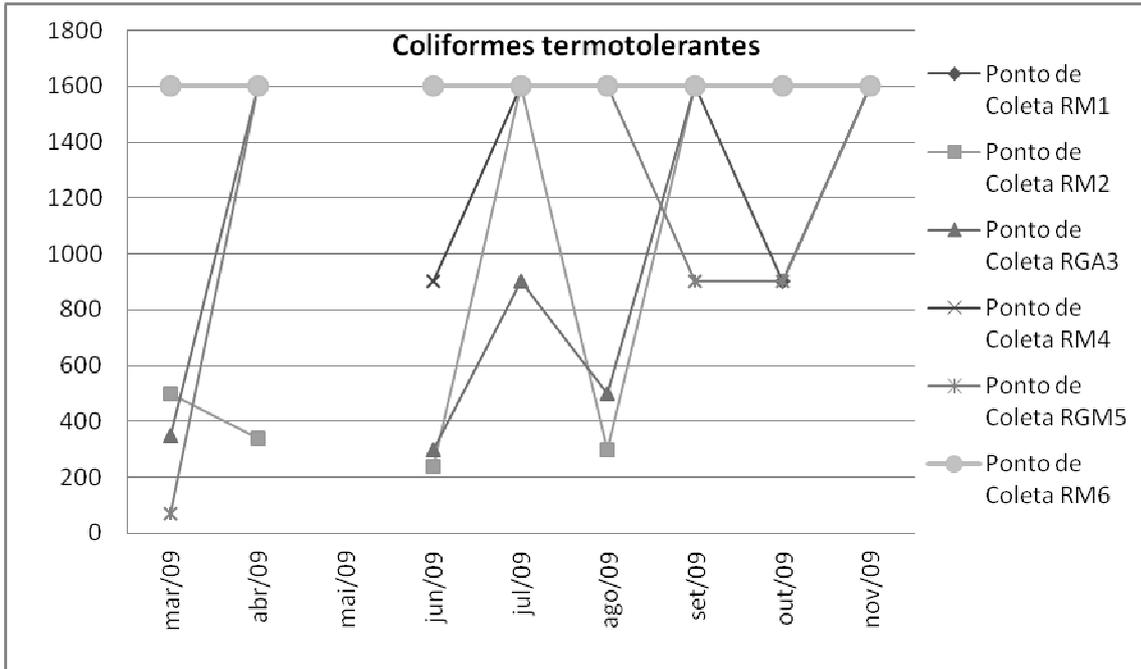


Figura nº 31: NMP de coliformes termotolerantes nos pontos de coleta do rio Macacu, Guapi-Açu, Guapi-Macacu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009

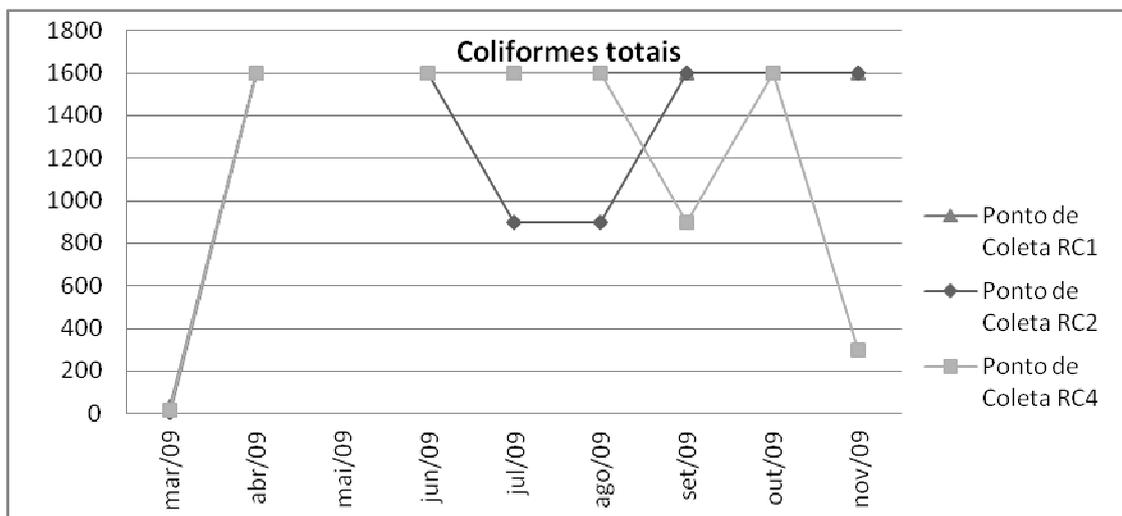


Figura nº 32: NMP de coliformes totais nos pontos de coleta do rio Caceribú, localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009

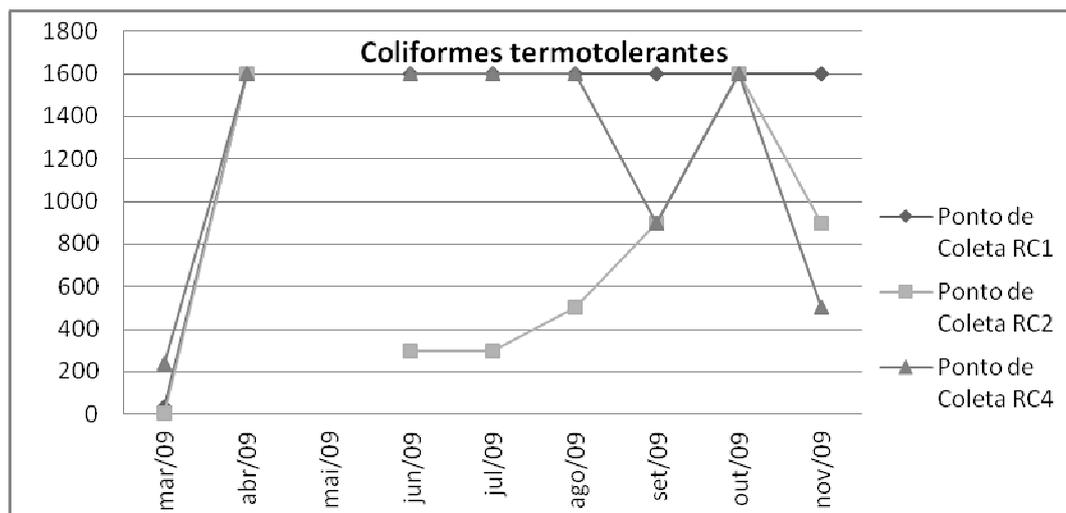


Figura nº 33: NMP de coliformes termotolerantes nos pontos de coleta do rio Caceribú, localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009

5.1.14 Parâmetros Parasitológicos.

As análises parasitológicas foram realizadas apenas no mês de fevereiro, porque este parâmetro não faz parte dos parâmetros previstos, pelo Índice de Qualidade da Água (IQA). Tal índice baseia-se nos parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das mesmas, cujo determinante é o uso para o abastecimento público. Vários surtos de doenças parasitárias foram atribuídos ao consumo de água contaminada, sejam elas submetidas ou não ao tratamento por cloro ou outros processos (KORICH et al., 1990; CETESB, 2008).

As formas infectantes, mesmo apresentando tamanhos reduzidos, podem causar infecção quando presentes em quantidades muito pequenas (KOSEK et al., 2001; BASTOS et al., 2001), por isso já se encontra previsto na Portaria 518/04, art. 11, § 8º, a recomendação para um padrão de ausência.

Não obstante a não inclusão da avaliação parasitológica no IQA, é inconteste a sua relevância para a qualidade sanitária da água, fato que motivou a sua avaliação, e que é amplamente demonstrada nos trabalhos de diversos autores (ONGERTH & STIBBS, 1987; GERBA & GERBA, 1995; BURKHARI, et al., 1998;; SLIFKO et al, 2000; CUTOLO, 2000; TÊUNIS, & HAVELAAR, 2002; SMITH et al., 2006; FRANCO et al., 2007; REYNOLDS et al.; 2008).

Cistos de *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia* e oocistos de *Cryptosporidium spp* são frequentemente excretados em larga quantidade,

provenientes de fezes do homem e mais raramente de animais infectados causando a contaminação da água (MONS, 2009). Tais cistos são muito resistentes às severas variações ambientais e podem sobreviver por vários meses nesses ambientes (MULLER, 2000). Além do mais, possuem resistência às concentrações de desinfetantes, comumente utilizadas em estações de tratamento para reduzir as contaminações causadas por bactérias (CDC, 2009).

A presença de cistos em mananciais superficiais foi determinada em diversos países, em densidades variáveis, havendo maior incidência em mananciais que recebem esgotos sanitários e contribuições de atividades agropastoris (GLICKER & EDWARDS, 1992; ISAAC-RENTON et al., 1994; ROSE, 1997; ROSE et al, 1991; BASTOS et al., 2001).

No caso do *Cryptosporidium spp*, o prolongado período em que os oocistos se conservam viáveis no meio ambiente, somado aos seus reduzidos tamanhos (2-5 :m), são fatores contributivos à veiculação hídrica (ROSE, 1991). Segundo Rose & Smith (1998), os hospedeiros infectados podem eliminar entre 10^9 a 10^{10} oocistos, estes por serem altamente infecciosos, podem causar infecções no homem com apenas 30 deles (DUPONT et al. 1995).

A *Giardia lamblia* por sua vez, pode causar infecção com 10 a 100 cistos (GUERRANT et BOBAK, 1991 ; MARKELL, 1999).

A turbidez também foi medida nos pontos em que foram realizadas as coletas e o valor obtido para cada um deles, esteve dentro do previsto pela Resolução CONAMA 357/05, exceto no RM2 em que a turbidez foi de 120 NTU. A média da turbidez nos 3 dias foi de $48,35 \pm 28,18$. Tal parâmetro foi medido por ser um indicador parasitológico da qualidade da água, estando intimamente ligado à presença de (oo) cistos de protozoários na água (BASTOS, et al., 2001; HSU & YET, 2003).

A turbidez não está relacionada diretamente com a presença de matéria fecal, mas elevação da turbidez pode ser seguida em muitos casos, pela elevação do número de patógenos, incluindo cistos de *Giardia lamblia* e *Entamoeba histolytica* ou oocistos de *Cryptosporidium* (ONGERTH, 1990; ONGERTH & PEGORARO, 1995; NIEMINSKI ET AL. 1995; BASTOS et al., 2001; HSU & YEH, 2003).

Os resultados das análises parasitológicas realizadas através de

método de Ritchie modificado por Young (1979), com observação das lâminas ao microscópio ótico, dos testes de ELISA e da turbidez estão demonstrados nas tabelas nº5 e nº6.

Tabela nº5: Resultados das observações ao microscópio ótico das análises parasitológicas pelo método de Ritchie modificado por Young (1979), e da turbidez das amostras de água coletadas em pontos dos rios Macacu, Guapiaçu, Guapi-Macacu e Caceribu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, no mês de fevereiro de 2010.

Ponto de coleta	Data	Turbidez NTU	Parasitas visualizados ao MO
RM1	02/02/10	17,3	Oocisto não esporulado de coccidio
RM1 b	03/02/10	60,8	Ovos de <i>Ascaris spp</i> e larva de nematódio
RM2	03/02/10	120,0	Não encontrado
RGA3	03/02/10	46,1	Não encontrado
RM4	03/02/10	49,9	Não encontrado
RGM5	01/02/10	27,0	Não encontrado
RM6	03/02/10	45,7	Não encontrado
RC1	02/02/10	35,6	Não encontrado
RC2	02/02/10	62,2	Não encontrado
RC4	03/02/10	18,9	Não encontrado

*A média do comprimento dos ovos de *Ascaris spp* encontrados foi de 60 ± 7 , 168 e de largura $52,75 :m \pm 6,50$.

Tabela nº 6: Resultados dos testes de ELIZA e turbidez das amostras de água coletadas em pontos dos rios Macacu, Guapiaçu, Guapi-Macacu e Caceribu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, no mês de fevereiro de 2010.

Ponto de coleta	Data	Turbidez NTU	<i>Cryptosporidium</i>	<i>Giardia lamblia</i>	<i>Entamoeba hitolytica</i>
RM1	02/02/10	17,3	negativo	Negativo	negativo
RM1 b	03/02/10	60,8	positivo	Negativo	negativo
RM2	03/02/10	120,0	negativo	Negativo	negativo
RGA3	03/02/10	46,1	negativo	Negativo	negativo
RM4	03/02/10	49,9	negativo	Negativo	negativo
RGM5	01/02/10	27,0	negativo	Negativo	negativo
RM6	03/02/10	45,7	negativo	Negativo	negativo
RC1	02/02/10	35,6	negativo	Positivo	negativo
RC2	02/02/10	62,2	negativo	Negativo	negativo
RC4	03/02/10	18,9	positivo	Negativo	negativo

Ao realizar as coletas incluímos o ponto RM1b, embora apresente a mesma localização do RM1, porque é o ponto mais profundo, a montante da nascente, por ser possível a coleta em maior e menor profundidade e, finalmente por tratar-se do rio Macacu, com uma das maiores médias anuais de NMP de coliformes na maior parte dos meses, em relação aos demais pontos.

Os resultados dos testes de ELIZA apresentados na tabela, foram positivos para *Cryptosporidium spp* nos pontos de coleta RM1b e em RC4, para *Giardia lamblia* no ponto de coleta RC1 e negativo para *Entamoeba histolytica* em todos os pontos (tabela 6).

Nas análises realizadas pelo método de Ritchie modificado por Young (1979), foram encontrados nos pontos RM1, oocisto não esporulado de coccídeo e em RM1b vários ovos de *Ascaris spp* e larvas de nematódeos que podem ser provenientes de ciclo de helmintos de vida livre. A média do comprimento de 30 dos ovos de *Ascaris spp* encontrados foi de 60 :m (± 7 , 168:m) e da largura 52,75 :m ($\pm 6,50$:m). Os ovos férteis mediram, em média, 60 x 45 μ m, com variações entre 45 e 70 μ m no maior diâmetro, sendo que os ovos inférteis medem 80 a 90 μ m de comprimento. (ZERBINI, 2001). Portanto, os ovos encontrados são ovos férteis passíveis de infectar o hospedeiro.

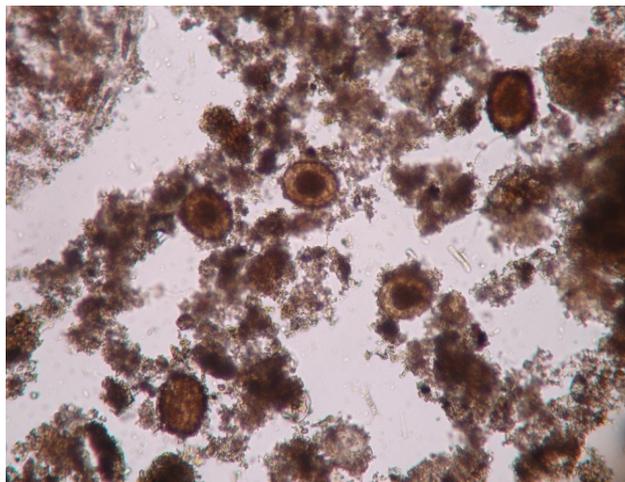


Figura nº 34 : Ovos de *Ascaris spp* , microscopia ótica da lâmina da água (RITCHIE,1948) no ponto RM1b, situado no rio Macacu, localizado na Baixada Fluminense, RJ, 2010.



Figura nº 35 : Detalhe do ovo de *Ascaris spp* , microscopia ótica da lâmina da água
(RITICHIE,1948)

no ponto RM1b, situado no rio Macacu, localizado na Baixada Fluminense, RJ, 2010.

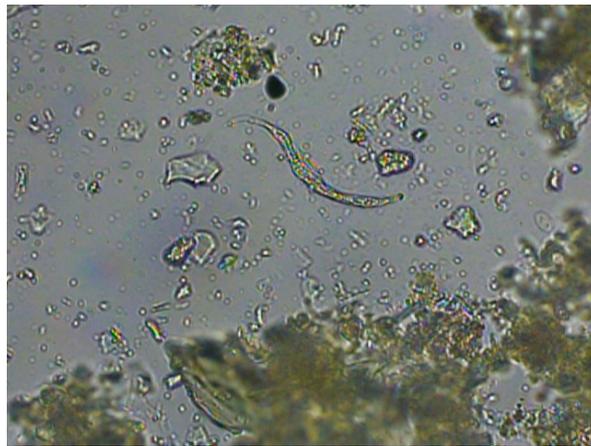


Figura nº 36 : Larva de nematódeo, microscopia ótica da lâmina da água
(RITICHIE,1948) no ponto RM1b, situado no rio Macacu, localizado na Baixada Fluminense, RJ,
2010.

Os achados de parasitas foram apenas nos pontos RM1, RM1b, RC1 e RC4, isso pode sugerir alta capacidade de autodepuração do rio, em determinados períodos do dia, ou pode ter ocorrido por fatores ligados à sazonalidade. Tais achados não descartam os riscos de disseminação hídrica para a população, que se utiliza das águas desses rios, antes os ressaltam, sugerindo a necessidade de maiores investigações, já que os mananciais, conforme indicam as análises colimétricas, vêm recebendo altas cargas de poluentes fecais.

A presença de matéria fecal na água, segundo Hsu et al.(2003), protege os

oocistos da dessecação, tornando-os mais resistentes às pressões ambientais. Para esses autores, a atividade microbiana neste ambiente natural pode contribuir para a destruição eventual dos cistos, sugerindo uma sobrevivência mais curta nesses ambientes.

As parasitoses consistem em importantes problemas de saúde pública, promovendo muito mais que as perdas econômicas com assistência médica, e a redução da capacidade laboral ou a inaptidão para o trabalho. Antes ameaçam a vida e a qualidade de vida de um número significativo da população, ocorrendo tanto nos países desenvolvidos, quanto naqueles em desenvolvimento, onde são mais intensas e prevalentes (SLIFKO et al., 2000).

6 CONCLUSÃO

Os rios Macacu, Guapi-Macacu, Guapi-Açu e Caceribu apresentam perfis semelhantes relativos às características de suas bacias, inclusive quanto às possíveis fontes poluidoras. O resultado é que esses rios vêm sofrendo, ainda que em níveis e graus diferenciados, as conseqüências relativas aos impactos antrópicos e agropastoris que os ameaçam. Isto ocorre principalmente no que se refere à poluição fecal que pode inclusive tornar as suas águas inadequadas aos seus usos preponderantes.

Na avaliação dos parâmetros indicadores da qualidade das águas, aferidos nesta pesquisa, alguns apresentaram alterações significativas que comprometem à saúde destes ecossistemas.

No parâmetro temperatura da água apurou-se que, dentro do período estudado, esta refletiu de modo discreto o efeito da sazonalidade, com temperaturas mais baixas nos meses de inverno, elevando-se na primavera. No ponto RC2, a maior temperatura (37°C), ocorreu no mês de novembro, mostrando-se mais alta que nos demais pontos em todos os meses apurados, indicando a possibilidade de ocorrência de aumento de poluição fecal. Tal inferência se deu pelo aumento concorrente da turbidez e diminuição do oxigênio dissolvido, em níveis muito mais baixos que nos meses anteriores, diminuição da demanda bioquímica de oxigênio, além do aumento grande do potencial redox, caracterizando a ocorrência de

oxidação, sugerindo intensa atividade microbiana, o NMP de coliformes totais manteve-se ≥ 1600 e o de termotolerantes passou de ≥ 1600 para 900. (Tabela J).

Ainda no ponto RC2, no mês de novembro, também foi constatada a presença de Gigogas, evidenciando lançamentos de esgotos sem tratamento.

No que se refere à salinidade foi observado que os pontos do rio Caceribu apresentaram salinidade mais elevada do que os do rio Macacu. A salinidade da maioria dos pontos é característica de água doce, exceto em RGM5, RM6 e em RC4, classificadas em águas salobras.

Os dados do pH indicaram que no período das pesquisas houve uma tendência de abaixamento nos meses de março, setembro, outubro e novembro, quando há ocorrência de chuvas na região e aumento da vazão dos rios.

O ponto RM2, que recebe despejo da Vala da Jurema, córrego que é provavelmente drenagem de brejo, rico em material detrítico, apresentou pH e OD abaixo do previsto pela CONAMA 237/05 e, valores altos de fosfato, também fora do previsto pela lei ambiental, durante todos os meses. Os NMP de coliformes totais e termotolerantes apresentaram-se na maior parte dos meses ≥ 1600 , sugerindo poluição por efluentes domésticos e práticas agrícolas.

O acompanhamento da condutividade revelou valores maiores no período de menor vazão, comprovando a influência da vazão nos parâmetros físico-químicos da água.

Os valores de OD foram mais baixos no rio Caceribu do que no rio Macacu, exceto nos pontos RC1 que se apresenta mais encachoeirado e do RM2 que é o ponto da área de drenagem da terraplanagem do COMPERJ. Tanto no rio Caceribu quanto no rio Macacu o OD tende a diminuir em direção à foz. A contribuição primária da coluna d'água para ambos os rios esteve baixa durante o período das coletas, sugerindo pouca contribuição para o aumento do OD. No caso dos pontos RGM5, RM6 e RC4, por estarem sujeitos aos movimentos maregráficos, ocorre a possibilidade de melhor oxigenação.

Na avaliação da DBO observou-se que tanto no rio Macacu quanto no rio Caceribu, os processos tróficos da coluna d'água da região aparentam uma tendência de baixa produtividade primária, concomitante a valores relativamente baixos de DBO₅. Este comportamento pode ocorrer, provavelmente em decorrência da hidrodinâmica dos rios que promove a difusão turbulenta do oxigênio. O ponto

RM2 não seguiu essa tendência, aí o OD apresentou valores mais baixos, sugerindo a influência da drenagem da Vala da Jurema, que é drenagem de brejo.

Na apuração dos sólidos totais dissolvidos os pontos do rio Caceribu apresentaram valores mais altos do que os do rio Macacu.

Os valores de fósforo total tanto no rio Caceribu quanto no rio Macacu são mais elevados do que os valores admitidos pela Resolução CONAMA 357/05 (0,15 mg L⁻¹, para fósforo em ambiente lótico) sugerindo poluição por efluente orgânico.

Os parâmetros bacteriológicos aferidos indicaram um NMP de coliformes totais e fecais elevados em todos os pontos, independentemente da sazonalidade, fora daqueles estabelecidos pela legislação pertinente aos seus usos preponderantes. Na avaliação desses parâmetros, foi observado que os rios Macacu, Guapi-Macacu, Guapi-Açu e Caceribu apresentaram NMP de coliformes totais e termotolerantes muito elevado, caracterizando contaminação fecal que se fez presente da nascente até a foz.

O número elevado de coliformes totais e termotolerantes é consequência de lançamento de esgotos *in natura* que os rios recebem durante a passagem pelo perímetro urbano e áreas rurais dos municípios participantes das bacias. Além disto, as pastagens e as demais atividades desenvolvidas na região, associadas ao péssimo estado de conservação das matas ciliares, tudo isso pode concorrer para o aumento da poluição microbiológica das águas dos rios estudados.

Por pesquisa microscópica após concentração foram encontrados em RM1 oocisto não esporulado de coccidio, ovos de *Ascaris spp* e larva de nematódio; As pesquisas antigênicas demonstraram em RM1b e em RC4 a presença de *Cryptosporidium spp*, em RC1 a presença de *Giardia lamblia*. Não foi determinada a presença de *Entamoeba histolytica* em nenhum dos pontos analisados. A detecção dos cistos na água é extremamente variável e os casos de ausência, não significam que não haja poluição por tais parasitas.

Os parasitas encontrados nos pontos de coleta RM1, RM1b, RC1 e RC4, demonstram a necessidade de realização de um estudo sistematizado e contínuo da presença destes parasitas na água, para melhor acompanhamento da contaminação, tendo em vista a sua importância para a saúde pública.

Assim, os resultados das análises parasitológicas e os resultados do NMP de coliformes termotolerantes se completam indicando o elevado nível de contaminação por efluentes domésticos dos rios Macacu, Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribu.

Considerando-se a importância dos rios objeto desta pesquisa no contexto político-econômico e, da gestão pretendida pelos órgãos públicos para as bacias da região estudada, recomenda-se que sejam incluídas algumas das seguintes ações, nos processos de gestão da qualidade das águas desses mananciais:

- Mobilização de competências para gerir as bacias;
- Gerar um banco de dados da qualidade das águas dos corpos d'água com inclusão do acompanhamento parasitológico, pluviométrico e de vazão dos rios;
- Dar prosseguimento aos estudos de monitoramento dos rios para avaliação dos efeitos do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro que terá seu funcionamento pleno a partir de 2012;
- Instituir programas de monitoramento sistematizados e contínuos da água, principalmente com avaliação microbiológica e parasitológica mais ampla, como os já realizados por países com tradição no gerenciamento da qualidade de seus recursos hídricos;
- Estabelecer períodos menores para as análises e com maior número de pontos de coletas, do que aqueles já praticados, para o monitoramento microbiológico e parasitológico das águas, tendo em vista a variabilidade dos resultados;
- implantar a gestão da potabilidade, não somente para as empresas que realizam a captação das águas, mas também para os usuários que se utilizam das águas dos mananciais;
- Incluir a obrigatoriedade para a utilização de novas tecnologias para o tratamento da água potável que possibilitem a eliminação de parasitas presentes na água.
- Implantar painéis informativos para a população sobre a qualidade da água nos locais de uso balneários dos rios;
- Monitorar as empresas estabelecidas ao longo dos rios, estabelecendo um controle mais efetivo e menos complacente para os lançamentos de efluentes;
- Implantar ações concomitantes entre os setores de saneamento básico, recursos hídricos e meio ambientes estaduais.

O monitoramento periódico da qualidade microbiológica da água é fator essencial à prevenção de doenças de veiculação hídrica, considerando-se que a proteção dos mananciais para usos de potabilidade e a balneabilidade constituem ações de saúde pública de maior eficiência, na prevenção de doenças e dos índices de mortalidade.

Para a gestão dos recursos hídricos é necessário o monitoramento contínuo dos mananciais, a minimização do desperdício da água, além de investimentos no desenvolvimento de tecnologias efetivas no setor e no tratamento da água. O monitoramento dos mananciais é parte da prevenção de possíveis alterações na água *in natura* que possam dificultar o processo de tratamento e, se traduzirá em redução dos custos, que seriam inevitavelmente repassados ao consumidor. Quanto mais limpa a água estiver, menor será o gasto em seu tratamento, o que será refletido diretamente no custeio da produção de água para consumo.

A dificuldade de harmonização do meio ambiente, com as pressões dos sistemas antrópicos cria uma necessidade crescente, de mecanismos de gestão mais eficientes. O que se pretende em uma gestão direcionada para o uso sustentável da água é que satisfaça as necessidades da sociedade atual, dentro do contexto de crescimento populacional e econômico, sem comprometer o direito das futuras gerações à saúde e aos ecossistemas preservados.

REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Bactérias Coliformes Totais, Coliformes Fecais e Escherichia coli em Alimentos - Determinação do Número Mais Provável (NMP). Rio de Janeiro: **ABNT**, 1991.

ALLEN, S. E. **Chemical Analysis of Ecological Materials**. Blackwell Scientific Publications. London, 1989. 367 p. Acesso em 20/01/10.

ALMEIDA, R. M. A. A.; HUSSAR. G. J.; PERES, M. R.; JUNIOR; A. L. F. Qualidade microbiológica do córrego “Ribeirão dos Porcos” no município de Espírito Santo do Pinhal – SP. **Engenharia Ambiental**, v. 1, n. 1, p. 51-56, 2004.

AMADOR, E. S. **Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: homem e natureza**. Tese de Doutorado. PPGG Instituto de Geociências/UFRJ, Ed. Reproarte Gráfica e Editora, 1997. 539 p.

AMARAL, L.A; NADER, F.A, ROSSI JUNIOR, O.D, FERREIRA, LA & BARRO, L.S.S (2003). Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública** 37: 510-514.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APAHA). Standard methods for the Examination of Water and Waste Water, 21th. Ed. **American Public Health Association**, Washington, D.C., 2005.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA) & WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF), 2009. Acesso em 20/04/09. <http://www.awwa.org/Publications/JournalCurrent.cfm?navItemNumber=1622>.

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito Ambiental**. 12 ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2009. ARCOVA, F.C.S.; CESAR, S.F.; CICCIO, V. Qualidade da água e dinâmica de nutrientes em bacia hidrográfica recoberta por floresta de mata atlântica. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.5, n.1, p.1-20, 1993.

ARCOVA, F.C.S.; CESAR, S.F.; CICCIO, V. Qualidade da água e dinâmica de nutrientes em bacia hidrográfica recoberta por floresta de mata atlântica. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.5, n.1, p.1-20, 1993.

ASSOCIAÇÃO EXECUTIVA DE APOIO À GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS i PEIXE VIVO / AGB. <http://www.agbpeixevivo.org.br>. Acesso em 11/09/2009.

BARBOSA, F. A. R.; SCARANO, F. R.; SABARÁ, M. G. & ESTEVES, F. A. Brazilian LTER: ecosystem support of decision – making. **Environmental Monitoring and Assessment**.v. 90, p. 121-133, 2004.

BARLOW, MAUDE. **Blue Gold. The Global Water Crisis and the Commodification of the World's Water Supply**, Revised Edition Spring, 2001.

BARRAQUÉ, B. Past and future sustainability of water policies in Europe. **Natural Resources Forum**, 27,200-211, 2003.

BARTH, F. T. A recente experiência brasileira de gerenciamento de recursos hídricos. **Cadernos Fundap** /Fundação do Desenvolvimento Administrativo: Política ambiental e gestão dos recursos naturais. 20: 59 - 75, 1996.

BARTRAM, JAMIE. Flowing away: water and health opportunities. **Bulletin of the World Health Organization**, 86 (1), January 2008.

BESSONG, P.O.; ODIYO, J.O.; MUSEKENE, J.N. and TESSEMA, A. Spatial Distribution of Diarrhoeia and microbial Quality of Domestic Water During on Outbreak of Diarrhoeain The Tshikuwi Comumnity in Venda, South Africa. **Health POPUL. NUTR.** Oct. 27, (5): 652-659, 2009.

BETTEGA, J.M.P.R.; MACHADO, M.R.; PRESIBELLA,M. et al. Métodos Analíticos no Controle Microbiológico da Água para Consumo Humano.**Ciênc. Agricotec**, Lavras, 30(5):950-954,set/out, 2006.

BHUNI, RAMA; HUTIN YVAN; RAMAKRISHNAN, RAMACHANDRAN, PAL, NISHITH, SENAPAS and MURHEKAR, MANOJ. A typhoid fever outbreak in a slum of South Dumdum municipality, West Bengal, India, 2007: Evidence for foodborne and waterborne transmission. **BMC Public Health**, 9:115, 2009.

BOULTON, A. J. & BOON, P. I. A review of methodology used to measure leaf litter decomposition in lotic environments: time to turn over an old leaf? **Aust. J. Mar. Fresh. Res.**, 42: 1-43, 1991.

BOURLON, N.; BERTHON, D. Desenvolvimento Sustentável e Gerenciamento de Bacias Hidrográficas na América Latina. Revista Água em Revista. Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais - CPRM. Ano VI, nº 10, p.16-22, 1998.

BOYD, C. e TUCKER, C. **Pond Aquaculture: Water Quality Management**. Boston: Kluwer Academic Publishers. 1998. 700p.

BRAGA, BENEDITO et al. **Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio de desenvolvimento sustentável**. 2 ed. Ver.amp. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.305 p.

BRAILE, P.M. & CAVALCANTI, J.E.W. Manual de tratamento de águas residuárias industriais. SP, CETESB, 764 p., 1979.

BRANCO, S.M. & ROCHA, A.A. Poluição, proteção e usos múltiplos de represas. São Paulo, **CETESB**, p. 7-25, 37-39, 1977.

BRASIL, CONAMA – Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 de maio de 2005. Disponível em: http://www.mp.rs.gov.br/areas/ambiente/arquivos/bola03_06/ib105.pdf

_____. Portaria MS nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 mar. 2004, Seção 1.

_____. Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 09 jan. 1997.

BRITTO, A.L.; et BARRAQUÉ, BERNARD. Discutindo gestão sustentável da água em áreas metropolitanas no Brasil: reflexões a partir da metodologia europeia Water 21. **Cadernos Metrópole**, 19 pp. 123-142 1ª sem. 2008.

BRITTO, A. L. et FORMIGA-JOHNOSON, R. M. Gouvernance de l'eau dans les métropoles brésiliennes: une nouvelle perspective pour la coopération interinstitutionnelle. Papier préparé pour le colloque NORD –SUD: Regards croisés Sur le Développement Urbain durable. **PIDUD – CNRS/ D2RT – MEDAD**, Janvier, 2008.

BROWN, G.W.; GAHLER, A. R. & MARSTON, R. B. 1973 Nutrient losses after clear-cut logging and slash burning in the Oregon coast range. Water Resources Research. 9(5):1450-1453.

CANADÁ. **New Brunswick Water. Economy Agreement. Monitoring surface water quality**. A guide for citizens, students and communities in atlantic Canada. Canada:New Brunswick; Environment. 1994.76.

CARVALHO, A. R.; MINGANTE, F. H.; TORNISIELO, L. Relação da atividade agropecuária com parâmetros físicos e químicos da água. **Revista Química Nova**, São Paulo, v.23, n.5, p.618-622, 2000.

CARVALHO, F.M; FALCÃO, A.O; ALBUQUERQUE, M.C; SILVA, P.; BASTOS, O.M.P; UCHÔA, C.M.A; Diagnóstico Coproparasitológico: estudo comparativo entre métodos de Faust e cols.,Lutz, Baerman e Moraes, Coprotest. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v.34, p. 75-77, 2002.

CASTRO, A. M. S. M. de; CÂMARA, V. de M. Avaliação do programa de vigilância da qualidade da água para consumo humano em Salvador, *Estado da Bahia*. **Rev. Baiana Saúde Pública**. 28 (2): 212-226, jul.-dez. 2004.

CASTRO-HERMIDA, J.; ALMEIDA, A.; GONZALEZ,-WARLETA, M.;COSTA, J.M.C. da; RUMBO-LORENZO, C.; MEZO,M. Occurrence of *Cryptosporidium parvum* and *Giardia duodenalis* in healthy adult domestic ruminants. **Parasitol. Res.** 101, 1443–1448, 2007.

CASTRO-HERMIDA, J.A.; GARCIA-PRESEDO, I.; ALMEIDA, A.; GONZALEZ – WARLETA, M.; J. COSTA, M. C. da; MEZO, M. Contribution of treated wastewater to the contamination of recreational river areas with *Cryptosporidium* spp. and *Giardia duodenalis*. **Water Research** 42, p. 3528 – 3538, 2008.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Surveillance for Waterborne Disease and Outbreaks Associated with Recreational Water Use and Other Aquatic Facility-Associated Health Events — United States, 2005–2006 and Surveillance for Waterborne Disease and Outbreaks Associated with Drinking Water and Water not Intended for Drinking — United States, 2005- 2006.

<http://www.cdc.gov/mmwr/pdf/ss/ss5709.pdf> . Acesso em 11/09/09.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION.Cryptosporidium and water: A Public Health Handbook, 1997. Acesso em 20/09/09.

<http://www.cdc.gov/healthywater/drinking/public>.

CEPAL. **Propuesta para El Ordenamiento de los Sistemas de Gestion Del Agua em los Paisesn de La Region**,1991, 43p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Informações. Acesso em 20/06/08. Gestão da Água. <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>.

COMPENDIUM OF METHODS for the. **Microbiological Examination of. Foods**, 4th Edition, 2001.

COORDENAÇÃO-GERAL DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL, SEC. DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE, MIN. DA SAÚDE. **Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano**. Brasília, 2006.

COUPE, S.; DELABRE, K.; POUILLO, R.; HOUDART, S.; SANTILLANA-HAYAT, M.; DEROUIN, F. Detection of Cryptosporidium, Giardia and Enterocytozoon bienewisi in surface water, including recreational areas: a one-year prospective study. **FEMS Immunol. Med. Microbiol.** 47 (3), 359, 2006.

CRAUN, G.F., CALDERON, R.L., CRAUN, M.F. Outbreaks associated with recreational water in the United States. **Int. J. Environ. Health Res.** 15 (4), 243–262, 2005.

CRAUN, F. G.; BERGER, P. S.; CALDERON, R. Coliform bacteria and waterborne diseases outbreak. **Journal of the American Water Works Association**, v. 89, p. 96-104, 1997.

CRUMP, J.A; LUBY,S.P; MINTZ, E.D. **The global burden of typhoid fever. Bull World Health Organ**, 82:346-53, 2004.

CUNHA, E. C.;CUNHA, H. F. A.;SOUZA, J.A. et al.Monitoramento de Águas Superficiais em Rios Estuarinos do Estado do Amapá sob Poluição Microbiológica. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, sér. Ciências Naturais, Belém, 1(1): 191-199 jan/abr, 2005.

CUTOLO, S. A.;ROCHA, A.A. Uso de Parasitas como Indicadores Sanitários da Qualidade das Águas de Reuso. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 27, Porto Alegre. 3-8 dic, 2000.

DANIEL, P.A.; DUMOUNIER, N.; MANDRA, V.; TAMBO, N.; Kamel T. Pathogenic protozoa in raw and drinking water: occurrence and removal (*Giardia*, *Cryptosporidium*, etc.). **Water Supply**; 14(3/4): 387–401, 1996.

DANTAS, J. R. da C.; ALMEIDA, J. R. de.; LINS, G.A. Impactos ambientais na bacia hidrográfica de Guapi/Macacu e suas conseqüências para o abastecimento de água nos municípios do leste da Baía de Guanabara. Rio de Janeiro, **CETEM/MCT**, it, 2008.

DEAN, W. A Ferro e Fogo: **A História e a Devastação da Mata Atlântica Brasileira**, São Paulo, Companhia das Letras, 1996.

DEFESA CIVIL DE CANTAGALO <http://www.defesacivilcantagalo.rj.gov.br/>. Acesso em 10/01/10.

DIRECTIVE 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ>. Acesso em 15/11/09.

DUPONT, H.L., CHAPPEL, C.L., STERLING, C.R., OKHUYSEN, P.C., ROSE, J.B. & JAKUBOWSKI, W. The infectivity of *Cryptosporidium parvum* in healthy volunteers. **N. Engl. J. Med.**, 332:855-859, 1995.

ECOLOGUS-AGAR ENGENHARIA CONSULTIVA; CNEC. **Estudos de recursos hídricos para revisão do plano diretor de abastecimento de água da região metropolitana do Rio de Janeiro**. 2005

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Atlas do meio ambiente do Brasil**. Brasília, DF: Terra Viva, 1994.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Method 1623. *Cryptosporidium* and *Giardia* in water by filtration/ IMS/F.A.EPA: 821-R99-006, 1999. Acesso em 01/05/09. <http://www.epa.gov/safewater/contaminants/basicinformation.html>

ESTEVEES, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. Interciência, 2 ed. Rio de Janeiro, 602p. 1998.

FAYER, R., TROUT, J. M., JENKINS, M. C. Infectivity of *Cryptosporidium parvum* oocysts stored in water at environmental temperatures. **Journal for Parasitology**, v. 84, p. 1105-1108, 1998.

FAYER, R.; MORGAN, U.; UPTON, S. J. Epidemiology of *Cryptosporidium*: transmission, detection, and identification. **International Journal for Parasitology**, v. 30, p. 1305-1322, 2000.

FORSYTHE, STEPHEN J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Trad. Maria carolina Minardi Guimarães e Cristina Leonhardt – Porto Alegre: Artmed, 2002.

FRANCO, R.M.F. Protozoários de veiculação hídrica: relevância em saúde pública. **Revista Panamericana de Infectologia**, 9: 36-43, 2007.

FUNDAÇÃO IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil**, 2009.

GARG, A. X.; MARSHALL J., SALVADORI, M.; THIESSEN-PHILBROOK, H. R.; MACNAB, J.; SURI, R. S.; HAYNES, R. B.; POPE, J.; CLARK, W. A gradient of acute gastroenteritis was characterized, to assess risk of long-term health sequelae after drinking bacterial-contaminated water. **Journal of Clinical Epidemiology**, 59, 421–428, 2006.

GARRIDO, R. J. S. Comentários sobre do Secretário de Recursos Hídricos sobre os aspectos institucionais do setor. In **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 2001.

GEIGER, P. P. Notas sobre a Evolução da Baixada Fluminense. **Anuário Geográfico do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, CNG, 1951.

GELDREICH, E.E. Qualidade microbiológica em águas potáveis. In: Desinfecção de águas. São Paulo, **CETESB**, p. 73-93, 1974.

GEORGE, J.; M, PETIT, THEATE, C. and SERVAIS, P. Distribution of coliforms in the Seine river and estuary (France) studied by rapid enzymatic methods and plate count, **Estuaries**, 24 (6b), 994-1002, 2001.

GERBA, C.P. & GERBA, P. Outbreaks caused by *Giardia* and *Cryptosporidium* associated with Swimming pools. J. Swim. **Pool Spa. Ind.**, 1:9-18 1995.

GLICKER, J.L. Convincing the public that drinking-water is safe. Journal of the American Water Works Association, v. 84, p. 46-51, 1992.

GRABOW, W. Waterborne diseases: Update on water quality assessment and control. **Water SA**, v.22, n.2, p.193-202, 1996.

GRANT, W. D & LONG, P. E. **Microbiología ambiental**. Zaragoza (Espanha): Editora Acribia, S. A. 1989, 221p.

GRASSHOFF, K.; EHRARDT, M.; KREMLING, K. Methods os Seawater Analysis, Weinhein: **Verlag Chemie**, p.419, 1983.

GUERRANT, R.L et BOBAK, D.A. **Bacterial and protozoal gastroenteritis**. New England. *J Med*, 325: 327-40, 1991.

GUNTHER, W.M.R. H.; RAZZOLINI, M.T.P.; CARDOSO, M.R.A. Condições de Saneamento e Saúde em Assentamentos Periurbanos, Município de Suzano, São Paulo, Brasil. http://www.latinosan2007.net/2007_pontenciasypresentaciones/1_EDUCACION_SANITARIA/Ponencias/Trabajo/Guntherall_Latinosan110607.pdf acesso em 20/09/09.

HELDER, C. Subsídios para Gestão dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Macacu, São João, Macaé e Macabu. **SEMA**, Rio de Janeiro, 1999.

HELLER, L.; BASTOS, R. K. X; VIEIRA, M. B. C. M. et al. Oocystos de *Cryptosporidium* e cistos de *Giardia*: circulação no ambiente e riscos à saúde humana. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, 13 (2):79-92, 2004.

HENKES, S. L. Política Nacional de Recursos Hídricos e Sistema Nacional de Gerenciamento de recursos Hídricos. **Jus Navegandi**, p. 20-25, 2003.

HSU,B.M.; HUANG,C.; HSU,C.L.;HSU,Y. F.; YEH, J.H. Occurance of *Giardia* and *Cryptosporidium* in the Kau-Ping river and its watershed in Souther Taiwan. **Water Research**, 33 (11), p.2701-2707, 1999.

HUTTON, G.; HALLER, L. Evaluation of the costs and benefits of water and sanitation. improvements at the global level. Geneva: **WHO**; 2004. IBGE:

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de Dados. Disponível em <<http://ibge.gov.br>> Acesso em: 04 de janeiro de 2008.

INSTITUTO NACIONAL de METEOROLOGIA (INMET) <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em 01/01/10.

ISAAC-MARQUEZ, A. P.; LEZEMA-DAVILA, C.M.; KU-PECH, R. P.; TAMAY-SEGOVIA, P. Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche. **Salud Pública Méx.**, 36: 655-61, 1994.

JACOBI, P.; FRACALANZA, A. P. Comitês de bacias hidrográficas no Brasil: desafios de fortalecimento da gestão compartilhada e participativa. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 11-12, p. 41-49, 2005.

JAIN, S.K. and SINGH, V.P. **Water Resources System Planning and Management**: Elsevier, 858 p., 2003.

KAUCNER, C. & STINER,T. Sensitive and rapid detection of viable *Giardia* cysts and *Cryptosporidium parvum* oocysts in large volume water samples with wound

fiberglass cartridge filters and reverse transcription – PCR, **Appl. Environ. Microbiol.**,v. 64,p 1743-1749, 1998.

KAY, D. & MC DONALD, A. Reduction of coliform bacteria in two upland reservoirs: the significance of distance, decay relationships. **Water Res.** v.14, p.305-318, 1980.

KETTELHUT, J. T. S. Comitês de bacias hidrográficas. In. MMA. **Anais do ciclo de palestras da secretaria 1997 – 1999.** Brasília: 1999. p.180.

KOPPEËN, WILHELM. **Climatologia: con un estudio de los clima de la tierra.** Mexico. Fondo de Cultura Economia, 1948.478p.

KORICH, D.G.; MEAD, M.S.;SINCLAIR, N.A.;STERLING,C.R. Effects of ozone, chlorine dioxide, chlorine, and monochloramine on *Cryptosporidium parvum* oocyst viability. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 56: p 1423-1428, 1990.

KOSEK, M.;BERN,C. and GUERRANT, R.L. The global burden of diarrhoeal disease as estimated from studies published between 1992 and 2000. **Bull. W.H.O.** v. 81, p. 197-204, 2003.

LANKFORD, BRUCE. Milieux aquatiques, ressources et société : un autre cycle de l'eau. **Agricultural and Environmental Engineering Research**, Session 2 - Eaux et conflits d'usage. Cemagref, UE.France, 2008.

LECHEVALIER, M. W.; NORTON, W.; ATHERTOLTT, B. Protozoa in open reservoirs. **Journal of the American Water Works Association**, v. 89, n. 9, p. 84-96, 1997.

_____ ; NORTON, W. D.; LEE, R.G. Ocurrance of *Giardia* and *Cryptosporidium* in surface water samples. **Applied Environmental Microbiology**, v. 57, p. 2610-2616, 1991.

LIMA, E. DE C.; STAMFORD, T.L.M. Criptosporidium spp. No ambiente aquático: aspectos relevantes da disseminação e diagnóstico. **Ciência e Saúde Coletiva** 8(3):791-800, 2003.

LIMA, L. H. O Dia Mundial da Água. Jornal O Globo. Suplemento **O Dia Mundial da Água**. Rio de Janeiro, 22/03/2001.

LOUREIRO, A, V. HENRIQUES, R. A. T.; TRINDADE, R. M.; GOUVÊIA, M. I. de. Relação da Qualidade da Água Servida com a Presença de Endoparasitoses em Escolares do Ensino Fundamental. **Revista Científica da FAMINAS** - Muriaé - v. 3, n. 1, sup. 1, p. 78, jan.-abr. 2007.

LUTZ. A. O. Schistosomum mansoni e a Shistomatose segundo observações feitas no Brasil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, 11:121-44. 1919.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & águas**. 2. ed. Belo Horizonte, MG: CRQ-MG, 977p., 2004.

MACHADO, C. J. S. O Mundo da Administração Pública das Águas do Estado do Rio de Janeiro Segundo o Olhar Antropológico. **Horizontes Antropológicos**, Porto Alegre, ano 12, n. 25, p. 171-190, jan./jun. 2006.

_____ ; KLEIN, H. Espellet. *Água, doença, saúde e arcabouço institucional-legal: por uma gestão integrada das águas do Estado do Rio de Janeiro*. **Revista Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, n. 11, p. 13-38, set./dez. 2003.

MACHADO, PAULO AFFONSO LEME. **Direito Ambiental Brasileiro**. 12 ed. São Paulo: Malheiros, 2004.

MARGALEF, R. The place of epicontinental waters in global ecology. In: MARGALEF, R. *Limnology now: a paradigm of planetary problems*. Amsterdam: **Elsevier Science**, p. 1-8, 1994.

MARGAT, J. - L'économie de l'eau dans le monde p.277-288, in **Le Grand Livre de l'Eau** , La Manufacture, 1989.412 p.

MARKELL, E.; JOHN, D. et KROTOSKI, W. Medical Parasitology. W.B. Saunders Company, p. 501, 1999.

MASCARENHAS, A.C.M. Conflito e Gestão de Águas: o caso da bacia hidrográfica do rio São Francisco. Dissertação de Mestrado. Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal de Brasília, Distrito Federal, 2008.

MATTAR, M.E. Água: patrimônio, recurso, vida e preocupação. **Ver. do Terceiro Setor**, 12 mar, 2004.

MEDEIROS, P. C. A face oculta da privatização e os desafios da gestão social das Águas no Estado do Paraná. R. RA´E GA, Curitiba, n. 10, p. 117-130, Editora UFPR, 2005.

MELLO, R.T.; ROCHA, M.O.; COSTA, C.A; GIOVANNINI, H.R.; MOREIRA, M.C.C.G. Estudo Comparativo entre métodos "Coprotest " e de Hoffman, Pons e Janer no diagnóstico de Parasitoses intestinais. **Revista de Farmácia e Bioquímica da UFMG**. Belo Horizonte, v. 10, p. 9-15, 1989.

MEYBECK, M.; CHAPMAN, D; HELMER, R. Global Freshwater Quality. A first assesement : **Cambridge: WHO/UNEP**, 1991.

MAYBECK, M. River water quality global ranges, time and space variabilities, proporsal for some definitions. **Verh. Internat. Verein. Limnol. Stuttgart**. 26, p.81-96, 1996.

MONS,C.;DUMÈTRE, A.; GOSSELIN, S.; GALLIOT, C.; MOULIN, L. Monitoring of Cryptosporidium and Giardia river contamination in Paris area. **Water Research**, v. 43, p. 211-217, 2009.

MOURA, A.C.; ASSUMPÇÃO, R.A.B. BISCHOFF. Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do Rio Cascavel durante o período de 2003 a 2006. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.76, n.1, p.17-22, jan./mar., 2009.

MULLER,D.; GREUNE,L. HEUSIPP,G.;KARCH,H.;FRUTH,A. et al. Identification of unconventional interstitial pathogenic *Escherichia coli* isolates expressing intermediate virulence factor profiles by using a novel single step multiplex PCR. *App. Environ. Microbiol.*v. 73, p. 3380-3390, 2007.

MULLER, A.P.B., **Detecção de oocistos de *Cryptosporidium* spp. Em águas de abastecimento superficiais e tratadas da região metropolitana do estado de São Paulo**: Instituto de ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, 2000.

MURRAY,P.R.;ROSENTHAL, K.S.; KOBAYASHI, G.S.; PFALLER,M. A. *Medical Microbiology*, p. 250-264. Ed. Guanabara Koogan S.A., 2004.

NATIONAL SANITATION FOUNDATION (NSF) International. Performance Verification of Ballast Water Treatment Technologies by USEPA/NSF Environmental Technology Verification Program.Stevens, T.G.; Frederich, R.M.;Everett, R.A.; Hurley,J.T.;Hunt, C.D.;Tanis,D.C. Acesso em 20/10/09.

http://www.nsf.org/business/water_quality_protection_center/papers.asp?program=WaterQuaProCen

NAVIN, T.R. & JURANEK, D.D. Cryptosporidiosis: clinical epidemiologic and parasitologic review. **Rev. Infect. Dis.**, 6:313-327, 1984.

NIEMINSKI, E.C.; SCHAEFER, F.W.I.I.I.; ONGERTH, J.E. Comparison of two methods of *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts in water. **Appl. Environ. Microbiol.**, v.61, p.1714-1719, 1995.

OBI, C.L.; POTGIETER, N.; BESSONG,P.O.; MATSAUNG , G. Scope of potential bacterial agents of diarrhoea and microbial assessment of quality of river water sources in rural Venda communities in South Africa. **Water Sci. Technol.** 47 (3),

p. 59–64, 2003.

O'CONNOR, D.R. Report of the Walkerton Inquiry: the events of May 2000 and related issues, part one. Toronto: Queen's Printer; 2002. Available at: <http://www.attorneygeneral.jus.gov.on.ca/english/about/pubs/walkerton/part1/>

ODUM, H.T. Ecologia. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 434p., 1988.

ONGERTH, J.E. & STIBBS, H.H. Identification of *Cryptosporidium* oocysts in river water. **Appl. and Environ. Microbiol.**, 61: 1714-1719, 1987.

_____ ; Evaluation of treatment for removing *Giardia* Cysts. **Journal of the American Water Works Association**, v. 81, 81-86, 1990.

_____ & PEGORARO, J. Removing *Giardia* and *Cryptosporidium* by conventional treatment and direct filtration. **J Am Water Assoc.**, v. 87, p. 96-106, 1995.

OPAS/OMS - ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE/ ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Água e saúde, 2001. Disponível em:

<<http://www.opas.org.br/sistema/fotos/agua.PDF>>. Acesso em: 23 nov. 2007.

OPAS/OMS. **Caderno “Água e Saúde”**, 1998.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU):

http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/goal_1.html. Acesso em 08/08/2009.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). **Informe sobre la salud en el mundo 2007 - protección de la salud pública mundial en el siglo XXI: un porvenir más seguro**, 2007. 76p.

ORTEGA, A.C. A relação rural-urbana na nova forma de governança estabelecida pelos Comitês de Bacias Hidrográficas: o caso do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. **Anais da SOBER**, 1998.

PALMA-SILVA, G.M. Diagnóstico ambiental, qualidade da água e índice de depuração do Rio Corumbataí - SP. 1999. 155 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Integrado de Recursos) - Centro de Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

PARREIRA, F.V. et al. Uso de agrotóxicos carbamatos em plantações de tomate- Impacto sobre a qualidade da água rural e urbana. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13. Belo Horizonte - MG. **Anais...BH-MG.1999.CD-Rom.**

PARK, J.E.; AHN, T.S.; LEE, H.J.; and LEE, Y.O. Comparison of total and faecal coliforms as faecal indicator in eutrophicated surface water. **Water Science & Technology**, Vol. 54 No 3, pp. 185–190, Q IWA Publishing , 2006.

PAYMENT, P.; WAITE, M.; DUFOUR, A. Introducing Parameters for the Assessment of Drinking Water Quality. Chapter 2. **WHO**, 1997. (Guidelines), 1997.

PERCEBON, C.M.; BITETENCOURT, A.V.L.; FILHO, E. F. da ROSA. Diagnóstico da Temperatura das águas dos principais rios de Blumenau, SC. **Boletim Paranaense de Geociências**; v. 56, 2005.

PEREIRA, D. S. P.; FORMIGA - JOHNSON, R. M. Descentralização da gestão dos recursos hídricos em bacias nacionais no Brasil. **REGA** – Vol. 2, no. 1, p. 53-72, jan./jun. 2005.

PETERS, N.E; MEYBECK, M. Water quality degradation effects on freshwater availability: impacts to human activities. **Water International**, Urbana, v.25, n.2, p.214-21, 2000.

PORTO, F.A.; BRANCO, S.M.; LUCA, S.J. Caracterização da qualidade da água. In: PORTO, R.L. (Org.). **Hidrologia ambiental**, São Paulo: EDUSP, p.375-390, 1991.

REBOUÇAS, A.C. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 2 ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

REYNOLD, K.A.; MENA, K.D.; GERBA, C.P. Risk of waterborne illness via drinking water in the United States. **Rev. Environ. Conm. Toxicol**, v. 192, p. 117–158, 2008.

RITCHIE, L.S. An ether sedimentation technique for routine stool examinations. **Bull. U.S. Army Med. Dept.**, 8: 326, 1948.

ROMPRÉ, A.; SERVAIS, P.; BAUDART, J.; DE-ROUBIN, M. R.; LAURENT, P. Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging. **Journal of Microbiological Methods**, v. 49, p. 31-54, 2002.

ROSE, J.B. Environmental ecology of Cryptosporidium and public health implications. **Annu. Rev. Public. Health**, v. 18, p. 135- 161, 1997.

_____; Roy,S.; ABRAHAM,,V.; HOLMGREN, G.; GEORGE, K.; BALRAJ, V.; ABRAHAM,,S.; MULIYIL, A.; KANG, J. G.; Solar disinfection of water for diarrhoeal prevention in Southem, India. **Arch. Dis. Child**, v. 91(2), p. 139-141, 2006

SABARÁ, M.G. **Programa de Monitoramento dos efeitos das atividades Florestais da CENIBRA sobre os Recursos Hídricos de Superfície**, Diretoria de Ciências Exatas. Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Relatório Final, julho de 2005. Acesso em 22/01/2007.

http://cadastrocthidro.ana.gov.br/arquivos/relatorio_do_pprocesso_550175_2002.

SANTÉ CANADA **.Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique – Les coliformes totaux**. Bureau de la qualité de l'eau et de la santé Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa, (Ontario), 2006.

SÃO PAULO. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Váriáveis de qualidade das águas**. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>>. Acesso em: 26 jun. 2007.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. M. C.; PEREIRA, I. C. **Introdução ao Gerenciamento dos recursos hídricos**. 2 ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000.

SHIBATA, T.; SOLO-GABRIELE, H.M.; FLEMING L.E.; ELMIR. S. Monitoring marine recreational water quality using multiple microbial indicators in an urban tropical environment. **Water Research**, v.38, p.3119-3131, 2004.

SICSÚ, ABRAHAM BENZAQUEN. Ética e Sustentabilidade: Desafios Atuais. Ethics and sustainability: present current challenges. **Revista Brasileira de Bioética**. Volume 1, no 3, p.289-296, 2005.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. 31p. 2. ed. São Paulo, SP: Varela, 2001.

SILVA, J. M.; FERREIRA, M. Q. M. Qualidade de efluentes. in Simpósio sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do semi-árido, 2, Mossoró **Anais**, p.45-49, 1997.

_____ ; CACCIO, S.M.; COOK, N.; NICHOLS, R.A.B.; TAIT, A., *Cryptosporidium* and *Giardia* as foodborne zoonoses. **Vet. Parasitol.** 149, 29–40, 2007.

SLIFKO,T.R.; SMITH, H.V.;ROSE, J.B. Emerging parasite zoonoses associated with water and food *International Journal for Parasitology*, v.30, p. 1379-1393, 2000.

SMITH, H. V.; NICHOLS, R. A. B.; GRIMASON, A. M. *Cryptosporidium* excystation and invasion: getting to the guts of the matter. **Trends in Parasitology**, v. 21, p. 133-142, 2005.

SMITH, A.; REACHER, M.; SMERDON, W.;ADAK,G.K.; NICHOLS,G.; CHALMERS,R.M. Outbreaks of waterborne infectious intestinal disease in England and Wales, 1992-2003. **Epidemiol. Infect.**v. 134, p. 1141-1149, 2006.

SOARES, J. B. & MAIA, A.C.F. **Água – Microbiologia e Tratamento**. UFC Edições. Fortaleza. 1999. 216p.

SOGAYAR, M. I. T. L.; GUIMARÃES, S. *Giardia lamblia*. in: NEVES, D. P. (Org) **Parasitologia Humana** .10 ed. São Paulo: Atheneu, p. 103-113, 2003.

SOLANE, M. Manejo Integrado do Recurso Água com as Perspectivas dos princípios de Dublin, **Revista de La CEPAL**, nº 64, Comisión Económica Para a America Latina e El Caribe (CEPAL), LC/G2022-P abril de 1998, Santiago do Chile.

SOLO-GABRIELE, H. M.; NEUMEISTER, S. US outbreaks of cryptosporidiosis. **Journal of the American Water Works Association**, v. 88, p. 76-86, 1996.

SOLANES, M. Manejo integrado del recurso água com la perspectiva de los Principios de Dublín. **Revista de La CEPAL**, n. 64. Santiago, Chile: CEPAL. (Abril), 1998.

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER (APHA). 21st Ed. American Public Health Association (APHA), STEEL, T.; KRALISCH, S.; KLEIN, D. and FLÜGEL, WOLFGANG- ALBERT. A Comparative Evaluation of Selected Aspects of The EU's Water Framework Directive Versus The U.S. Cleanwater Act. **IWRA XIIIth World Water Congress** Montpellier, France, 1-4 September 2008.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A **practical handbook of seawater analysis**. 2. ed. Bulletin Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, n. 167, p. 1-311, 1968.

SUBARNA, R.; DEBDUTTA, B; GHOSHAL, K.; THANASEKARAN, A.P; et al. Acute Diarrhea in Children after 2004 Tsunami, Andaman Islands. **Emerging Infectious Diseases**, Vol. 15, No. 5, May 2009. Acesso em 20/11/09. www.cdc.gov/eid.

SWERDLOW, D.L; WOODRUFF, B.A; BRANDY, R.C et al. A waterborne outbreak in Missouri of *Escherichia coli* O157:H7 associated with bloody diarrhoea and death. **Ann Intern Med**,117:812-20, 1992.

TEIXEIRA, M.E.P.; BRASIL, A.R. (organizadoras). **Guia de formação de monografias, dissertações e teses**: baseado nas normas da ABNT. Niterói: Gráfica Falcão Ltda.; 2009.

TEIXEIRA, J.C. Desafios no Controle de Doenças de veiculação Hídrica Associadas ao Tratamento e ao Abastecimento de Água para Consumo Humano. VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **ABES**, 2007.

TÊUNIS, P.F.M.& HAVELAAR, A.H.Risk assessment for protozoan parasites.Internat. Biodet &Biodeg., v.50, p.185-193, 2002.

TOLEDO,L.G.;NICOLLELA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano.Scientia Agricola, v.58,n.1, p.181-186, jan/mar, 2002.

TOURON, A.; BERTHE,T.; GARGALA,G. et al. Assessement of faecal contamination and the relationship between pathogens and faecal bacterial indicators an estuarine environment (Seine, France). *Marine Pollution Bulletin*, 54, 1441-1450, 2007.

TUCCI, C. E. M. Modelos de Qualidade da Água.In:__. Modelos Hidrológicos.2 ed. Porto Alegre: Ed Universidade: UFRGS:ABRH, p.545-666,2005.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. DE M. **Cenários da Gestão da Agua no Brasil: uma contribuição para a visão mundial da Água**. 2002. Acesso em: 20/11 2007. Disponível em <http://www.profrios.hpg.ig.com.br/html/artigos/cenarios.html>.

TURNER, S.J.; LEWIS, G.D. & BELLAMY, A.R. 1997. Detection of sewage-derived *Escherichia coli* in a rural stream using multiplex PCR and automated DNA detection. **Water Science Technology**. v. 35,n 11-12, p. 337-342.

UNESCO-United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 1992, **Ground water**, 140 p, Paris.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Total coliform rule and surface water treatment rules. Federal Regulations. Government Printing Office, Washington, DC, 1990.

VASCONCELLOS, C.S, IGNANCI, J.R.V. & RIBEIRO,G.A. Qualidade microbiológica da água do rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. Arquivos do Instituto Biológico, 73: 177-181, 2006.

VIEIRA, J. M. P. Gestão da Água em Portugal. Os Desafios do Plano Nacional da Água. **Engenharia Civil**, UM, n.16, 2003. <http://www.daniprairie.com>.

VIVENDI UNIVERSAL WATER. <http://www.vivendienvironnement.com/>
<http://www.vivendienvironnement.com/> Acesso em 20 de outubro de 2008.

VON SPERLING, M., 1998, “Análise dos Padrões Brasileiros de Qualidade de Corpos d’Água e de Lançamento de Efluentes Líquidos”. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Vol. 3 n.1, 1998, pp. 111 – 132.

WASSERMAN, J. C. **Planejamento estratégico da Região Hidrográfica dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu-Macacu**.Niterói,RJ:UFF/FEC,2010.

WHO/OMS. **Guidelines for drinking-water quality** [electronic resource]:incorporating 1st and 2nd addenda, Vol.1, Recommendations. – 3rd ed. Acesso em 20/10 2009 <http://www.who.int/en/>

YASSIN, MAGED MOHAMMED; AMR, SALEM S. ABU; AL-NAJAR, HUSAM M. Assessment of microbiological water quality and its relation to human health in Gaza Governorate, Gaza Strip. **Public Health**, 120, 1177–1187, 2006.

YOUNG, K.H. *et al.* Ethyl Acetate as a substitute for diethyl ether in the formalin-ether sedimentation technique. **J. Clin. Microbiol.**, 10: 852-3, 1979.

ZERBINI, A. M. & CHERNICHARO, C. A. L. Metodologias para quantificação, identificação e análise de viabilidade de ovos de helmintos em esgotos brutos e tratados. In: **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios: aspectos metodológicos** (C. A. L Chernicharo.,) pp. 71-107, Minas Gerais: Editora Segrac Editora e Gráfica, Belo Horizonte, MG, 2001.

APÊNDICES

Tabela A: Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do ponto de coleta RM1 situado no município de Cachoeiras de Macacu, Distrito de Sambaetiba, RJ no ano de 2009.

Ponto de Coleta RM1	Mar 09	Abr 09	Mai 09	Jun 09	Jul 09	Ago09	Set 09	Out 09	Nov 09
Data	23/03/09	30/04/09	27/05/09	24/06/09	22/07/09	24/08/09	15/09/09	20/10/09	17/11/09
Tempo	Nublado	Sol	Sol	Sol	Sol	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado
Temp amb °C	30,5	29,8	36,4	32,0	21,8	23,9	22,3	27,9	31,0
Temp água °C	25,50	21,80	23,15	19,80	18,56	20,02	22,23	22,24	23,3
Cor aparente da água	Marrom	Marrom Escuro	Marrom	Marrom Claro	Marrom Claro	Marrom Escuro	Marrom Claro	Marrom Claro	Marrom Claro
Cor real da água	30 uH	30 uH	6,75	30 uH	30 uH	30 uH	30 uH	40 uH	20 uH
pH	6,30	6,80	6,75	6,80	6,50	6,31	6,28	5,14	4,40
Salinidade	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01
Turbidez 100 NTU	16,5	25,5	15,56	7,1	4,82	6,5	47,6	150	81,3
Oxigênio dissolvido (mg.l ⁻¹)	8,10	7,54	8,60	7,29	8,10	6,68	6,62	7,61	6,78
DBO (mg.l ⁻¹)	4,03	1,85	1,64	1,33	3,92	4,68	2,65	2,32	0,50
Eh (mV)	***	180	225	180	150	146,2	16,1	63	145
Condutiv mS/cm	0,048	0,048	0,056	0,053	0,050	0,056	0,057	0,032	0,032
Nitrogênio Total (mg.l ⁻¹)	0,51	3,71	2,26	1,92	2,03	1,62	4,61	***	***
Fósforo Total (mg.l ⁻¹)	2,27	3,95	3,94	3,07	2,03	4,41	3,04	***	***
Sol. Tot Dissolv (mg.l ⁻¹)	3,12	3,12	3,64	3,45	3,25	3,64	3,71	2,00	2,00
Coliformes Totais	≥ 1600	≥ 1600	***	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	350	≥ 1600

Coliformes termotolerantes	≥ 1600	≥ 1600	***	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	900	≥ 1600
----------------------------	--------	--------	-----	--------	--------	--------	--------	-----	--------

*** Coleta não efetuada

Tabela B: Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do ponto de coleta RM2 situado no município de Itaboraí, RJ no ano de 2009.

Ponto de Coleta RM2	Mar 09	Abr 09	Mai 09	Jun 09	Jul 09	Ago 09	Set 09	Out 09	Nov 09
Data	23/03/09	30/04/09	27/05/09	24/06/09	22/07/09	24/08/09	15/09/09	20/10/09	17/11/09
Tempo	Nublado	Sol	***	Sol	Sol	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado
Temp amb °C	30,0	29,8	21,1	24,0	28,4	22,8	23,6	26,8	32,7
Temp água °C	25,4	22,8	21,1	17,92	19,9	20,87	23,68	22,7	26,3
Cor aparent da água	Marrom Escuro	Marrom Claro	Marrom Claro						
Cor real da água (uH)	***	***	***	***	***	***	***	40	70
pH	4,99	4,96	5,55	5,78	6,8	5,60	5,90	5,44	5,20
Salinidade	0,01	0,02	<0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,01	0,02
Turbidez NTU	3,36	33,1	32,2	29,9	78,3	33,4	41,7	286	135
Oxigênio dissolvido (mg.l ⁻¹)	1,89	2,08	2,15	1,99	3,60	3,34	1,65	6,95	1,32
DBO (mg.l ⁻¹) ₅	0,19	***	1,99	1,33	3,27	1,00	1,62	2,32	0,99
Eh (mV)	***	248	215	65	70	129	22,8	188	-126
Condutiv mS/cm	0,034	0,036	0,041	0,051	0,061	0,074	0,078	0,03	0,038
Nitrogênio Total (mg.l ⁻¹)	14,55	6,12	7,86	5,87	5,09	1,79	5,93	***	***
Fósforo (mg.l ⁻¹)	7,95	1,40	13,03	10,79	11,48	4,87	0,97	***	***
Sol. Tot Diss (mg.l ⁻¹)	2,21	2,34	2,67	3,32	3,97	4,81	5,07	2,20	2,40
Coliformes Totais	900	≥ 1600	***	350	1600	500	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600

Coliformes termotol	500	340	***	240	1600	300	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600
---------------------	-----	-----	-----	-----	------	-----	--------	--------	--------

**Os valores indicados como menor que 0,01 (<0,01) foram aqueles que se encontram abaixo do limite de detecção do instrumento de medição.

*** Coleta não efetuada

Tabela C: Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do ponto de coleta RGA3 situado na APA de Guapimirim no município de Guapimirim, RJ no ano de 2009.

Ponto de Coleta RGA3	Mar 09	Abr 09	mai 09	Jun 09	Jul 09	Agost 09	Set 09	Out 09	Nov 09
Data	23/03/09	30/04/09	27/05/09	24/06/09	22/07/09	24/08/09	15/09/09	20/10/09	17/11/09
Tempo	Nublado	Sol	***	Sol	Sol	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado
Temp amb °C	25,5	31,2	***	27,8	20,6	23,0	23,5	29,2	28,9
Temp água °C	24,9	22,4	21,9	18,31	19,22	20,33	22,41	22,54	22,80
Cor aparent da água	Marrom Claro	Marrom Claro	Marrom	Marrom Claro	Marrom Claro	Marrom Escuro	Marrom Claro	Marrom Claro	Marrom Claro
Cor real da água (uH)	30uH	30 uH	30 uH	30 uH	30 uH	30 uH	30 uH	40 uH	40 uH
pH	5,88	6,11	6,17	6,47	6,00	6,00	5,77	5,45	5,10
Salinidade	0,02	0,01	<0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
Turbidez NTU	17,9	27,3	13,0	6,6	6,3	7,7	17,1	160,0	75
Oxigênio dissolvido (mg.l ⁻¹)	8,36	8,25	7,95	8,29	9,2	8,36	7,77	4,96	7,94
DBO5(mg.l ⁻¹)	1,57	0,88	0,33	0,33	2,68	5,01	0,50	0,66	1,65
Eh (mV)	***	150	206	205	154	154	-25,7	126	108
Condutiv (mS/cm)	0,038	0,037	0,037	0,041	0,04	0,043	0,045	0,029	0,021
Nitrogênio Total (mg.l ⁻¹)	2,95	1,37	2,96	2,66	1,75	1,52	1,99	***	***
Fósforo Total (mg.l ⁻¹)	4,17	1,52	4,19	4,38	1,06	4,16	1,30	***	***
Sol Tot Diss (mg.l ⁻¹)	2,47	2,41	2,41	2,67	2,60	2,80	2,93	1,70	1,40
Coliformes Totais	350	≥ 1600	***	500	900	900	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600
Coliformes termotolerantes	350	≥ 1600	***	300	900	500	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600

**Os valores indicados como menor que 0,01 (<0,01) foram aqueles que se encontram abaixo do limite de detecção do instrumento de medição.

*** Coleta não efetuada

Tabela D: Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do ponto de coleta RM4 situado na represa Imunana-Laranjal da CEDAE no município de Itaboraí, RJ no ano de 2009.

Ponto de Coleta RM4	Mar 09	Abr 09	Mai 09	Jun 09	Jul 09	Ago 09	Set 09	Out 09	Nov 09
Data	23/03/09	30/04/09	27/05/09	24/06/09	22/07/09	24/08/09	15/09/09	20/10/09	17/11/09
Tempo	Nublado	Sol	Sol	Sol	Sol	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado
Temp amb	26,9	31,5	30,5	30,0	22,1	22,4	21,4	30,6	33,1
Temp água	25,2	22,9	22,3	20,2	19,29	20,24	23,04	22,67	23,5
Cor aparente da água	Marrom	Marrom Claro	Marrom Claro	Marrom Claro	Marrom Claro	Marrom Escuro	Marrom Claro	Marrom Claro	Marrom Claro
Cor real da água	40 uH	30 uH	30 uH	40 uH	40 uH	40 uH	40 uH	40 uH	40 uH
pH	6,02	6,27	6,34	6,32	5,72	6,04	6,24	5,30	5,20
Salinidade	0,02	0,02	<0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
Turbidez (NTU)	21,3	32,9	31,7	8,87	5,28	5,2	44,0	193,0	68,3
Oxigênio dissolvido (mg.l ⁻¹)	7,31	7,67	6,96	7,46	9,0	7,69	6,29	4,90	6,95
DBO5 (mg.l ⁻¹)	1,03	1,98	***	1,16	2,65	1,33	2,32	2,05	1,32
Eh (mv)	***	273	195	181	360	132	-10,1	128	-77
Condutiv (mS/cm)	0,042	0,041	0,046	0,046	0,044	0,046	0,055	0,029	0,026
Nitrogênio Total (mg.l ⁻¹)	8,92	2,42	5,21	4,27	1,97	1,20	2,66	***	***
Fósforo Total (mg.l ⁻¹)	6,62	1,47	5,37	4,96	2,15	3,26	3,15	***	***
Sol. Tot Diss (mg.l ⁻¹)	2,73	2,67	2,99	2,99	2,86	2,99	3,58	1,90	1,70
Coliformes Totais	≥ 1600	≥ 1600	***	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600
Coliformes termotoler	≥ 1600	≥ 1600	***	900	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600

Totais									
Coliform termotol	≥ 1600	≥ 1600	***	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	1600

** Os valores indicados como menor que 0,01 (<0,01) foram aqueles que se encontram abaixo do limite de detecção do instrumento de medição.

*** Coleta não efetuada

Tabela H: Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do ponto de coleta RC1, situado a montante do rio Caceribu no município de Itaboraí, distrito de Sambaetiba, RJ no ano de 2009.

Ponto de Coleta C1	Mar 09	Abril 09	Mai 09	Jun 09	Jul 09	Ago 09	Set 09	Out 09	Nov 09
Data	24/03/2009	30/04/2009	27/05/2009	24/06/2009	22/07/2009	24/08/2009	16/09/2009	22/10/2009	18/11/2009
Tempo	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Nublado	Nublado	Nublado	Sol
Temp amb °C	31,7	26,0	35,6	32,0	26,6	24,1	24,8	24,1	34,5
Temp água °C	26,52	22,9	24,11	21,17	19,62	15,03	24,3	24,75	25,3
Cor aparente da água	Marrom Claro	Marrom Claro	Esverdeada	Esverdeada	Esverdeada	Marrom Claro	Marrom Claro	Esverdeada	Esverdeada
Cor real da água uH	30 uH	30 uH	30 uH	50 uH	30 uH	30 uH	30 uH	30 uH	30 uH
pH	6,56	6,80	6,98	7,10	6,11	6,71	6,84	6,77	6,10
Salinidade	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,09	0,08	0,05	0,05
Turbidez NTU	70,6	48,1	24,2	17,2	23,2	19,8	11,1	43,5	133
Oxigênio dissolvido (mg.l ⁻¹)	8,62	8,56	8,45	7,62	9,06	7,36	7,61	6,29	1,49
DBO5 (mg.l ⁻¹)	4,55	1,53	1,49	4,31	5,72	6,02	6,28	1,32	0,50
Eh mV	***	166	255	290	320	168	-41,1	142	225
Condutiv (mS/cm)	0,138	0,137	0,143	0,154	0,153	0,185	0,176	0,105	0,121
Nitrogênio Total (mg.l ⁻¹)	19,31	3,35	3,48	1,84	2,08	1,11	2,31	***	***
Fósforo Total (mg.l ⁻¹)	3,3	5,33	1,08	1,36	5,34	3,02	5,42	***	***
Sol. Tot Diss (mg.l ⁻¹)	8,97	8,91	9,30	10,01	9,95	12,03	11,44	6,80	7,90
Coliformes Totais	33	≥ 1600	***	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600
Coliformes termotolera ntes	33	≥ 1600	***	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	1600	1600	≥ 1600

*** Coleta não efetuada

Tabela I: Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do ponto de coleta RC2, situado no município de Porto das Caixas, RJ, no ano de 2009.

Ponto de Coleta C2	Mar 09	Abr 09	Mai 09	Jun 09	Jul 09	Ago 09	Set 09	Out 09	Nov 09
Data	24/03/2009	30/04/2009	27/05/2009	24/06/2009	22/07/2009	24/8/09	16/09/09	22/10/2009	18/11/2009
Tempo	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Nublado	Nubla	Nublado	Sol
Temp amb °C	***	32,7	30,4	27,7	35,0	23,9	25,9	23,1	31,1
Temp água °C	28,86	24,4	23,67	20,43	20,9	20,74	24,68	24,76	37,3
Cor aparente da água	Marrom Claro	Marrom Claro	Esverdeada	Marrom Claro	Marrom Claro	Marrom Escuro	Esverdeada	Marrom Claro	Esverdeada
Cor real da água uH	30 uH	30 uH	30 uH	40 uH	30 uH	30 uH	40 uH	30 uH	20 uH
pH	6,44	6,75	6,52	6,70	6,20	6,38	6,11	6,41	6,40
Salinidade	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,09	0,03	0,04
Turbidez NTU	46,2	41	38,1	17,4	16,6	10,2	19,1	66,5	236
Oxigênio dissolvido (mg.l ⁻¹)	6,23	6,33	6,33	4,64	5,30	4,01	5,29	1,98	0,99
DBO5 (mg.l ⁻¹)	1,14	0,30	0,03	3,65	2,29	3,01	5,13	1,65	0,66
Eh (mv)	***	126	50	206	260	159	-61,9	-175	0,76
Condutiv (mS/cm)	0,140	0,154	0,149	0,167	0,187	0,182	0,185	0,167	0,092
Nitrogênio Total (mg.l ⁻¹)	37,54	3,15	3,55	1,82	3,51	1,2	7,07	***	***
Fósforo Total (mg.l ⁻¹)	2,8	5,5	2,57	1,96	0,38	3,26	7,94	***	***
Sol Tot Diss (mg.l ⁻¹)	9,10	10,01	9,69	10,86	12,16	11,83	12,03	10,90	6
Coliform Totais	6	≥ 1600	***	≥ 1600	900	900	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600
Coliform termoto	4	≥ 1600	***	300	300	500	900	≥ 1600	900

lerantes									
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

*** Coleta não efetuada

Tabela J: Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do ponto de coleta RC4, situado no manguezal no centro da APA de Guapimirim, no município de Guapimirim RJ, no ano de 2009.

Ponto de Coleta C4	Março 09	Abril 09	Mai 09	Jun 09	Jul 09	Ago 09	Set 09	Out 09	Nov 09
Data	24/03/2009	29/04/2009	27/05/2009	23/06/2009	23/07/2009	25/08/2009	16/09/2009	21/10/2009	18/11/2009
Tempo	Nublado	Sol	Sol	Sol	Sol	Nublado	Nublado	Nublado	Sol
Temp amb °C	29,0	25,0	27,6	21,0	25,2	22,1	23,4	26,5	26,6
Temp água °C	26,5	24,6	23,5	18,3	21,33	21,41	24,93	24,83	25,9
Cor aparente da água	Marrom	Marrom Claro	Marrom Claro	Marrom Claro	Marrom Claro	Marrom Escuro	Marrom Claro	Marrom Claro	Marrom Claro
Cor real da água uH	40 uH	40 uH	40 uH	40 uH	30 uH	30 uH	30 uH	50 uH	50 uH
pH	6,43	7,00	6,91	6,70	***	6,88	6,89	6,82	5,41
Salinidade	3,12	3,9	11,53	4,95	3,07	8,81	4,82	0,68	0,08
Turbidez NTU	22,1	29,9	19,4	11,0	42,2	38,2	13,2	172	286
Oxigênio dissolvido (mg.l ⁻¹)	1,89	2,43	2,49	3,31	4,10	3,01	3,31	1,65	0,66
DBO5 (mg.l ⁻¹)	1,04	0,09	0,10	1,33	2,76	2,67	2,98	1,32	0,53
Eh (mv)	***	29	152	270	100	69,0	-124,1	56	-67
Condutiv (mS/cm)	5,78	7,100	19,380	8,840	5,662	15,1	8,669	1,332	0,179
Nitrogênio Total (mg.l ⁻¹)	4,38	3,99	2,77	1,31	10,59	2,23	2,49	***	***
Fósforo Total (mg.l ⁻¹)	1,68	4,24	1,27	1,44	11,78	6,07	6,93	***	***
Sol Tot Diss (mg.l ⁻¹)	375,70	461,50	1259,70	574,60	368,03	981,50	563,49	87,00	11,70
Coliform	14	1600	***	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	900	≥ 1600	300

Totais									
Coliform termotol	240	≥ 1600	***	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	900	≥ 1600	500

*** Coleta não efetuada.

	MAR outono		ABRIL outono		MAIO outono		JUN inverno		Médias do Período	
	Totais	Termot	Totais	Termot	Totais	Termot	Totais	Termot	Totais	Termo
RM1	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	*	*	≥ 1600	≥ 1600	979,5±620,5	1250± 350
RM2	900	500	≥ 1600	240	*	*	350	240	979,5±620,5	920±620,5
RGA3	350	350	≥ 1600	≥ 1600	*	*	500	300	975±625	975±625
RM4	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	*	*	≥ 1600	900	1600±0	1250±350
RGM5	90	70	≥ 1600	≥ 1600	*	*	≥ 1600	1600	845±755	835±765
RM6	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	*	*	≥ 1600	≥ 1600	1600±0	1600±0
RC1	33	33	≥ 1600	≥ 1600	*	*	≥ 1600	≥ 1600	816,5±783,5	816,5±783,5
RC2	6	4	≥ 1600	≥ 1600	*	*	≥ 1600	300	803±797	802±798
RC4	14	240	1600	≥ 1600	*	*	≥ 1600	≥ 1600	807±793	920±680

Tabela K: Número mais provável de coliformes totais e termotolerantes (NMP) nos pontos de coleta dos rios Macacu, Guapiaçu, Guapi-Macacu e Caceribu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, nos meses de março a junho 2009.

Tabela L: Número mais provável de coliformes totais e termotolerantes (NMP) nos pontos de coleta dos rios Macacu, Guapiaçu, Guapi-Macacu e Caceribu, localizados na Baixada Fluminense, RJ, nos meses de julho a novembro de 2009.

	JULHO inverno		AGOSTO inverno		SETEMBRO primavera		OUTUBRO primavera		NOVEMBRO primavera		MÉDIAS DO PERÍODO	
	Totais	Termotol	Totais	Termotol	Totais	Termotol	Totais	Termotol	Totais	Termotol	Totais	Termotol
RM1	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	350	900	≥ 1600	≥ 1600	1350±500	1460±280
RM2	1600	1600	500	300	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	1380±440	1340±520
RG3	900	900	900	500	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	1600	1320±342,9	1240±458,6
RM4	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	1600±0	1600±0
RMG5	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	900	≥ 1600	900	≥ 1600	≥ 1600	1600±0	1320±342,9
RM6	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	1600	1600	1600±0	1600±0
RC1	1600	≥ 1600	≥ 1600	1600	≥ 1600	1600	≥ 1600	1600	≥ 1600	≥ 1600	1600±0	1600±0
RC2	900	300	900	500	≥ 1600	900	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	900	1320±342,9	840±445,4
RC4	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	≥ 1600	900	900	≥ 1600	≥ 1600	300	500	1200±525,3	1240±458,6

Tabela M: Vazão e NMP de coliformes totais e termotolerantes nos rios Macacu, Guapiaçu, Guapi-Macacu, Caceribu, Localizados na Baixada Fluminense, RJ, 2009.

Pontos de Coleta	ABR			MAI			JUN			AGO			SET		
	Vazão	Totais	Termo												
RM1	S/D	≥1600	≥1600	12,98	S/D	S/D	9,36	≥1600	≥1600	5,58	≥1600	≥1600	10,99	≥1600	≥1600
RM2	S/D	900	500	10,18	S/D	S/D	10,84	350	240	5,79	500	300	6,44	≥1600	≥1600
RGA3	14,58	≥1600	≥1600	S/D	S/D	S/D	12,94	500	300	9,43	900	500	7,93	≥1600	≥1600
RM4	26,87	≥1600	≥1600	S/D	S/D	S/D	23,88	≥1600	≥1600	11,93	≥1600	≥1600	12,91	≥1600	≥1600
RGM5	34,95	≥1600	≥1600	S/D	S/D	S/D	33,8	≥1600	≥1600	16,47	≥1600	≥1600	10,15	≥1600	900
RM6	36,8	≥1600	≥1600		S/D	S/D	35,11	≥1600	≥1600	7,49	≥1600	≥1600	37,21	≥1600	≥1600
RC1	2,61	≥1600	≥1600		S/D	S/D	3,73	≥1600	≥1600	2,36	≥1600	1600	1,86	≥1600	1600
RC2	2,22	≥1600	≥1600		S/D	S/D	2,84	≥1600	300	2,58	900	500	1,4	≥1600	900
RC4	29,9	1600	≥1600		S/D	S/D	7,95	≥1600	≥1600	37,14	≥1600	≥1600	29,38	900	900

*Fonte de dados vazão dos rios MONITORAMENTO DE PARÂMETROS AMBIENTAIS DO COMPERJ – Programa realizado pela equipe da UFF

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)