



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Faculdade de Engenharia

Alice Mendes de Freitas

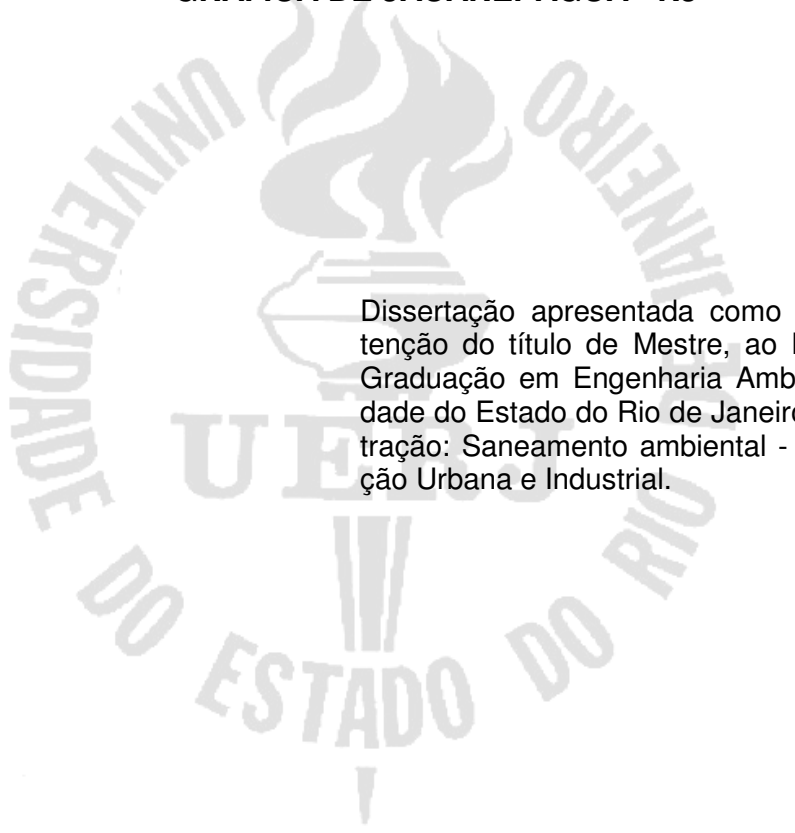
**QUALIDADE DAS ÁGUAS FLUVIAIS: ESTUDO DE CASO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DE JACAREPAGUÁ - RJ**

Rio de Janeiro

2009

Alice Mendes de Freitas

**QUALIDADE DAS ÁGUAS FLUVIAIS: ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDRO-
GRÁFICA DE JACAREPAGUÁ - RJ**



Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento ambiental - Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Orientadora: Thereza Christina de Almeida Rosso, D.Sc.

Co-orientadora: Daniele Maia Bila, D.Sc.

Rio de Janeiro

2009

CATALOGAÇÃO NA FONTE

UERJ / REDE SIRIUS / CTCB

F866 Freitas, Alice Mendes de.

Qualidade das Águas Fluviais: Estudo de Caso da Bacia Hidrográfica de Jacarepaguá - RJ / Alice Mendes de Freitas – 2009.
xvii, 170p, 29,7 cm.

Orientador: Thereza Christina de Almeida Rosso
Co-ordenador: Daniele Maia Bila

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Recursos hídricos. 2. Água-qualidade. 3. Água-poluição. 4. Bacia hidrográfica de Jacarepaaguá I. Rosso, Thereza Cristina de Almeida. II. Bila, Daniele Maia. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Engenharia. IV. Título.

CDU 502.31

Autorizo apenas para fins acadêmicos e científicos a reprodução total ou parcial desta dissertação.

Assinatura

Data

Alice Mendes de Freitas

QUALIDADE DAS ÁGUAS FLUVIAIS: ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDRO-GRÁFICA DE JACAREPAGUÁ - RJ

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento ambiental - Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Aprovada em: 21 de outubro de 2009

Banca examinadora:

Prof^a Thereza Christina de Almeida Rosso, D.Sc.
PEAMB/FEN/UERJ

Prof^a Daniele Maia Bila, D.Sc.
PEAMB/FEN/UERJ

Prof^o Julio Domingos Nunes Fortes, D.Sc.
PEAMB/FEN/UERJ

Prof^a Juacyara Carbonelli Campos, D.Sc.
Escola de Química/CT/UFRJ

Rio de Janeiro

2009

DEDICATÓRIA

À minha família e ao Marcelo pelo incentivo ao longo da minha vida e, por estarem sempre ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar forças para enfrentar as adversidades e concluir mais uma etapa em minha vida.

Aos meus pais e minha irmã por sempre estar ao meu lado, pela paciência e compreensão e carinho que sempre tiveram comigo.

Ao Marcelo, meu esposo por todo amor e carinho, pelo incentivo e por estar sempre ao meu lado, dando sentido à todos os sonhos e realizações.

A todos os meus amigos que me incentivaram ao longo do curso, em especial à Viviane pelo incentivo para ingresso no curso.

Aos amigos do Programa, Mônica e Denison pela paciência e apoio e amigo de graduação Júlio. Ao colega de trabalho Ricardo pela revisão do layout das figuras.

À minha orientadora Thereza Rosso e co-orientadora Daniele Bila pelo apoio essencial em um momento crítico, dedicação e paciência pelo momento de orientação, mesmo que tenha sido breve.

Ao corpo docente do PEAMB pelos conhecimentos transmitidos.

Por fim e não menos importante agradeço a todos os meus amigos por me proporcionarem momentos de descontração e incentivo sem os quais não teria conseguido seguir em frente.

*O rio só consegue alcançar seus objetivos
porque aprendeu a contornar seus obstáculos*

Lao Tsé

RESUMO

Freitas, Alice Mendes de. *Qualidade das águas fluviais: estudo de caso da bacia hidrográfica de Jacarepaguá - RJ*. 2009. 170f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

O processo de ocupação urbana da Baixada de Jacarepaguá a partir da década de 1970, promoveu inúmeros impactos ambientais que afetaram, de forma não uniforme, os diferentes grupos sociais, que habitam a região, e afetaram principalmente o meio ambiente, mais especificamente os recursos hídricos. A rápida e intensa ocupação urbana da região, impulsionada pela produção imobiliária, gerou inúmeros problemas ambientais, principalmente devido à precariedade nos serviços de saneamento. Diversos impactos se processam atualmente na rede de drenagem da Baixada de Jacarepaguá, os quais comprometem negativamente a qualidade de vida população que vive na região, assim como, do meio ambiente.

Neste trabalho é avaliada a qualidade da água dos principais cursos d'água da bacia hidrográfica de Jacarepaguá, caracterizando o estado atual de degradação dos recursos hídricos da região a partir da análise dos dados referentes aos parâmetros de qualidade das águas, obtidos junto ao órgão ambiental estadual, no período compreendido entre os anos de 2003 e 2008. As variáveis estatísticas dos parâmetros foram determinadas, os resultados foram apresentados através dos gráficos *boxplot* e sua discussão foi realizada em consonância com a Resolução CONAMA 357/2005.

Os cursos d'água da bacia de Jacarepaguá, em destaque aqueles avaliados neste trabalho expressam a degradação pela qual vem sofrendo em virtude das intervenções antrópicas que se projetam na bacia hidrográfica. Nota-se a partir, dos resultados para os parâmetros de qualidade de água avaliados que a poluição nos cursos d'água da baixada de Jacarepaguá que, possivelmente o principal aspecto da poluição hídrica é devido ao despejo de esgotos domésticos nos cursos d'água sem tratamento adequado.

Palavras-chave: Recursos hídricos. Água-qualidade. Água-poluição. Bacia Hidrográfica de Baixada de Jacarepaguá.

ABSTRACT

The process of land use of the Jacarepaguá low-lands hydrographic region from the 1970s promoted numerous environmental impacts, specifically in water bodies, that affect, in a non-uniform, different social groups that inhabit the region. The rapid and intense urban occupation in the region, driven by the sprawl estate, created many environmental problems, mainly due to the precarious services sanitation. Various effects are conducted currently in the drainage of Jacarepaguá basin, which adversely compromise the quality of life people living in the region.

This work evaluated the water quality of the main streams of the Jacarepagua basin, characterizing the current state of degradation of water bodies of the region from the analysis of data on water quality parameters obtained from the Rio de Janeiro Council Environmental, during the period between 2003 and 2008. The statistical variables of the parameters were determined, the results were presented by means of boxplots and the discussion was held and compared with the CONAMA 357/2005 Resolution.

The streams of the Jacarepagua basin highlighted those used in this work express the degradation from which she has suffered as a result of human interventions that are projected in the basin. It is noted from the results for the parameters of water quality evaluated the pollution in streams of the lowlands Jacarepaguá that possibly the main aspect of water pollution is due to the dumping of domestic sewage in rivers without treatment.

Key-words: Water quality. Water pollution. Water resources management. Jacarepaguá low-lands hydrographic region.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 2.1. Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. | 33 |
| Figura 4.1. Seqüência de problemas decorrentes da qualidade da água em países industrializados. | 51 |
| Figura 5.1. Localização da bacia hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá e bairros. | 74 |
| Figura 5.2. Área que compreende atualmente o bairro da Barra da Tijuca observa-se o complexo lagunar e ao fundo a Pedra da Gávea. | 76 |
| Figura 5.3. Início da ocupação no entorno das lagoas e do Canal da Barra (Década de 1960). | 76 |
| Figura 5.4. Área urbana consolidada em toda a orla e entorno do Canal da Barra (Década de 1990). | 76 |
| Figura 5.5. Entorno do Canal da Barra está ocupada por residências (Ano 2001). | 76 |
| Figura 5.6. Crescimento populacional. | 77 |
| Figura 5.7. Crescimento populacional das regiões administrativas. | 78 |
| Figura 5.8. Crescimento da população residente em favelas. | 78 |
| Figura 5.9. Localização das lagoas. | 79 |
| Figura 5.10. Sub-bacias hidrográficas. | 82 |
| Figura 5.11. Média anual da precipitação das estações localizadas na bacia de Jacarepaguá. | 84 |
| Figura 5.12. Lançamento de esgoto diretamente no Rio Anil. | 85 |
| Figura 5.13. Projeto Ecobarreira do INEA no rio Arroio Fundo. As águas visivelmente poluídas e o acúmulo de lixo. | 86 |
| Figura 5.14. Acúmulo de lixo sólido nos bancos de sedimento e margens do rio Grande. | 86 |
| Figura 5.15. Na margem esquerda do Rio Grande as instalações de indústria cosmética. | 87 |
| Figura 5.16. Sedimentos depositados às margens do rio Anil. | 88 |
| Figura 5.17. A vegetação presente nas margens do rio Arroio Fundo é constituída de espécies tipicamente invasoras. | 88 |
| Figura 5.18. Ocupações irregulares da favela do Autódromo situadas às margens do rio Pavuninha. | 89 |
| Figura 5.19. Ocupações irregulares em uma favela situada em área de risco às margens do rio Arroio Pavuna. | 90 |
| Figura 5.20. Projeto esquemático do Sistema de Esgotamento Sanitário da Baixada de Jacarepaguá. | 93 |
| Figura 5.21. Localização dos pontos de monitoramento da qualidade da água avaliados. | 96 |
| Figura 7.1. Representação gráfica (<i>box-plot</i>) da distribuição dos resultados de temperatura (°C) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados. | 99 |
| Figura 7.2. Representação gráfica (<i>box-plot</i>) da distribuição dos resultados de condutividade (umho/cm) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados. | 100 |
| Figura 7.3. Representação gráfica (<i>box-plot</i>) da distribuição dos resultados dos sólidos suspensos totais (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados. | 101 |

| | |
|---|-----|
| Figura 7.4. Representação gráfica (<i>box-plot</i>) da distribuição dos resultados de pH nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados..... | 102 |
| Figura 7.5. Representação gráfica (<i>box-plot</i>) da distribuição dos resultados de oxigênio dissolvido (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados..... | 103 |
| Figura 7.6. Representação gráfica (<i>box-plot</i>) da distribuição dos resultados de DBO5 (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados..... | 104 |
| Figura 7.7. Representação gráfica (<i>box-plot</i>) da distribuição dos resultados de DQO (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados..... | 106 |
| Figura 7.8. Representação gráfica (<i>box-plot</i>) da distribuição dos resultados de nitrogênio amoniacal (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados..... | 107 |
| Figura 7.9. Representação gráfica (<i>box-plot</i>) da distribuição dos resultados de nitrogênio Kjeldahl (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados..... | 108 |
| Figura 7.10. Representação gráfica (<i>box-plot</i>) da distribuição dos resultados de nitrito (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados..... | 109 |
| Figura 7.11. Representação gráfica (<i>box-plot</i>) da distribuição dos resultados de nitrato (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados..... | 110 |
| Figura 7.12. Representação gráfica (<i>box-plot</i>) da distribuição dos resultados de fósforo total (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados..... | 111 |
| Figura 7.13. Representação gráfica (<i>box-plot</i>) da distribuição dos resultados de alumínio (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados..... | 112 |
| Figura 7.14. Representação gráfica (<i>box-plot</i>) da distribuição dos resultados de cobre (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados..... | 114 |
| Figura 7.15. Representação gráfica (<i>box-plot</i>) da distribuição dos resultados de ferro (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados..... | 115 |
| Figura 7.16. Representação gráfica (<i>box-plot</i>) da distribuição dos resultados de manganês (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados..... | 116 |
| Figura 7.7. Representação gráfica (<i>box-plot</i>) da distribuição dos resultados de mercúrio (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados..... | 117 |
| Figura 7.18. Representação gráfica (<i>box-plot</i>) da distribuição dos resultados de coliformes termotolerantes (fecais) (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados. | 119 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 3.1. Programas federais no setor de saneamento na década de 1990..... | 44 |
| Tabela 4.1. Fontes antropogênicas de poluentes no ambiente aquático..... | 53 |
| Tabela 4.2. Classes de água doce e usos preponderantes..... | 58 |
| Tabela 4.3. Parâmetros das classes de água doce..... | 67 |
| Tabela 4.4. Indicadores de Qualidade da Água..... | 69 |
| Tabela 4.5. Indicadores de Qualidade da Água utilizados pela CETESB..... | 70 |
| Tabela 5.1. Regiões Administrativas e Bairros..... | 72 |
| Tabela 5.2. Cursos d'água contribuintes do complexo lagunar..... | 79 |
| Tabela 5.3. Área de drenagem das sub-bacias..... | 80 |
| Tabela 5.4. Sub-bacia e cursos d'água..... | 81 |
| Tabela 5.5. Tipos de esgotamento sanitário por domicílio (2000)..... | 92 |
| Tabela 5.6. Cursos d'água considerados na análise..... | 95 |
| Tabela 7.1. Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Cachoeira..... | 120 |
| Tabela 7.2 Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Camorim..... | 121 |
| Tabela 7.3 Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Pavuninha..... | 122 |
| Tabela 7.4 Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Guerengê..... | 123 |
| Tabela 7.5 Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Arroio Pavuna..... | 124 |
| Tabela 7.6 Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Grande (montante)..... | 125 |
| Tabela 7.7 Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Grande (jusante)..... | 126 |
| Tabela 7.8 Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Arroio Fundo..... | 126 |
| Tabela 7.9 Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Retiro..... | 127 |
| Tabela 7.10 Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Retiro..... | 128 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------------|--|
| ABRH | Associação Brasileira de Recursos Hídricos |
| ANA | Agência Nacional de Águas |
| BIRD | Banco Mundial |
| BID | Banco Interamericano de Desenvolvimento |
| BNH | Banco Nacional de Habitação |
| CBH | Comitê de Bacia Hidrográfica |
| CEDAE | Companhia de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro |
| CERHI | Conselho Estadual de Recursos Hídricos |
| CETESB | Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental |
| CNRH | Conselho Nacional de Recursos Hídricos |
| CONAMA | Conselho Nacional de Meio Ambiente |
| CPI | Comissão Parlamentar de Inquérito |
| CITY | The Rio de Janeiro City Improvements Compani Limited |
| DBO | Demanda Bioquímica de Oxigênio |
| DQO | Demanda Química de Oxigênio |
| DNOS | Departamento Nacional de Obras e Saneamento |
| FCP-SAN | Programa de Financiamento a Concessionários Privados de Serviços de Saneamento |
| FECAM | Fundo Estadual de Conservação Ambiental |
| FEEMA | Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente |
| FGTS | Fundo de Garantia por Tempo de Serviço |
| FUNASA | Fundação Nacional de Saúde |
| FUNDRHI | Fundo Estadual de Recursos Hídricos |
| GEO-RIO | Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro |
| IAE | Inspetoria de Águas e Esgotos |
| IQA | Índice de Qualidade de Água |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IEF | Instituto Estadual de Florestas |
| INEA | Instituto Estadual do Ambiente |
| MMA | Ministério do Meio Ambiente |
| PASS | Pró-Saneamento; Programa de Ação Social em Saneamento |
| PDBG | Programa de Despoluição da Baía de Guanabara |
| PLANASA | Plano Nacional de Saneamento |
| PMSS | Programa de Modernização do Setor de Saneamento |

| | |
|-----------------|--|
| PNB | Programa Nova Baixada |
| PNCDA | Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água |
| PNRH | Política Nacional de Recursos Hídricos |
| PROHIDRO | Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos |
| PRONURB | Programa de Saneamento para Núcleos Urbanos |
| PROPAR | Programa de Assistência Técnica à Parceria Público-Privada em Saneamento |
| PROSAB | Programa de Pesquisa em Saneamento Básico |
| PROSEGE | Programa Social de Emergência e Geração de Empregos em Obras de Saneamento |
| RH | Regiões Hidrográficas |
| SEA | Secretaria de Estado do Ambiente |
| SEIRHI | Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos |
| SERLA | Superintendência Estadual de Rios e Lagoas |
| SFAE | Serviço Federal de Água e Esgotos |
| UERJ | Universidade do Estado do Rio de Janeiro |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO | 18 |
| 1.1. Contextualização do tema | 18 |
| 1.2. Caracterização do problema..... | 20 |
| 1.3. Objetivos | 21 |
| 1.4. Estrutura da dissertação | 21 |
| CAPÍTULO 2. GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS | 23 |
| 2.1. Gestão de recursos hídricos: Conceitos..... | 23 |
| 2.2. Gestão de recursos hídricos no Brasil..... | 24 |
| 2.2.1. Discussões sobre gestão dos recursos hídricos no Brasil | 25 |
| 2.2.2. Código de Águas..... | 26 |
| 2.2.3. Política Nacional de Meio Ambiente | 26 |
| 2.2.4. Resolução CONAMA 20 e CONAMA 357 | 27 |
| 2.2.5. Constituição Federal e o Meio Ambiente | 27 |
| 2.2.6. Política Nacional de Recursos Hídricos..... | 28 |
| 2.3. Gestão de recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro | 30 |
| 2.3.1. Política Estadual de Recursos Hídricos..... | 30 |
| 2.3.2. Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos..... | 36 |
| CAPÍTULO 3. SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS | 40 |
| 3.1. Saneamento, recursos hídricos e urbanização | 40 |
| 3.2. Considerações sobre as Políticas de Saneamento no Brasil: Breve histórico..... | 41 |
| 3.3. Considerações sobre as Políticas de Saneamento no Estado do Rio de Janeiro | 46 |
| CAPÍTULO 4. QUALIDADE DA ÁGUA | 49 |
| 4.1. Aspectos gerais | 49 |
| 4.2. Urbanização e impactos no meio ambiente | 50 |
| 4.3. Fontes de poluição | 52 |
| 4.4. Qualidade da água e saúde pública | 53 |
| 4.5. Monitoramento da qualidade da água | 55 |
| 4.6. Qualidade da água na Política Nacional de Recursos Hídricos..... | 56 |
| 4.7. Resolução CONAMA 357/2005..... | 57 |
| 4.8. Parâmetros de qualidade da água | 59 |
| 4.9. Parâmetros de qualidade de água da Resolução CONAMA 357/2005 | 66 |

| | |
|---|------------|
| 4.10. Indicadores de qualidade de água | 67 |
| 4.11. Enquadramento dos corpos d'água..... | 70 |
| CAPÍTULO 5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 72 |
| 5.1. Bacia Hidrográfica de Jacarepaguá | 72 |
| 5.2. Aspectos sociais | 73 |
| 5.2.1. Histórico da ocupação urbana | 73 |
| 5.2.2. População | 77 |
| 5.4. Saneamento básico na bacia hidrográfica de Jacarepaguá | 90 |
| CAPÍTULO 6. METODOLOGIA..... | 95 |
| CAPÍTULO 7. AVALIAÇÃO DOS DADOS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS FLUVIAIS..... | 98 |
| 7.1. Avaliação dos parâmetros de qualidade da água | 98 |
| 7.1.1. Parâmetros físicos | 98 |
| 7.1.1.1. Temperatura (°C)..... | 98 |
| 7.1.1.2. Condutividade..... | 99 |
| 7.1.1.3. Sólidos Suspensos Totais | 100 |
| 7.1.2. Parâmetros químicos | 101 |
| 7.1.2.1. Potencial hidrogeniônico – pH..... | 101 |
| 7.1.2.2. Oxigênio Dissolvido – OD | 102 |
| 7.1.2.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO ₅ | 104 |
| 7.1.2.4. Demanda Química de Oxigênio - DQO..... | 105 |
| 7.1.2.5. Nitrogênio | 106 |
| 7.1.2.6. Fósforo Total | 110 |
| 7.1.2.7. Metais | 111 |
| 7.1.3. Parâmetro biológico | 118 |
| 7.1.3.1. Coliformes Fecais (Termotolerantes) | 118 |
| 7.2. Avaliação espacial da qualidade da água por curso d'água | 120 |
| 7.2.1. Sub-bacia do rio Cachoeira | 120 |
| 7.2.2. Sub-bacia do rio Camorim | 121 |
| 7.2.3. Sub-bacia do rio dos Passarinhos | 122 |
| 7.2.4. Sub-bacia do rio Guerenguê..... | 123 |
| 7.2.5. Sub-bacia do rio Grande | 124 |
| 7.2.6. Sub-bacia do rio das Pedras..... | 127 |
| 7.2.7. Sub-bacia da zona dos canais | 128 |
| CAPÍTULO 8. CONCLUSÕES..... | 130 |

| | |
|-------------------------|------------|
| REFERÊNCIAS..... | 133 |
| ANEXO A | 143 |

INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização do tema

A história das relações entre a sociedade e a natureza é, em todos os lugares habitados, a da substituição de um meio natural, dado a uma determinada sociedade, por um meio cada vez mais artificializado, isto é, sucessivamente instrumentalizado por esta mesma sociedade. Em cada fração da superfície da terra, o caminho que vai de uma situação a outra se dá de maneira particular (SANTOS, 2006).

Segundo Bollmann & Andreoli (2005), em sua relação com o meio natural, o homem, dirige suas ações utilizando recursos naturais como fonte de matéria e energia necessária às suas funções vitais. Como consequência direta desta relação, as alterações introduzidas pelo homem têm sido, processadas de forma intensa, rápida e variada, provocando modificações irreversíveis e não permitindo que haja a recuperação natural ou o estabelecimento de um novo equilíbrio no sistema ambiental.

O meio ambiente é social e historicamente construído. Sua construção se faz no processo de interação contínua entre uma sociedade em movimento e um espaço físico particular que se modifica permanentemente. Neste contexto a ocupação das terras e a expansão do processo de urbanização trazem consigo diversas transformações que se projetam no espaço geográfico.

Segundo Seabra (1997), a diferença da forma que reveste o processo de urbanização deriva das particularidades, especificidades dos lugares, ou seja, daquilo que os lugares têm de únicos, porém considerando as continuidades - descontinuidades dos processos histórico-sociais.

Segundo Drew (1993), todos os aspectos do ambiente são alterados pela urbanização, inclusive o relevo, a vegetação, a fauna, a hidrologia, o clima, entre outros. Ao longo do processo de ocupação e o aumento populacional, ocorre uma enorme pressão da população por áreas de moradia, exigindo cada vez mais a exploração do meio ambiente. Portanto, os danos ao meio passam a ter maiores proporções, e por fim atingindo a população, seja pelo assentamento em áreas de risco, nas quais podem atuar processos erosivos, os quais posteriormente podem levar ao assoreamento de rios, enchente e poluição das águas.

A partir desta transformação do ambiente, ocorre o que se denomina de impacto ambiental, que segundo Coelho (2004) é o processo de mudanças sociais e ecológicas causadas por perturbações no ambiente, e está relacionado também à evolução conjunta das

condições sociais e ecológicas estimuladas pelos impulsos das relações entre forças externas e internas à unidade espacial.

De acordo com Braga e Carvalho (2003), no limiar do século XXI, a questão urbana confunde-se com a questão ambiental, pois cerca de metade da população mundial vive em áreas urbanas, as quais vêm crescendo cada vez mais. Segundo o autor, as características da urbanização brasileira fazem com que esse processo se caracterize como um problema ambiental em si, além dos demais problemas que são inerentes ao processo, já que se deu de forma desregulada, carente de instrumentos de planejamento e de gestão.

A emergência das questões ambientais está relacionada, sobretudo, a ocorrência de graves problemas ambientais, e decorrente da tomada de consciência, por vários setores da sociedade, de incidências e impactos sobre o ambiente, principalmente sobre os recursos hídricos. A extensividade da ocupação urbana, a intensificação do uso do solo, aliados principalmente à falta de planejamento, agrava o problema dos impactos ambientais, e alteram, sobretudo, a qualidade ambiental daquela área.

Para Tucci (2001b), as melhores soluções para os problemas ambientais são obtidas a partir de uma compreensão integrada do ambiente urbano. O conceito de drenagem urbana não mais se restringe à engenharia, mas também, a um problema gerencial, com componentes políticos e sociais. A drenagem urbana não pode e não deve ser considerada isoladamente no âmbito do cenário do desenvolvimento urbano, já que são inúmeras as interfaces desse setor com a questão fundiária urbana e com os processos do esgotamento sanitário, de gestão dos resíduos sólidos urbanos, de planejamento do uso do solo urbano, de transporte urbano e de conservação ambiental (BRASIL, 2003).

Para buscar soluções aos impactos é necessário reconhecer as mudanças temporais e os conflitos atuais regionais que se atrelam às diferentes atividades humanas dentro e no entorno de uma bacia hidrográfica. Através do entendimento integrado destas questões que se consegue inferir sobre a fragilidade e a capacidade de suporte dos sistemas naturais, em relação às diferentes atividades comuns na bacia. Deste modo, a avaliação final leva à formulação de diretrizes e metas para uma região, definidos segundo dois caminhos: pela relação dos cenários mapeados e por alternativas técnico-político-sócio-educacionais (SANTOS & RUTKOWSKI, 1998).

De acordo com Rutkowski (2007), a disponibilidade e a qualidade das águas doces têm sido uma das principais questões com relação às transformações sofridas pelo meio em função do impacto do crescimento das cidades e, principalmente das regiões metropolitanas, pois as águas doces têm um importante papel na formulação das políticas urbanas de desenvolvimento.

Reconhece-se hoje que a busca pela melhoria da saúde e da qualidade de vida das populações implica no planejamento de ações voltadas ao saneamento básico e ambiental, o qual está diretamente relacionado com a área de drenagem das bacias hidrográficas, todos os impactos que ocorrem nelas são refletidos diretamente na qualidade das águas e, também do equilíbrio da rede de drenagem.

As bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas, nelas desenvolvidas, pois, transformações significativas nestas unidades, geram alterações, efeitos, ou impactos, ao longo da rede de drenagem. Portanto, a bacia hidrográfica se apresenta como uma unidade ambiental para análise e planejamento, em função de seu caráter integrador (CUNHA & GUERRA, 2004).

1.2. Caracterização do problema

A configuração do Rio de Janeiro antes da intervenção antrópica, composta de morros de rochas muito antigas e seus contrapontos – praias, lagoas, baixadas, várzeas e manguezais - é uma complexa interpenetração (LESSA, 2005).

A região da Baixada de Jacarepaguá representa, uma típica paisagem fluminense e, se caracteriza por extrema variedade de fisionomias, apresentando uma sucessão de biomas e ambientes de grande riqueza, tais como restingas, lagoas, brejos, matas úmidas, serras. A hidrografia da região tem importância não só ambiental, mas também cultural e histórica.

Os rios sempre tiveram importante papel na história da baixada, seja pela contribuição no processo de sedimentação e formação do ambiente, por servirem como acesso para o interior da região, como força motriz para os engenhos que ali se concentravam, pelas pescarias como contam os moradores antigos do local ou, por tristes episódios de enchentes e a atual paisagem dos cursos d'água e das lagoas, que ao longo dos anos foram intensamente degradadas e, tornaram-se receptores de lixo e esgoto, alterando a qualidade dos corpos hídricos da bacia.

A ocupação da região da Baixada de Jacarepaguá teve sua expansão a partir dos anos 70, onde se projetou segundo Lobo (2004) um intenso processo de urbanização e ocupação humana, responsável pela transformação de uma área pouco habitada, onde a atividade econômica predominante em seu interior era a agricultura, em um dos espaços mais valorizados pelos capitais imobiliários atualmente.

A complexidade da ação dos agentes sociais inclui práticas que levam a um constante processo de reorganização espacial que se faz via incorporação de novas áreas ao espa-

ço urbano, densificação do uso do solo, deterioração de certas áreas, renovação urbana, relocação diferenciada da infra-estrutura e mudança, coercitiva ou não, do conteúdo social e econômico de determinadas áreas da cidade (CORRÊA, 1993).

A temática abordada apresenta grande relevância, pois contribui para a compreensão do atual conflito urbano-ambiental acerca dos recursos hídricos, o qual é decorrente da ocupação e expansão urbana, que ocorre muitas vezes de forma desordenada, e carente de uma visão de planejamento integradora.

A água é um recurso único cuja importância transcende os demais recursos naturais, considerada como fonte de vida e o vetor dos processos da natureza, e possui a propriedade de atuar como substância indicadora dos resultados do manejo da terra pelo homem (MARQUES e SOUZA, 2005).

1.3. Objetivos

O objetivo geral do estudo foi a avaliação da qualidade das águas dos principais cursos d'água da bacia hidrográfica de Jacarepaguá, caracterizando o estado atual de degradação dos recursos hídricos da região. Os objetivos específicos do trabalho foram:

- caracterização dos principais aspectos do meio ambiente natural e dos aspectos sociais e área de estudo, assim como, identificar os principais impactos ambientais que afetam os recursos hídricos, que ocorrem na bacia hidrográfica de Jacarepaguá, no período de 2003 a 2008;
- avaliação dos dados referentes aos parâmetros de qualidade das águas dos pontos de monitoramento localizados em alguns cursos d'água da bacia hidrográfica de Jacarepaguá e inferir a partir dos dados disponibilizados a qualidade das águas fluviais.
- caracterização do atual estado de degradação dos recursos hídricos da região.

1.4. Estrutura da dissertação

O presente trabalho é constituído por sete capítulos, os quais abordam temas referentes à urbanização, gestão de recursos hídricos e qualidade da água. Este primeiro capítulo consiste na introdução do trabalho e tem como objetivo a apresentação do contexto do tema estudado e suas correlações, caracterização do problema, objetivos e metodologia.

O segundo capítulo traz os principais aspectos relacionados à gestão dos recursos hídricos, partindo de sua conceituação, e abordando os principais aspectos referentes à evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro.

O Capítulo 3 caracteriza as principais ações voltadas ao saneamento básico, sua relação com os aspectos da urbanização e a situação do saneamento da região da bacia hidrográfica de Jacarepaguá. Espera-se que esse detalhamento subsidie o melhor entendimento da situação ambiental atual da bacia hidrográfica de Jacarepaguá.

No quarto capítulo são abordados os aspectos relacionados à qualidade das águas, sua conceituação, as principais fontes de poluição, a relação entre a qualidade da água e a saúde pública, a importância do monitoramento dos parâmetros de qualidade da água, e os indicadores de qualidade da água.

O Capítulo 5 apresenta uma breve caracterização da área de estudo, os aspectos gerais, seu histórico de ocupação, dinâmica populacional, complexo lagunar, sub-bacias hidrográficas e os principais impactos ambientais que ocorrem na bacia.

O Capítulo 6 traz os resultados da avaliação dos dados de qualidade da água e suas discussões. Por fim, sétimo capítulo apresenta as conclusões e recomendações do trabalho.

CAPÍTULO 2. GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Este capítulo trata dos aspectos relacionados à gestão dos recursos hídricos, partindo de sua conceituação, e abordando os principais aspectos referentes à evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro.

Os principais marcos legais são analisados, tais como: o Código de Águas e a Política Nacional dos Recursos Hídricos, e a Política Estadual de Recursos Hídricos. Estes instrumentos legais trouxeram avanços no que tange à gestão das águas no Brasil, a partir dos princípios e fundamentos que preconizam uma gestão de água descentralizada, pautada nos aspectos quantitativos e principalmente os qualitativos das águas e os usos múltiplos dos corpos hídricos.

2.1. Gestão de recursos hídricos: Conceitos

O conceito de gestão de recursos hídricos é definido como a forma pela qual se pretende planejar, equacionar e resolver as questões de escassez relativa dos recursos hídricos, bem como fazer o uso adequado, visando à otimização dos recursos em benefício da sociedade.

A gestão se dá através de procedimentos integrados de planejamento e administração: o planejamento dos recursos hídricos tem por objetivo a avaliação prospectiva das demandas e das disponibilidades dos recursos hídricos e a sua alocação entre os diversos usos da água; a administração é definida pelo conjunto de ações para tornar efetivo o planejamento, com os suportes técnico, jurídico e administrativo.

O monitoramento dos principais processos que controlam o ciclo hidrológico é fundamental para a análise e gerenciamento dos recursos hídricos, objetivando o gerenciamento adequado e a otimização do uso dos recursos hídricos. Neste caso específico, os principais processos a serem monitorados incluem: precipitação, evapotranspiração, escoamento e armazenamento da água no solo, aquíferos, qualidade da água, entre outros.

Segundo Setti *et al* (2000), a gestão de águas é uma atividade analítica direcionada à formulação de princípios e diretrizes, documentos orientadores e normativos, tais como leis, decretos, normas e regulamentos, estruturação de sistemas gerenciais e tomada de decisões, os quais têm por objetivo promover o inventário, uso, controle e proteção dos recursos hídricos. Como resultado dessas ações tem-se o que é denominado *modelo de ge-*

renciamento de águas, entendido como a configuração administrativa adotada na organização do Estado para gerir as águas.

Ainda, segundo Setti *et al* (2000), a gestão de recursos hídricos eficiente deve constituir-se por uma política que irá estabelecer diretrizes gerais, um modelo de gerenciamento, para que haja uma organização legal e institucional e um sistema de gerenciamento, reunindo os instrumentos para a elaboração e execução do planejamento do uso, controle e proteção das águas.

O processo de gestão dos recursos hídrico é complexo devido aos diversos fatores que o influencia. Está em constante mudança em função principalmente do desenvolvimento econômico, aumento populacional, expansão da agricultura, pressões regionais, urbanização, demanda pela água, entre outros. Leva-se dessa forma à necessidade constante de estudos, permitindo assim uma continuidade do processo e seu aperfeiçoamento.

2.2. Gestão de recursos hídricos no Brasil

O Brasil possui uma situação privilegiada, em relação à disponibilidade de recursos hídricos. Com um vasto território e uma densa rede de drenagem, tais fatores colocam o País diante da abundância, porém, sobretudo, diante de uma enorme responsabilidade no âmbito da gestão da água. Em função da abundância da água no território nacional, durante longo período prevaleceram ações de desperdício e uma má gestão dos recursos hídricos, aliados à falta de investimentos e a baixa valorização econômica do recurso.

Os problemas de escassez hídrica no Brasil decorrem principalmente da convergência de diversos fatores, tais como: “crescimento exagerado das demandas localizadas por recursos hídricos e da degradação da qualidade das águas. Esse quadro é uma consequência do aumento desordenado dos processos de urbanização, industrialização e expansão agrícola, verificada a partir da década de 1950” (SETTI *et al*, 2000).

Ao longo da década de 70, e principalmente na década de 80, a sociedade começou a despertar para ameaças as quais estava sujeita caso não mudasse seu comportamento e se conscientizasse quanto ao uso de seus recursos hídricos. Durante este período, foram instituídas diversas comissões interministeriais “para encontrar meios de aprimorar nosso sistema de uso múltiplo dos recursos hídricos e minimizar os riscos de comprometimento de sua qualidade, principalmente no que se refere às futuras gerações” (SETTI *et al*, 2000).

Apesar de já existir neste período o Código de Águas, desde 1934, este “não foi capaz de incorporar meios para combater o desperdício, a escassez e a poluição das águas,

solucionar os conflitos de uso, bem como promover os meios de uma gestão descentralizada e participativa” (CAMPOS, 2001).

Observa-se assim a necessidade de uma legislação mais específica que incorpore tais situações, conforme apresentado a seguir.

2.2.1. Discussões sobre gestão dos recursos hídricos no Brasil

No período compreendido entre as décadas de 70 e 80, em função dos alertas mundiais, através de diversas conferências e congressos internacionais, com a participação da comunidade científica, foram instituídas comissões interministeriais. Foram também realizados congressos e simpósios de associações técnicas e científicas brasileiras, visando encontrar meios de aperfeiçoar o sistema de gerenciamento de recursos hídricos no país e minimizar os riscos de comprometimento da quantidade e qualidade da água (CAMPOS, 2001).

Dentre as iniciativas pode-se destacar: a Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) de Recursos Hídricos instituída em 1984. Esta comissão teve como objetivo examinar todos os aspectos associados aos usos múltiplos dos recursos hídricos no país. Há que se destacar ainda a atuação da Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH) em relação às discussões sobre o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, iniciadas em seu simpósio nacional, realizado em 1987 em Salvador, 1989 em Foz do Iguaçu, e 1991 no Rio de Janeiro.

Segundo Barth (1999 *apud* CAMPOS, 2001), as discussões resultaram em Cartas específicas, aprovadas nas assembleias gerais da Associação ocorridas durante os simpósios, cuja leitura permite constatar a evolução dos debates sobre os aspectos institucionais do gerenciamento de recursos hídricos no Brasil, como, por exemplo:

- *Carta de Salvador:* são introduzidos temas institucionais para a discussão, tais como: usos múltiplos dos recursos hídricos; descentralização e participação; sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos; aperfeiçoamento da legislação; desenvolvimento tecnológico e capacitação de recursos humanos; sistema de informações sobre recursos hídricos; e política nacional de recursos hídricos.

- *Carta de Foz do Iguaçu:* aborda conceitos e princípios básicos com relação à política nacional de recursos hídricos, tais como: o reconhecimento do valor econômico da água e a cobrança por seu uso, e a recomendação da instituição do Sistema Nacio-

nal de Gerenciamento de Recursos Hídricos, previsto na Constituição Federal de 1988.

- *Carta do Rio de Janeiro*: aborda a temática sobre os recursos hídricos e meio ambiente, a reversão da dramática poluição das águas e a necessidade inadiável do planejamento e da gestão de forma integrada em bacias hidrográficas, regiões e áreas costeiras são abordadas como questões de prioridade nacional.

2.2.2. Código de Águas

O Código de Águas apresentado pelo Decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934 pode ser considerado como o marco inicial da legislação brasileira sobre os recursos hídricos. Seu texto dispõe sobre a classificação e utilização da água no Brasil, o uso comum das águas, a hierarquia de usos, a contaminação das águas, entre outros.

Enfatizando a preocupação com a exploração econômica das águas, o Código das Águas determinava que o uso comum das águas poderia ser gratuito ou retribuído, conforme as leis e os regulamentos da circunscrição administrativa a qual pertenciam. “Instituiu, assim, de modo precursor, o fundamento para o princípio do usuário-pagador, introduzido de modo formal no direito brasileiro apenas 63 anos mais tarde pela Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos(PNRH)” (ANA, 2007).

Segundo Togoro (2006), o Código de Águas deu suporte ao desenvolvimento da matriz energética brasileira e coloca o país como soberano nas questões sobre o aproveitamento das águas para este fim, além de indicar os princípios de planejamento de recursos hídricos, a preocupação com a saúde pública, fauna e flora. Durante algumas décadas, o Código de Águas permaneceu como o único instrumento legal que tratava especificamente dos recursos hídricos.

2.2.3. Política Nacional de Meio Ambiente

A Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981 dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, e estabelece como um de seus princípios, como apresentado no Art. 2º, a racionalização dos recursos naturais, dentre eles a água; o planejamento e a fiscalização do uso dos recursos naturais; e o acompanhamento do estado da qualidade ambiental.

Dentre seus objetivos (Art. 4º, inc. VII), tem-se a imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos. Tendo esses princípios, correlação com os conceitos de monitoramento, parâmetros de qualidade e controle e fiscalização dos recursos hídricos.

2.2.4. Resolução CONAMA 20 e CONAMA 357

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) publicou em 18 de junho de 1986, a Resolução nº 20 que, estabelece uma classificação das águas doces, salinas e salobras do território nacional, especificando os parâmetros e limites associados aos níveis de qualidade requeridos, de modo a assegurar seus usos preponderantes.

A Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, substituiu a Resolução CONAMA nº 20/1986, acima mencionada. Esta resolução dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

A Resolução 357 difere basicamente da anterior no tocante à inclusão de novos parâmetros a serem considerados na qualidade de água; alteração de valores limites de concentração de alguns parâmetros; inclusão de parâmetros de toxicidade; criação de novas classes para águas salina e salobras; entre outros.

2.2.5. Constituição Federal e o Meio Ambiente

Em 1988 através da Constituição Federal foi estabelecido o conceito de proteção ao meio ambiente e também outras determinações com relação aos recursos hídricos, as quais estão inseridas na temática de gestão participativa e relacionam-se aos conceitos de gerenciamento dos recursos hídricos.

Na Constituição Federal são definidas como bens da União as águas que estão em seu território, banhem mais de um estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenha; e também os potenciais de energia elétrica (Art. 20, inc. III). Em função destas definições altera-se a dominialidade das águas, colocando-as exclusivamente no âmbito da União e dos Estados. Foi ainda extinto o domínio das águas particulares, tornando-as exclusivamente públicas.

A partir da determinação de que alguns usos da água estariam sujeitos à outorga de direitos de uso, o texto constitucional deixou explícito a necessidade de controlar o uso das águas pelo particular, e discipliná-lo prevenindo conflitos, portanto, a parcela outorgada perde a possibilidade do uso coletivo, assumindo o caráter de bem de uso especial ou da administração, sem prejuízo de sua natureza jurídica de bem público. (ANA, 2007).

A Constituição Federal determina ainda que compete à União a instituição do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e também para definição de critérios para outorga de direitos de seu uso (Art. 21, inc. XIX). Estabelece também, como competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios a proteção do meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas (Art. 23, inc. XI), e considerar um direito fundamental o direito ao meio ambiente equilibrado e a qualidade de vida saudável (Art. 225).

2.2.6. Política Nacional de Recursos Hídricos

A Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997 surge então para instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos e criar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, preenchendo a lacuna com relação à gestão dos recursos hídricos. A Política Nacional de Recursos Hídricos define como unidade de planejamento as bacias hidrográficas, reconhece a água como bem finito e considera os usos múltiplos da água e vai ao encontro de uma gestão participativa e descentralizada.

Esta lei é considerada avançada, pois, introduz mecanismos de democracia participativa, interligada ao sistema administrativo pautado nos mecanismos da democracia representativa, que institucionaliza a gestão descentralizada, fundamentada na participação do poder público, usuários e das comunidades, e apresenta, por conseguinte, desafios para sua implementação (MUNÓZ, 2000 apud OLIVEIRA, 2005).

A Política Nacional de Recursos Hídricos tem como objetivos (Art. 2º): assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; e a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Os capítulos iniciais da lei tratam dos fundamentos, dos objetivos e das diretrizes gerais de ação, nos quais são reproduzidos conceitos convergentes derivados de diversas

conferências internacionais sobre a temática do meio ambiente e recursos hídricos que ocorreram nas décadas anteriores (ANA, 2007).

Os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, necessários à operacionalização das ações de gestão, tendo como referências os fundamentos, objetivos e as diretrizes da legislação, são os seguintes (Art. 5º):

- os Planos de Recursos Hídricos;
- o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos;

Segundo Dantas (2007), é possível destacar na Política Nacional de Recursos Hídricos quatro características inovadoras que a diferenciam das experiências brasileiras anteriores, tais como: a descentralização da gestão; a democratização da informação; o planejamento por bacia hidrográfica e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

A gestão dos recursos hídricos no Brasil sempre foi centralizada nos órgãos públicos devido principalmente aos interesses voltados para o setor energético. Nesta nova proposta de gestão são incluídos os demais setores da sociedade os quais, têm participação nas discussões e tomada de decisão.

O Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos, previsto como um dos instrumentos da política nacional favorece a democratização das informações sobre os recursos hídricos em todo o país, sendo um de seus princípios o acesso aos dados e informações garantido a toda a sociedade (Art. 26º, inc. III),

O acesso às informações é uma ferramenta fundamental para que a gestão descentralizada funcione, considerando que todos os integrantes da gestão entre eles, a sociedade e os participantes dos comitês devem ter acesso as informações. Todos devem estar preparados e capacitados para participar dos processos de negociação e decisão, para que a condução do processo não fique restrita somente a alguns participantes dos processos (DANTAS, 2007).

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos tem por objetivo reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu valor real (Art. 19º, inc. I), incentivar a racionalização do uso da água (Art. 19º, inc. II) e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos (Art.

19º, inc. III). As diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos deverão estar contemplados nos planos de recursos hídricos (Art. 7º, inc. IX).

No âmbito da União, no período entre 1997 a 2000, ocorreu o processo de instalação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos que, dentre outras atribuições, tem sido responsável por resoluções destinadas à regulamentação da Política Nacional de Recursos Hídricos e dos seus instrumentos de gestão. “Nova dinâmica foi inserida no processo de implementação dos sistemas de informações sobre recursos hídricos, a partir da Lei nº 9.984 de 17 de julho de 2000, que criou a Agência Nacional de Águas” (ANA, 2007).

A Agência Nacional de Águas (ANA) é uma autarquia, com regime especial, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, e integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos que têm por finalidade implementar, em sua esfera de atribuições, a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Em face das grandes transformações pela qual tem passado nos últimos anos a área de recursos hídricos vêm ganhando importância e despertando grande interesse por parte da sociedade.

2.3. Gestão de recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro

O órgão gestor de meio ambiente e recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro atualmente é o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), criado através da Lei Estadual nº 5.101 de 4 de outubro de 2007.

O novo instituto unificou a ação dos três órgãos ambientais vinculados à Secretaria de Estado do Ambiente (SEA): a Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente (FE-EMA), a Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA) e o Instituto Estadual de Florestas (IEF).

O instituto possui uma gestão de caráter descentralizador, sua atuação é feita através de suas Superintendências Regionais que, correspondem às regiões hidrográficas do Estado, integrando assim a gestão ambiental e a de recursos hídricos.

2.3.1. Política Estadual de Recursos Hídricos

A Lei Estadual nº 3.239 de 2 de agosto de 1999 instituiu a Política Estadual do Rio de Janeiro e criou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A lei estadual reafirma os fundamentos preconizados na legislação federal, e caracteriza a água como um

recurso essencial à vida, de disponibilidade limitada, dotada de valores econômico, social e ecológico e como sendo um bem público (Artº 1). Constitui também a bacia hidrográfica como unidade básica de gerenciamento de recursos hídricos (Artº 1, §2º) e explicita uma gestão descentralizada, com a participação do Poder Público, dos usuários, da comunidade e da sociedade civil (Artº 2, inc. II).

A Política Estadual de Recursos Hídricos tem por objetivo promover a harmonização entre os múltiplos e competitivos usos da água, e a limitada e aleatória disponibilidade, temporal espacial (Artº 3). De acordo com seu objetivo ela visa: assegurar o prioritário abastecimento da população humana (Artº 3, inc. II), promover a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos, de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (Artº 3, inc. III), promover a articulação entre União, Estados vizinhos, Municípios, usuários e sociedade civil organizada, visando à integração de esforços para soluções regionais de proteção, conservação e recuperação dos corpos d'água (Artº 3, inc. IV); buscar a recuperação e preservação dos ecossistemas aquáticos e a conservação da biodiversidade dos mesmos (Artº 3, inc. V); e promover a despoluição dos corpos hídricos e aquíferos (Artº 3, inc. VI).

Os instrumentos definidos na política estadual são aqueles definidos pela legislação federal, exceto aqueles que estão relacionados à esfera estadual. São os instrumentos (Artº 5):

Plano Estadual de Recursos Hídricos

Constitui-se num plano diretor com o objetivo de fundamentar e orientar a formulação e a implementação da política definida pela lei e o seu gerenciamento. Caracteriza-se como uma diretriz geral e será elaborado a partir dos planejamentos elaborados para as bacias hidrográficas.

O plano deverá conter as características socioeconômicas e ambientais das bacias hidrográficas e zonas estuarinas; as metas para atingir índices progressivos de melhoria da qualidade, racionalização do uso, proteção, recuperação e despoluição dos recursos hídricos e as medidas a serem tomadas para o atendimento das metas previstas; as prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos; diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso da água; proposta de criação de áreas sujeita as restrições de uso com vista à proteção; diretrizes para as questões relativas às transposições de bacias; programas de desenvolvimentos institucional, tecnológico e gerencial, e capacitação profissional e de comunicação social, no campo dos recursos hídricos; as regras suplementares de defesa ambien-

tal, na exploração mineral, em rios, lagoas, lagunas, aquíferos e águas subterrâneas; e as diretrizes para a proteção das áreas marginais de rios, lagoas, lagunas e demais corpos de água.

A lei estabelece como uma de suas diretrizes, a divisão do território do estado em Regiões Hidrográficas para fins de gestão dos recursos hídricos. A partir da Resolução nº 18 de 8 de novembro de 2006, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, o território foi subdividido em dez Regiões Hidrográficas (RH). A **figura 2.1** apresenta espacialmente as regiões hidrográficas: Baía de Ilha Grande (RH 1), Guandu (RH 2), Médio Paraíba do Sul (RH 3), Piabanha (RH 4), Baía de Guanabara (RH 5), Lagos São João (RH 6), rio Dois Rios (RH 7), Macaé e das Ostras (RH 8), Baixo Paraíba do Sul (RH 9) e Itabapoana (RH 10).

Como anteriormente citado, a divisão tem por objetivo facilitar a gestão dos recursos hídricos e otimizar a aplicação dos recursos financeiros arrecadados com a cobrança pelo uso da água em cada região hidrográfica, além disso, a resolução define que a área de atuação dos comitês de bacias hidrográficas seja coincidente com a área da respectiva região hidrográfica.

Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos (PROHIDRO)

A lei também cria o Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos sendo um instrumento da ação governamental, visando à concretização dos objetivos pretendidos pela Política Estadual de Recursos Hídricos com o objetivo de proporcionar a revitalização e a conservação dos recursos hídricos, sob a óptica do ciclo hidrológico, tendo a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e trabalho.



Figura 2.1. Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro.

Fonte: INEA, 2009.

Planos de Bacia Hidrográfica

Os Planos de Bacia Hidrográfica atenderão às diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos, e servirão de base à elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos.

Tais planos serão constituídos pelos seguintes elementos: caracterização socioeconômica e ambiental da bacia e da zona estuarina; análise de alternativas do crescimento demográfico, evolução das atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo; diagnóstico dos recursos hídricos e dos ecossistemas aquáticos e aquíferos; cadastro de usuários, inclusive de poços tubulares; diagnóstico institucional dos Municípios e de suas capacidades econômico-financeiras; avaliação econômico-financeira dos setores de saneamento básico e de resíduos sólidos urbanos; projeções de demanda e de disponibilidade de água, em distintos cenários de planejamento; balanço hídrico global e de cada sub-bacia; os objetivos de qualidade a serem alcançados em horizontes de planejamento não-inferiores aos estabelecidos no Plano Estadual de Recursos Hídricos; análise das alternativas de tratamento de efluentes para atendimento de objetivos de qualidade da água; programas das intervenções, estruturais ou não, com estimativas de custo; e esquemas de financiamentos dos programas elaborados a partir de:

- simulação da aplicação do princípio usuário-poluidor-pagador, para estimar os recursos potencialmente arrecadáveis na bacia;
- rateio dos investimentos de interesse comum;
- previsão dos recursos complementares alocados pelos orçamentos públicos e privados, na bacia.

Os planos também deverão estabelecer as vazões mínimas a serem garantidas em diversas seções e estirões dos rios, capazes de assegurar a manutenção da biodiversidade aquática e ribeirinha, em qualquer fase do regime e também a elaboração de Planos de Manejo de Usos Múltiplos de Lagoa ou Laguna, quando da existência dessas.

Enquadramento dos corpos de água em classes

Com relação ao enquadramento dos corpos d'água a legislação estadual preconiza os mesmos princípios da legislação federal, e inclui que deverão ser estabelecidas metas a serem atingidas com relação à de qualidade de água.

Os enquadramentos dos corpos de água nas classes de uso deverão ser feitos pelos comitês de bacias hidrográficas na forma de lei, e homologados pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Outorga do direito de uso dos recursos hídricos

A outorga do direito de uso de recursos hídricos tem como objetivo disciplinar, assegurar, harmonizar e controlar os usos múltiplos da água, garantindo a todos os usuários o acesso à água visando à preservação das espécies da fauna e flora endêmicas ou em perigo de extinção e os efeitos da superexploração, rebaixamento do nível piezométrico e contaminação dos aquíferos.

A legislação estadual prevê os mesmos usos que a legislação federal para a requisição de outorga. A requisição de outorga para fins industriais somente será concedida se a captação em cursos d'água se fizer a jusante do ponto de lançamento dos efluentes líquidos da própria instalação.

A legislação prevê que toda a outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas no Plano de Bacia Hidrográfica e respeitará a classe em que o corpo de água estiver enquadrado, a conservação da biodiversidade aquática e ribeirinha, e, quando o caso, a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário.

A Portaria Serla nº 567 de 7 de maio de 2007 é a legislação que estabelece os critérios gerais e os procedimentos técnicos e administrativos, bem como os formulários visando o cadastro e requerimento, para emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro.

Cobrança pelo uso dos recursos hídricos

A cobrança aos usuários pelo uso dos recursos hídricos tem como objetivos reconhecer a água como bem econômico e indicar seu real valor, incentivar a racionalização do uso da água e obter recursos financeiros para os programas contemplados nos planos de bacia. A legislação determina que sejam cobrados, aos usuários, os usos de recursos hídricos sujeitos à outorga.

A Lei Estadual 4.247 de 16 de dezembro de 2003, determina os critérios e valores da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, seguindo os mesmos critérios e valores aprovados pelo Comitê Federal da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Estes critérios definidos em lei terão caráter transitório, sua validade está condicionada à implantação dos comitês de bacia e os respectivos planos de bacia hidrográfica.

Segundo Dantas (2007), a metodologia para a cobrança adotada é aplicável a todos os setores usuários exceto os de geração de energia (Pequenas Centrais Hidroelétricas) que possuem metodologia específica e o de mineração de areia que ainda será regulamentado.

Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRHI)

O sistema de informações estadual tem por objetivo a coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre os recursos hídricos, este deve ser integrado ao sistema federal.

O conjunto de dados que compõem o sistema caracterizam a bacia, quanto aos aspectos quantitativos e qualitativos de água nos cursos d'água e em diversos pontos. O sistema também contém o cadastro de usuários de recursos hídricos, a partir do qual, podem ser obtidas informações quanto a cargas pontuais referentes a captações e lançamentos em diferentes pontos da rede hidrográfica.

2.3.2. Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos

A Lei 3.239/1999 que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos, também implementou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos o qual tem como objetivos a coordenação da gestão integrada das águas; arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos; implementar a Política Estadual de Recursos Hídricos; planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos e promover a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

O sistema estadual de gerenciamento é composto pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI), o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDRHI), os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH), as Agências de Água e os organismos dos poderes públicos federal, estadual e municipal cujas competências se relacionem com a gestão dos recursos hídricos.

Conselho Estadual de Recursos Hídricos

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos é um órgão colegiado, com atribuições normativa, consultiva e deliberativa. Os objetivos deste Conselho estão sempre voltados

para uma política eficaz na gestão dos recursos hídricos e valorização dos corpos d'água do estado (RODRIGUES, 2007).

Dentre as competências do Conselho ressalta-se:

- promover a articulação do planejamento estadual de recursos hídricos, com os congêneres nacional, regional e dos setores usuários;
- estabelecer critérios gerais a serem observados na criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas e Agências de Água e apoiar a elaboração dos respectivos Regimentos Internos;
- estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso, e homologar outorgas de uso das águas;
- arbitrar, em última instância administrativa, os conflitos existentes entre os comitês de bacia;
- estabelecer as diretrizes complementares para implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, para aplicação de seus instrumentos e para atuação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Fundo Estadual de Recursos Hídricos

O fundo estadual de recursos hídricos, de natureza e individualização contábeis, vigência ilimitada, é destinado a desenvolver os programas governamentais de recursos hídricos, da gestão ambiental.

A aplicação dos recursos do fundo deverá ser orientada pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos e pelo respectivo plano de bacia hidrográfica, e compatibilizada com o plano plurianual, a lei de diretrizes orçamentárias e o orçamento anual do estado (RODRIGUES, 2007).

Comitês de Bacias Hidrográficas

Os comitês são entidades colegiadas, com atribuições normativa, deliberativa e consultiva. Cada comitê terá, como área de atuação e jurisdição, a totalidade de uma bacia hidrográfica de curso d'água de primeira ou segunda ordem ou um grupo de bacias hidrográficas contíguas. Os comitês de bacia hidrográfica foram criados para gerenciar o uso dos recursos hídricos de forma integrada e descentralizada, com a participação da sociedade.

Cabe ao comitê de bacia hidrográfica a coordenação das atividades dos agentes públicos e privados, relacionados aos recursos hídricos e ambientais, compatibilizando o Plano Estadual com a área de atuação de cada comitê.

Os comitês representam a forma democratizada e descentralizada para discutir os problemas e buscar soluções, apontando onde os recursos deverão ser aplicados, através de seus planos de bacia (RODRIGUES, 2007).

Atualmente, no estado do Rio de Janeiro existem formados os seguintes comitês:

- Comitê Baía de Guanabara (Baía de Guanabara e Sistemas Lagunares de Marica e Jacarepaguá);
- Comitê Piabanha (rio Piabanha e sub-bacias hidrográficas dos rios Paquequer e Preto)
- Comitê Guandu (rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim);
- Comitê Macaé (rio Macaé – bacia do rio Jurubatiba, bacia do rio Imboassica e bacia da lagoa de Imboassica);
- Comitê rio Dois Rios;
- Comitê médio Paraíba do Sul.

Agências de Água

As agências de água são entidades executivas, instituídas e controladas por um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica. Elas têm importante papel na execução dos elementos essenciais para a gestão das bacias, dentre suas competências definidas pela lei destacam-se:

- manter atualizado o balanço da disponibilidade hídrica e cadastro de usuários;
- efetuar a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- implementar o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos;
- elaborar as propostas dos Planos de Bacia Hidrográfica;
- propor, aos respectivos comitês o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso, para encaminhamento ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos; os valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos; o plano de aplicação dos valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos; e o rateio dos custos das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

A partir do apresentado, observa-se que tanto a nível Nacional como Estadual, em relação aos instrumentos legais, definições de conceitos e princípios básicos, definições de

instrumentos e componentes, ocorreram enormes avanços no tocante à gestão de recursos hídricos. O reconhecimento do valor econômico da água a cobrança por seu uso, e a recomendação da instituição de sistemas de informações se implementados eficazmente, garantirá a sustentabilidade da água e oferta para as gerações futuras, levando em conta sua qualidade.

Entretanto, a integração da gestão de recursos hídricos com outros sistemas de gestão e outras políticas aplicáveis aos usos das águas e território, como por exemplo, a Política Nacional de Saneamento, são fundamentais para se atingir os objetivos pretendidos, como poderá ser observado nos capítulos a seguir.

CAPÍTULO 3. SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS

As ações relacionadas ao abastecimento de água tratada à população, sistema de coleta e tratamento de esgotamento sanitário e coleta e disposição final de resíduos sólidos compreendem de uma forma geral o que se denomina saneamento básico. Tais ações são fundamentais para condições de salubridade e o bem estar da população e estão amplamente relacionadas aos recursos hídricos. O conhecimento e o histórico dessas ações no processo de urbanização de qualquer espaço geográfico são fundamentais para o entendimento do processo de degradação ambiental.

Essa é a temática desse capítulo: apresentar e descrever as principais ações voltadas ao saneamento básico, sua relação com os aspectos da urbanização e a situação do saneamento da região da bacia hidrográfica de Jacarepaguá. Com esse enfoque pode-se subsidiar o entendimento da situação ambiental atual da bacia hidrográfica de Jacarepaguá.

3.1. Saneamento, recursos hídricos e urbanização

Os problemas ambientais causados pela ausência dos serviços de saneamento básico estão inseridos, nas relações entre as sociedades e seus respectivos espaços geográficos, na apropriação dos recursos naturais, e incorporam aspectos culturais e históricos das sociedades (PEREIRA e BALTAR, 2000).

O processo de urbanização dos espaços possui uma grande interface nos aspectos de saneamento básico das cidades. A necessidade de estabelecer um processo de urbanização planejado, contemplando os elementos presentes no meio ambiente e também os aspectos necessários à qualidade de vida da população, o estabelecimento de limites, normas para controle das ações antrópicas, norteiam as discussões atuais para o estabelecimento de um desenvolvimento sustentável, a partir de uma perspectiva mais abrangente.

A concentração da população nos centros urbanos promoveu o agravamento dos problemas ambientais em virtude da ausência ou ineficiência do planejamento urbano, e trouxe consigo diversas demandas, são atendidas somente em caráter emergencial ou de maneira paliativa.

Dentre tais demandas pode-se destacar às questões vinculadas ao saneamento básico e recursos hídricos, que se relacionam através dos problemas inerentes às características da urbanização que ocorre na maioria das cidades brasileiras, as quais apresentam deficiência nos serviços relacionados ao saneamento básico, tais como: coleta e tratamento dos esgotos, que acabam sendo lançados nos corpos hídricos ou na rede de drenagem plu-

vial sem qualquer tratamento; coleta e disposição final dos resíduos sólidos que, muitas vezes são dispostos nas ruas ou nos corpos hídricos, ou até mesmo em lixões desprovidos de controle e tratamento adequado; ocupações irregulares em áreas de mananciais que podem acarretar a poluição dos mesmos e a impermeabilização dos solos que afetam então a disponibilidade hídrica da bacia em termos quantitativos e qualitativos.

Os quadros ambientais de maior gravidade costumam ter como característica a sobreposição de vários desses problemas, inter-relacionados em seus fatores de origem. Esta observação encerra um elemento conceitual importante: as questões ambientais vinculadas ao saneamento não se configuram, portanto, como uma tipologia de projetos setoriais, mas ocorrem sobre espaços geográficos determinados, nos quais se observa uma conjugação crítica de problemas interdependentes, cuja combinação obedece a uma grande variedade de nuances, estabelecidas em função do histórico de ocupação, características geofísicas e dinâmica econômica, entre outros fatores (PEREIRA e BALTAR, 2000).

Para Pereira e Baltar (2000), as interfaces dos serviços de saneamento, abastecimento de água e de esgotamento sanitário, com a dinâmica dos recursos hídricos, sugerem a predominância lógica das bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento, indo ao encontro do que fora preconizado pela Política Nacional de Recursos Hídricos.

Em conseqüência dos diversos problemas que ocorrem em virtude do conflito urbano ambiental, pode-se destacar como uma das principais questões a ser compreendida e desenvolvida são àquelas relacionadas aos instrumentos de planejamento urbano. O planejamento das cidades deve contemplar os aspectos ambientais do espaço no qual ela se insere, sobretudo, os recursos hídricos, tendo em vista a busca pelo desenvolvimento urbano sustentável, o qual se configura atualmente como um dos principais desafios da sociedade.

3.2. Considerações sobre as Políticas de Saneamento no Brasil: Breve histórico

A década 1970 pode ser considerada um marco no que tange as políticas públicas de saneamento, através da implantação do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA). Até esse período, os serviços de água e saneamento no Brasil eram fornecidos pelos municípios sob a supervisão da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) que, por sua vez, era supervisionada pelo Ministério da Saúde (SEROA, 2004). Neste período, as questões relacionadas ao saneamento eram abordadas de forma descentralizada, compatível com os estágios relativamente precários de desenvolvimento das diversas regiões do país (LIMA, 2006).

Segundo Lima (2006), o período anterior ao PLANASA caracteriza-se pelo crescimento acelerado e progressivo do déficit de atendimento aos serviços de saneamento, em função principalmente da concentração da população nas cidades, da dispersão dos poucos

recursos disponíveis, da inexistência de programas específicos nos níveis estadual e federal e da carência dos recursos dos municípios.

Em 1961, os países da América formularam a Carta de Punta del Este que, definiu como diretriz o nível de 70% de atendimento dos serviços de água e esgoto à população urbana de cada país e, nível de 50 % para a população rural (TUROLLA, 2002).

Por sua vez, o governo militar elegeu a ampliação da cobertura dos serviços de saneamento como uma de suas prioridades explicitadas nos planos de desenvolvimento do período, elaborando um programa decenal para o cumprimento das metas acordadas através da Carta de Punta del Este (TUROLLA, 2002).

Ainda no período do governo militar, na década de 60, foi instituído em virtude dos planos de desenvolvimento nacional, o Banco Nacional de Habitação (BNH), com o objetivo de implantar uma política de desenvolvimento urbano e, o Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), através do fundo recolhia-se um valor percentual do salário mensal dos trabalhadores, com o objetivo de aplicar a verba nas políticas nacionais de habitação e infraestrutura.

Na década de 1970 é criado então, o PLANASA o qual era responsável por todo o planejamento de investimento para o setor de saneamento, inclusive as políticas tarifárias, de crédito, entre outras, sendo uma das principais ações do governo na política de saneamento. O PLANASA tinha como um de seus objetivos a ampliação da cobertura de abastecimento de água em nível de 80% urbana e em 50% os serviços de esgotamento sanitário.

O plano promoveu a criação de companhias estaduais de água e saneamento, e incentivou os municípios a fazer concessões de longo prazo para essas empresas em troca de investimentos concedidos pelo Banco Nacional de Habitação (BNH), que era o viés financeiro do Plano (SEROA, 2004). Os municípios que por ventura, não se integrassem ao Plano não tinham alternativas para obter recursos para o financiamento de suas necessidades de implantação de sistemas de saneamento (PAGNOCCHESCHI, 2000).

O principal objetivo da centralização era a necessidade de redução dos custos de transação de planejamento, para uma melhor administração dos riscos e o estabelecimento de subsídios cruzados, com regiões mais rentáveis, financiando as menos rentáveis (TUROLLA, 2002).

De acordo com os dados de Censo publicados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), nas décadas de 1970 e 1980, no período de atuação do Plano, a cobertura de água urbana no Brasil aumentou de 60% em 1970 para 86% em 1990, e a cobertura do esgoto urbano passou de 22% em 1970 para 48% em 1990.

Segundo Pagnoccheschi (2000), o Plano representou um enorme avanço em termos de atendimento aos serviços de saneamento, porém, privilegiou o financiamento de siste-

mas de abastecimento de água e de sistemas de coleta de esgotos, em detrimento do financiamento de sistemas de tratamento e disposição final de esgotos.

A principal consequência desse processo foi o aumento extraordinário da carga de efluentes domésticos, decorrente dos inúmeros sistemas implantados de abastecimento de água e de coleta e afastamento de esgotos financiados pelo PLANASA, sem que se tenha investido o suficiente para o financiamento de obras de tratamento de esgotos (PAGNOCCHECHI, 2000).

Segundo Turolla (2002), a década de 1980 se iniciou com um índice de cobertura dos serviços de abastecimento de água atingindo cerca de 80% da população urbana, tendo o Plano desta forma atingido seu principal objetivo. Entretanto, neste mesmo período vários fatores contribuíram para a crise financeira das companhias estaduais. Os financiamentos esgotaram-se em virtude de uma situação de crise no país, encerraram-se as carências dos empréstimos obtidos nos anos anteriores e as despesas de amortizações e os encargos financeiros das dívidas foram aumentados.

No ano de 1986, o BNH foi extinto e, fora incorporado pela Caixa Econômica Federal que, assumiu os antigos papéis do Banco no tocante ao financiamento do setor, tendo também sido reduzida a disponibilidade de recursos. Em meio à crise do setor de saneamento do fim dos anos 1980, a Constituição de 1988 definiu de forma ambígua que os municípios seriam responsáveis pelos serviços de interesse local (TUROLLA, 2002).

A constituição garantiu aos municípios o direito de fazer concessões para os serviços públicos de interesse "local" enquanto reconhecia que os governos federais e estaduais deveriam garantir um fornecimento eficiente e bem regulado para os serviços de água e saneamento. Esses dois requerimentos abriram debate sobre como as áreas municipais e metropolitanas atualmente cobertas, na maioria dos casos pelas empresas estaduais, poderiam regular esses serviços (SEROA, 2004).

Ainda que em seu texto tenha ficado implícito certa ambigüidade com relação à atuação dos municípios e estados, a Constituição criou uma importante demanda por regulamentação no setor de saneamento.

Alguns dos principais dispositivos constitucionais que passaram a exigir regulamentação foram a definição difusa da questão da titularidade, o gerenciamento de recursos hídricos, as concessões e as permissões de serviços públicos, entre outros. A regulamentação desses dispositivos só começou a se concretizar a partir da segunda metade dos anos 1990 (TUROLLA, 2004).

O PLANASA pode ser considerado como a principal ação do governo na questão de saneamento nas últimas décadas, sendo um mecanismo articulado de financiamento e de modernização do setor de saneamento no Brasil. De acordo com Turolla (2002), após o seu colapso, as iniciativas governamentais revelaram-se pontuais e desarticuladas, enquanto a Política Nacional de Saneamento permaneceu por toda a década de 1990 sem regulamentação.

Durante a década de 1990, as políticas públicas no setor de saneamento foram caracterizadas por ações de modernização e tentativa de ampliação da cobertura dos serviços, utilizando recursos disponibilizados pelos programas federais, do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) e das instituições de fomento, tais como: o Banco Mundial (BIRD) e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). A **tabela 3.1** apresenta os principais programas federais implantados durante a década de 1990.

Tabela 3.1. Programas federais no setor de saneamento na década de 1990.

| Programa | Período | Financiamento | Beneficiário /Desdobramentos |
|-----------------|----------------|---------------------------------|--|
| Pronurb | 1990-1994 | FGTS e contrapartida | População urbana em geral, com prioridade à baixa renda. |
| Pró-saneamento | 1995- | FGTS e contrapartida | Preponderantemente áreas com famílias com renda de até 12 salários mínimos. |
| Pass | 1996- | OGU e contrapartida, BID e BIRD | População de baixa renda em municípios com maior concentração de pobreza. |
| Prosege | 1992-1999 | BID e contrapartida | População de baixa renda, privilegiando comunidades com renda de até 7 salários mínimos. |
| Funasa-SB | - | OGU e contrapartida | Apoio técnico e financeiro no desenvolvimento de ações com base em critérios epidemiológicos e sociais. |
| PMSS I | 1992-2000 | BIRD e contrapartida | Estudos e assistência técnica aos estados e municípios em âmbito nacional; investimentos em modernização empresarial e aumento de cobertura dirigidos a Casan, Embasa e Sanesul. |
| PMSS II | 1998-2004 | BIRD e contrapartida | Passa a financiar companhias do Norte, Nordeste e Centro-Oeste e estudos de desenvolvimento institucional. |
| PNCDA | 1997- | OGU e contrapartida | Uso racional de água em prestadores de serviço de saneamento, fornecedores e segmentos de usuários. |
| FCP/SAN | 1998- | FGTS, BNDES e contrapartida | Concessionários privados em empreendimentos de ampliação de cobertura em áreas com renda de até 12 salários mínimos. |
| Propar | 1998 | BNDES | Estados, municípios e concessionários contratando consultoria para viabilização de parceria público-privada. |
| Prosab | 1996- | Finep, CNPq, Capes | Desenvolvimento de pesquisa em tecnologia de saneamento ambiental. |

Fonte: Turolla, 2002.

Segundo Turolla (2002), os programas federais da década de 1990 podem ser enquadrados em dois conjuntos de ações. Alguns programas têm por objetivo a redução das desigualdades socioeconômicas e privilegia sistemas sem viabilidade econômico-financeira, são eles: Programa de Saneamento para Núcleos Urbanos (PRONURB); Pró-Saneamento; Programa de Ação Social em Saneamento (PASS) e Programa Social de Emergência e Geração de Empregos em Obras de Saneamento (PROSEGE).

Já os demais programas são voltados para a modernização e para o desenvolvimento institucional dos sistemas de saneamento, são os seguintes programas: Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS); Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA); Programa de Financiamento a Concessionários Privados de Serviços de Saneamento (FCP-SAN); Programa de Assistência Técnica à Parceria Público-

Privada em Saneamento (PROPAR) e Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB).

De acordo com Turolla (2002), o esgotamento do modelo PLANASA a partir da década de 1980 criou uma lacuna no setor de saneamento básico. Durante a década de 1990, ocorreram diversas ações e programas no setor, porém, as ações concretas foram limitadas pelo impasse legislativo que opôs frontalmente governadores a prefeitos e pela falta de definição das responsabilidades pelas políticas públicas.

Os custos econômicos da falta de saneamento, entretanto, são de menor importância que o custo ao ser humano. A proliferação injustificada de doenças relacionadas à poluição hídrica e a perda de vidas humanas em razão de doenças de tratamento relativamente simples são inaceitáveis, o que recomenda que as políticas públicas a serem implementadas pela próxima gestão do governo federal devam dar prioridade absoluta à questão do saneamento (TUROLLA, 2002).

Somente na década seguinte é publicada o marco regulatório para o setor de saneamento através da Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 que, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico no país. A legislação federal tem por objetivos (Art. 49):

- contribuir para o desenvolvimento nacional, a redução das desigualdades regionais, a geração de emprego e de renda e a inclusão social;
- priorizar planos, programas e projetos que visem à implantação e ampliação dos serviços e ações de saneamento básico nas áreas ocupadas por populações de baixa renda;
- proporcionar condições adequadas de salubridade ambiental aos povos indígenas e outras populações tradicionais, com soluções compatíveis com suas características socioculturais;
- proporcionar condições adequadas de salubridade ambiental às populações rurais e de pequenos núcleos urbanos isolados;
- assegurar que a aplicação dos recursos financeiros administrados pelo poder público dê-se segundo critérios de promoção da salubridade ambiental, de maximização da relação benefício-custo e de maior retorno social;
- incentivar a adoção de mecanismos de planejamento, regulação e fiscalização da prestação dos serviços de saneamento básico;
- promover alternativas de gestão que viabilizem a auto-sustentação econômica e financeira dos serviços de saneamento básico, com ênfase na cooperação federativa;
- promover o desenvolvimento institucional do saneamento básico, estabelecendo meios para a unidade e articulação das ações dos diferentes agentes, bem como do

desenvolvimento de sua organização, capacidade técnica, gerencial, financeira e de recursos humanos, contempladas as especificidades locais;

- fomentar o desenvolvimento científico e tecnológico, a adoção de tecnologias apropriadas e a difusão dos conhecimentos gerados de interesse para o saneamento básico;
- minimizar os impactos ambientais relacionados à implantação e desenvolvimento das ações, obras e serviços de saneamento básico e assegurar que sejam executadas de acordo com as normas relativas à proteção do meio ambiente, ao uso e ocupação do solo e à saúde.

A consolidação da legislação brasileira no âmbito do saneamento básico surge então como um importante instrumento na regulação dos serviços de saneamento, a titularidade do serviço, a integração da regulação dos aspectos econômicos e de qualidade.

3.3. Considerações sobre as Políticas de Saneamento no Estado do Rio de Janeiro

Ocorreram em meados do século XIX as primeiras intervenções no setor de saneamento no Rio de Janeiro, que tinha como problema principal a escassez de água na cidade e as epidemias que assolavam a população. Uma das alternativas encontradas na época para o abastecimento foi a utilização dos mananciais da Floresta da Tijuca que, já se encontrava devastada pelas plantações de café e fora reflorestada em virtude do problema de água. Para o esgotamento sanitário foi implantado um sistema separador misto que, permaneceu até o fim do século XIX (DANTAS, 2007).

Neste período a cidade do Rio de Janeiro apresentava um estado precário com relação ao saneamento básico, os dejetos não tinham locais apropriados para serem lançados, as valas e os sangradouros eram utilizados para o escoamento das águas pluviais e esgotos para o mar. A partir de 1912, o sistema adotado foi o separador absoluto, no qual o esgoto sanitário deveria ser totalmente segregado das águas pluviais.

Nos séculos XIX e XX os serviços de saneamento eram realizados por uma empresa inglesa, a City, que ganhara a concessão dos serviços os quais, eram de qualidade ruim e na época ocorreram diversos problemas na prestação dos serviços. Ainda no início do século XX, na década de 1920, o monopólio da empresa inglesa foi quebrado e parte do setor de saneamento ficou a cargo da Inspetoria de Águas e Esgotos (IAE), ou seja, o sistema passou a ser realizado pelo Estado.

A remodelação da estrutura colonial do Rio de Janeiro foi iniciada antes do período das campanhas sanitárias de Oswaldo Cruz. A modificação da paisagem urbana se efetivou pela reforma implementada na gestão de Pereira Passos que expulsou a

população pobre do centro da cidade, aumentando o grau de descontentamento e de exclusão social.

A higiene pública era uma questão a ser resolvida por um grupo de médicos e engenheiros – planejadores sem planos – que implementou profundas intervenções sobre a cidade, e principalmente sobre as moradias populares. Essas ações provocaram fortes reações dos profissionais do setor de saúde, pois não concordavam com o método utilizado pelo governo para sanear a cidade (SANTOS NETO, 2002).

Na década de 1920, foi criada a Inspetoria de Águas e Esgotos (IAE), que ficou responsável por todas as novas concessões dos serviços de saneamento e dos serviços de água. A atuação da IAE caracterizou-se pelos grandes investimentos e implantação de sistemas de esgotos nas regiões habitadas pela população de alta renda. As intervenções realizadas nas áreas suburbanas visavam somente atender aos interesses dos setores produtivos, já que naquelas regiões se instalavam diversas indústrias.

Inspetoria de Águas e de Esgotos foi transformada da década de 1940 no Serviço Federal de Água e Esgotos (SFAE) que, posteriormente seria extinto e suas atribuições ficaram a cargo do Departamento de Águas e Esgotos da Prefeitura do Distrito Federal.

De acordo com Santos Neto (2002), as ações e as políticas do setor de saneamento até a formulação do PLANASA, estavam vinculadas à expansão das classes de alta renda e do setor produtivo. Com a implantação do plano nacional, as políticas de saneamento passaram a ter um importante elemento de sustentação, aliadas aos recursos financeiros do FGTS e, a criação das companhias estaduais de água e esgotos.

A Companhia de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE) foi criada em 1975 e, passou a operar e manter a captação, tratamento, adução, distribuição das redes de águas e coleta, transporte, tratamento e destino final dos esgotos gerado nos municípios conveniados do Estado do Rio de Janeiro (CEDAE, 2009).

Segundo Dantas (2007), os níveis de cobertura aumentaram significativamente desde o início da operação das companhias, mesmo em locais menos favorecidos das metrópoles, já que as políticas de saneamento sempre estiveram voltadas para as classes mais ricas. As melhorias na infra-estrutura de saneamento causaram impactos positivos nas condições de vida da população.

Isto não significou a inversão dos perfis de investimento, nem tampouco a solução dos graves problemas de atendimento das periferias, já que os déficits de atendimento, assim como a extensão das áreas não atendidas era enorme. Na sua maior parte, além disso, foram construídos sistemas caros e incompletos tanto nas periferias como nos bairros mais ricos [...] (DANTAS, 2007).

O período pós o plano nacional ficou marcado como um grande vazio institucional no setor de saneamento básico, o que durou até a implantação do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG), Programa Nova Baixada (PNB), e posteriormente o Pro-

grama de Saneamento da Barra da Tijuca, Recreio dos Bandeirantes e Jacarepaguá, descritos brevemente a seguir:

- *Programa Nova Baixada:* desenvolvido pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro em conjunto com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) teve por objetivo ações de infra-estrutura de saneamento básico nos municípios da Baixada Fluminense (Duque de Caxias, Belford Roxo, São João de Meriti e Mesquita).
- *Programa de Despoluição da Baía de Guanabara:* criado na década de 1990, o objetivo do programa é realizar ações de planejamento e coordená-las visando à despoluição das águas da Baía de Guanabara. As principais ações do programa é a implantação de redes de coleta, transporte e tratamento de esgotos das bacias contribuintes situadas no entorno da Baía de Guanabara.
- *Programa de Saneamento da Barra da Tijuca, Recreio dos Bandeirantes e Jacarepaguá:* criado no ano de 2001, o programa prevê a implantação sistemas completos de esgotamento sanitário nos bairros atendidos.

Os programas citados acima implementados pelo poder público são de extrema importância para o ambiente urbano e para as questões ambientais relacionadas. As regiões atendidas se configuram como áreas de crescimento urbano acelerado e conseqüentemente carente dos instrumentos de infra-estrutura básica.

CAPÍTULO 4. QUALIDADE DA ÁGUA

Este capítulo trata dos aspectos relacionados à qualidade das águas, sua conceituação, as principais fontes de poluição, a relação entre a qualidade da água e a saúde pública, a importância do monitoramento dos parâmetros de qualidade da água, e os indicadores de qualidade da água.

Os aspectos legais referentes ao tema também é abordado a partir da Resolução CONAMA 357/2005 e da importância da qualidade da água sob o enfoque da Política Nacional de Recursos Hídricos.

4.1. Aspectos gerais

Cerca de 97% da água no planeta está nos oceanos, e somente 3% corresponde a água doce. Com relação à água doce ela se encontra assim distribuída: 79% nas geleiras, 20% confinada em aquíferos subterrâneos ou então no solo e somente 1% corresponde à água superficial (WALKER et al 2006). A água doce é um recurso limitado, apesar da dinâmica do ciclo hidrológico, este recurso recebe significativa quantidade de poluentes gerados pelo homem, provocando a redução contínua de sua qualidade.

Segundo Meybeck & Helmer (1992), cada corpo d'água possui características naturais específicas, físicas, químicas ou biológicas, as quais são determinadas pelas condições climáticas, geomorfológicas, pedológicas, geológicas e geoquímicas das bacias hidrográficas as quais pertencem. O desenvolvimento da biota nas águas de superfície também é influenciado por uma variedade de condições ambientais que determinam a ocorrência de diferentes espécies, de acordo com características fisiológicas de cada organismo.

Para Meybeck & Helmer (1992), em função da complexidade dos fatores que determinam a qualidade da água, bem como a grande variedade de variáveis utilizadas para descrever o estado dos corpos d'água, é difícil fornecer uma definição simples de qualidade da água. A qualidade de água é relativa, dependendo diretamente do uso a que se destina: balneabilidade, consumo humano, irrigação, transporte e manutenção da vida aquática.

A qualidade de um ambiente aquático poderia então ser definida: segundo o conjunto de concentrações, especiações, e partições físicas de substâncias inorgânicas ou orgânicas; pela composição e estado da biota no corpo d'água, e também pela descrição temporal e espacial das características do ambiente que pode sofrer variações por fatores externos ou internos no corpo d'água (MEYBECK & HELMER, 1992).

Segundo Tucci (2001a), a qualidade da água depende das condições geológicas, geomorfológicas e de cobertura vegetal da bacia de drenagem, do comportamento dos ecossistemas terrestres e de águas doces e das ações do homem. Tais ações antropogênicas, são principalmente: lançamento de cargas nos sistemas hídricos, alteração do uso do solo da bacia e modificações no sistema fluvial.

De acordo com a definição da FEEMA (2006), a qualidade das águas é representada por um conjunto de características, geralmente mensuráveis, de natureza química, física e biológica.

Conforme definição da Resolução no 357/05, a condição de qualidade da água é a qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água num determinado momento, em termos de usos possíveis com segurança adequada, frente às classes de qualidade estabelecidas.

Segundo Tebbutt (1977), qualquer corpo d'água pode assimilar determinada quantidade de poluentes sem ocorrer sérios efeitos devido ao ciclo biológico natural, onde ocorre um auto-ajuste que proporciona o retorno à condição anterior, à esta característica se dá o nome de autodepuração. De acordo com Jordão e Pessoa (2005), a capacidade de autodepuração dos corpos d'água depende de diversos fatores e é específica para cada um, sendo influenciada também pelas condições as quais o corpo d'água se encontra, porém somente quando esta capacidade é excedida que ocorre sérias alterações nas características físicas, químicas e biológicas da água.

A poluição da água ocorre quando o homem introduz substâncias no corpo d'água, alterando suas características iniciais, fazendo com que o nível de contaminantes impeça determinado uso da água, ocasionando desta forma alterações na qualidade. A poluição está relacionada a fatores químicos, físicos e biológicos. Para Farias (2006), a poluição da água se define como a alteração de sua qualidade natural pela ação do homem, que faz com que seja parcial ou totalmente imprópria para o uso a que se destina.

4.2. Urbanização e impactos no meio ambiente

De acordo com Canada (1994), historicamente os primeiros estudos científicos relacionados à qualidade da água foram realizados na Inglaterra no século XIX em função dos questionamentos sobre as causas das epidemias de febre tifóide e cólera. No início do século XX foram realizadas as primeiras pesquisas para entender a relação entre efluentes industriais, saúde humana e recursos pesqueiros. Em meados deste mesmo século deu-se o início da criação e estabelecimento de normas para proteção dos ambientes aquáticos.

Meybeck & Helmer (1992) apresentaram (**figura 4.1**) as fases ao longo dos séculos XIX e XX, da variação temporal dos aspectos relacionados à qualidade da água em países industrializados.

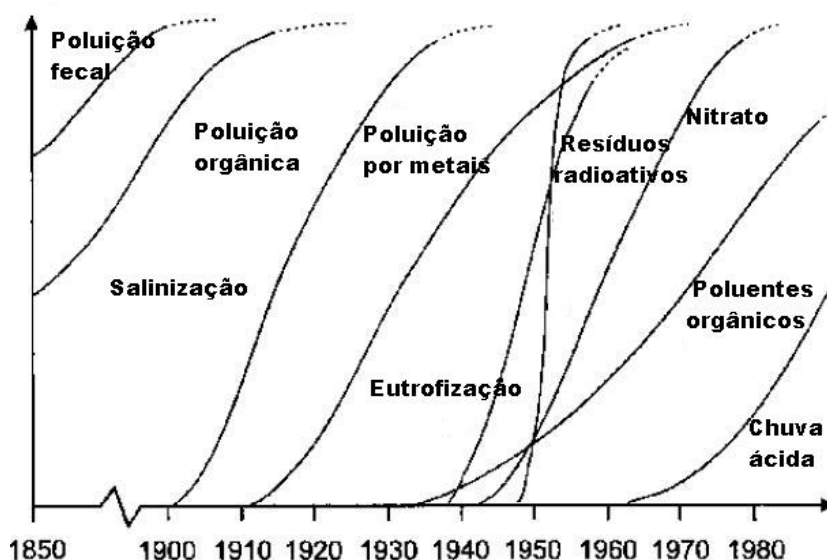


Figura 4.1. Seqüência de problemas decorrentes da qualidade da água em países industrializados.

Fonte: Meybeck & Helmer, 1989 apud Meybeck & Helmer, 1992.

A primeira fase mostra uma alteração na qualidade da água com indícios de impacto humano, mas sem qualquer prejuízo para a biota ou restrição da utilização da água. Tais mudanças só podem ser detectáveis por repetidas medições químicas durante longos períodos. As fases seguintes consistem em certa degradação da qualidade da água e possíveis restrições específicas do uso da água. Nas últimas fases, uma vez que as concentrações máximas admissíveis para as variáveis selecionadas em relação ao uso da água foram ultrapassadas, ou o habitat aquático e biota foram acentuadamente modificados, a água é definida como poluída.

A crescente expansão demográfica, agropecuária e industrial observada nas últimas décadas trouxe como conseqüência o comprometimento da qualidade das águas dos rios, lagos e reservatórios. O aumento da demanda pela água e sua utilização em inúmeras atividades humanas resulta num quadro crítico com relação à qualidade das águas, tanto do meio urbano quanto rural. Além de tais circunstâncias têm-se a complexidade das questões relacionadas aos recursos hídricos, que perpassa por questões políticas, financeiras e de planejamento.

Holt (2000 apud FARIAS, 2006) aponta que o processo de industrialização e urbanização, juntamente com a intensificação das atividades agrícolas, têm resultado no aumento

da demanda da água, tais processos também aumentam a contribuição de poluentes que afetam os corpos d'água.

O processo de urbanização promove diversas modificações na organização do espaço, sobretudo, na transformação da paisagem, amplia as relações de dependência entre o campo e as cidades e também produz um sistema integrado entre as cidades formando uma rede urbana, que posteriormente se configura em grandes aglomerados urbanos.

O aumento da população e por consequência a ampliação das cidades necessitariam ser acompanhados do crescimento de toda a infra-estrutura urbana necessária para proporcionar aos habitantes a mínima condição de vida (CERETTA, 2004). Porém, o que ocorre é um processo de urbanização realizado sem a devida implantação de infra-estrutura necessária, o crescimento é desordenado, sem considerar as características naturais do meio.

O planejamento urbano territorial se configura como um dos principais instrumentos para ordenar o crescimento urbano das cidades, minimizando os problemas decorrentes da urbanização.

No Brasil grande parte da população está concentrada em áreas urbanas, próximas aos rios, mananciais, e lagoas, situação a qual desencadeia dois importantes impactos negativos para os recursos hídricos: a intensificação do uso e o aumento da poluição.

A urbanização do terceiro mundo, e, particularmente, no caso da urbanização brasileira, presencia-se a dolorosa queima de etapas, em que sequer houve acesso à regulação urbana de forma universal e já foram discutidos os efeitos do neoliberalismo desregulador sobre a precária qualidade de vida urbana. Vista dessa perspectiva, falar da problemática sócio-ambiental urbana soa apenas como uma roupagem da moda para as velhas questões sociais (e urbanas) (COSTA, 2000).

A situação atual da poluição dos rios e lagos no Brasil é, de modo geral, muito grave, estes se encontram poluídos em decorrência do destino inadequado dado a esgotos, efluentes industriais e resíduos sólidos. Além de problemas de poluição e de proliferação de vetores, por ocasião de chuvas intensas, esses cursos de água costumam transbordar, ampliando os problemas sanitários e ambientais (BRASIL, 2000 apud FARIAS, 2006).

4.3. Fontes de poluição

Os recursos hídricos podem ser poluídos em virtude de diversas fontes, tais como: natural (poluição atmosférica, minerais dissolvidos, dissolução da vegetação, floração aquática e escoamento superficial), originária de áreas agrícolas (cultivo do solo) e também das áreas urbanas (esgotos domésticos e industriais, águas pluviais, entre outras).

As fontes de poluição da água podem ser classificadas como “não pontuais” e “pontuais”, que está relacionada à forma como os poluentes chegam aos corpos d'água.

As fontes não pontuais representam os efluentes poluídos oriundos de atividades humanas que, não possuem entrada definida no corpo d'água receptor, ou seja, sua entrada se dá de maneira difusa, geralmente são transportados por via terrestre e através do solo pela água da chuva, sendo de difícil a identificação, medição e controle.

As fontes pontuais representam aquelas onde os efluentes poluídos são lançados diretamente no corpo d'água receptor, são mais facilmente medidas e controladas.

A **tabela 4.1** apresenta as principais fontes de poluição provenientes de atividades agrícolas e urbanas e os poluentes.

Tabela 4.1. Fontes antropogênicas de poluentes no ambiente aquático.

| Fonte | Poluentes |
|--|---|
| Atmosfera | Nutrientes; elementos traços; pesticida/herbicida; micros poluentes orgânicos industriais. |
| <i>Fontes Pontuais</i> | |
| Esgotamento sanitário | Bactérias; nutrientes; elementos traços; pesticida/herbicida; micros poluentes orgânicos industriais. |
| Efluentes industriais | Nutrientes; elementos traços; micros poluentes orgânicos industriais; óleos e graxas. |
| <i>Fontes Não Pontuais</i> | |
| Agricultura | Nutrientes; elementos traços; micros poluentes orgânicos industriais; óleos e graxas. |
| Dragagem | Nutrientes; elementos traços; pesticida/herbicida; micros poluentes orgânicos industriais; óleos e graxas. |
| Navegação | Bactérias; nutrientes; elementos traços; micros poluentes orgânicos industriais; óleos e graxas. |
| Escoamento superficial e resíduo sólido urbano | Bactérias; nutrientes; elementos traços; pesticida/herbicida; micros poluentes orgânicos industriais; óleos e graxas. |
| Resíduos sólidos industriais | Nutrientes; elementos traços; pesticida/herbicida; micros poluentes orgânicos industriais; óleos e graxas. |

Fonte: Adaptado de Meybeck & Helmer 1992.

As maiores e mais significativas fontes de poluição de modo geral são ocasionadas por emissões diretas e indiretas dos esgotos sanitários, escoamento superficial das áreas urbanas e pelo processo de lixiviação do solo.

4.4. Qualidade da água e saúde pública

Segundo Libâneo et al (2005), a contaminação das águas naturais representa um dos principais riscos à saúde pública, dado à estreita relação entre a qualidade da água e as diversas doenças de veiculação hídrica, tais como: amebíase, ascaridíase, cólera, criptosporidíase, doenças diarréicas agudas, esquistossomose, febre tifóide, giardíase, hantavirose,

hepatite A, entre outras que, afetam a população, principalmente aquela que não é atendida pelos serviços de saneamento básico.

Além dos riscos associados ao saneamento básico, a saúde humana também pode ser afetada por diversas substâncias tóxicas presentes nos despejos industriais e das águas originárias das áreas agrícolas. Segundo Jordão e Pessoa (2005), a ocorrência de substâncias tóxicas nos corpos d'água promovem impactos severos e interfere diretamente na vida aquática e na saúde da população que fazem uso da água ou consomem peixes provenientes dos corpos hídricos poluídos.

Segundo d'Aguila *et al* (2000), um dos principais fatores para a manutenção da qualidade de água é a proteção à saúde pública, para isto são adotados critérios para assegurar a qualidade, os quais têm por objetivo fornecer base para o desenvolvimento de ações que, implantadas, garantem a segurança no fornecimento de água através da eliminação ou redução à concentração mínima de elementos na água nocivos à saúde humana.

Os riscos à saúde relacionados com a água podem ser distribuídos em duas categorias principais: 1) riscos relativos à ingestão de água contaminada por agentes biológicos (vírus, bactérias e parasitas), através de contato direto ou por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico; 2) riscos derivados de poluentes químicos e a, em geral, efluentes de esgotos industriais (CHARRIERE *et al.*, 1994; KRAMER *et al.*, 1996 apud d'AGUILA *et al*, 2000).

Os principais agentes biológicos descobertos nas águas contaminadas são as bactérias patogênicas, os vírus e os parasitas. As bactérias patogênicas encontradas na água e/ou alimentos constituem uma das principais fontes de morbidade em nosso meio. São as responsáveis pelos numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas (como a febre tifóide), com resultados freqüentemente letais (d'AGUILA *et al*, 2000).

Segundo Araújo (2007), a degradação dos corpos hídricos provoca diversos problemas de saúde pública que são resultado da falta de saneamento básico, que está intimamente relacionado aos processos de urbanização sem ordenamento territorial.

Para Azevedo (2001), desconsiderando aspectos de infra-estrutura relacionada ao saneamento e resíduos sólidos, o desenvolvimento urbano acelerado e desordenado ao longo do tempo vem pressionando a integridade dos ecossistemas, criando condições propícias à diminuição da capacidade de respostas saudáveis às intervenções nocivas ao meio ambiente, à sua higidez e, ao mesmo tempo, oportunizando a proliferação e disseminação de doenças relacionadas à água.

Segundo informações publicadas pela FAO (1996), os principais problemas ambientais e de saúde pública em termos globais relacionados à qualidade de água são:

- doenças transmitidas pela água resultam em cerca de cinco milhões de mortes anualmente;
- alterações no ecossistema e perda de biodiversidade;

- contaminação dos ecossistemas marinhos pelas atividades humanas;
- contaminação dos recursos hídricos subterrâneos;
- contaminação por poluentes orgânicos persistentes.

4.5. Monitoramento da qualidade da água

A poluição à qual os cursos d'água estão sujeitos, é causada por diferentes fontes e, conduz à necessidade de monitoramento para implementação de planos de prevenção e recuperação ambiental, a fim de garantir condições de usos atuais e futuros, para diversos fins.

A manutenção da qualidade ambiental está relacionada ao conhecimento e controle das variáveis que interferem na problemática ambiental, essas variáveis podem ser resultantes das ações do homem sobre o ambiente ou de suas transformações naturais. O conhecimento dinâmico do meio ambiente pode ser então obtido através de monitoramento (SOARES, 2001).

Segundo Coimbra (1991 *apud* SOARES, 2001), o monitoramento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos se constitui em uma importante ferramenta que, possibilita a avaliação da disponibilidade hídrica, subsídios para decisões do aproveitamento múltiplo e integrado da água, bem como para minimização de impactos para o meio ambiente. Para Canada (1994), uma das principais razões para o monitoramento da qualidade da água é a avaliação da influência humana nos ecossistemas aquáticos.

Sanders *et al* (1983 *apud* SOARES, 2001), define que o monitoramento da qualidade da água é o esforço em obter informações quantitativas das características físicas, químicas e biológicas da água através de amostragem estatística. O tipo de informação a ser adquirida depende dos objetivos da rede de monitoramento que, podem variar desde a detecção de alterações nos padrões de qualidade dos cursos d'água até mesmo, a determinação de tendências temporais.

Para a FEEMA (2009), o monitoramento da qualidade da água consiste no acompanhamento dos aspectos qualitativos das águas, visando a produção de informações e é destinado à comunidade científica, ao público em geral e às instâncias decisórias. O monitoramento pode ser sistemático o qual, permite acompanhar a evolução das condições da qualidade das águas ao longo do tempo, fornecendo séries temporais de dados, ou o automático que permite detectar alterações nos parâmetros em tempo real.

Segundo Magalhães Junior (2000), o monitoramento deve ser visto como um processo essencial à implantação dos instrumentos de gestão das águas, já que permite a ob-

tenção de informações estratégicas, acompanhamentos das medidas efetivas, atualização do banco de dados e atualização das decisões.

Chapman (1986 *apud* SOARES, 2001), indica que as práticas de monitoramento da qualidade da água são realizadas para atingir objetivos específicos, tais como: verificação de tendências, monitoramento biológico, monitoramento ecológico ou para fiscalização.

O monitoramento da qualidade da água resulta em informações essenciais para a compreensão sobre a poluição nas bacias de drenagem a partir das quais, é possível identificar os locais mais degradados com necessidade de remediação mais urgente e pesquisas mais aprofundadas sobre a presença de poluentes específicos e das principais fontes de poluição.

No Brasil, o monitoramento da qualidade das águas é realizado principalmente pelos órgãos estaduais que, têm como competência a conservação e preservação da qualidade da água de domínio estadual e realiza monitoramento de acordo com suas demandas específicas, e para fornecer subsídios para a gestão dos recursos hídricos (SOARES, 2001).

As informações sobre a qualidade da água no país ainda é insuficiente ou inexistente em várias bacias hidrográficas. De acordo com dados publicados, apenas nove estados possuem sistemas de monitoramento da qualidade da água considerados ótimos ou muito bons; cinco possuem sistemas bons ou regulares; e treze apresentam sistemas fracos ou incipientes (ANA, 2005).

4.6. Qualidade da água na Política Nacional de Recursos Hídricos

A Política Nacional de Recursos Hídricos ao longo de seu texto aborda a importância da qualidade da água no âmbito da gestão dos recursos hídricos. Um de seus objetivos, como apresentado no Art. 2º, inc. I é assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos.

Complementarmente, a lei define como diretrizes gerais de sua ação (Art. 3º, inc. I, III e V) a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade; a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental; e a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo. As diretrizes destacadas ressaltam a importância dos aspectos qualitativos dos recursos hídricos, a necessidade de se implementar uma gestão de recursos hídricos correlacionada aos aspectos da gestão ambiental e sobretudo, com o ordenamento territorial, subsidiando a crescimento das áreas urbanas ou rurais aliadas à proteção do meio ambiente como um todo.

Os padrões de qualidade da água estabelecidos por legislação específica deverão subsidiar um dos instrumentos (Art. 5º, inc. II) da Política Nacional de Recursos Hídricos que é o enquadramento dos corpos d'água em classe, segundo os usos preponderantes.

Os Planos de Recursos Hídricos elaborados para as bacias hidrográficas que tem por objetivos fundamentar e orientar a implementação da política nacional, também terá dentro do seu conteúdo (Art. 7º, inc. I, II III e IV) variáveis correlacionadas aos aspectos que influenciam ou indiquem a qualidade da água na bacia, tais como: diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos; análise das modificações dos padrões de ocupação do solo; balanço entre disponibilidade e demandas futuras em quantidade e qualidade; e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis.

Para Porto (2002 *apud* ANA, 2005), a gestão da qualidade da água, apesar de sua importância, não tem historicamente merecido o mesmo destaque dado aos aspectos quantitativos, seja no aspecto legal, nos arranjos institucionais em funcionamento no setor, planejamento ou na operacionalização dos sistemas de gestão.

4.7. Resolução CONAMA 357/2005

Como apresentado no Capítulo 2, a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, substituiu a Resolução CONAMA nº 20/1986, e dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

A revisão da Resolução CONAMA nº 20/1986 teve como objetivo atualizar o seu texto de acordo com as disposições definidas pela Política Nacional de Recursos Hídricos, assim como das legislações publicadas posteriormente à resolução, tais como a Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997 que, dispõe sobre o licenciamento ambiental e a Portaria Ministério da Saúde nº 518, de 25 de março de 2004, a qual 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.

Com a revisão a resolução atual incorporou novos parâmetros a serem considerados na qualidade de água; alterou o valor limite de concentração de alguns parâmetros; incluiu parâmetros de toxicidade; criou novas classes para águas salina e salobras; entre outros. A resolução também indica as diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos d'água.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 define treze classes de qualidade dentre as águas doces, salinas e salobras, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes. As classes de qualidade compreendem um conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais e futuros.

As águas doces são classificadas de acordo com seus usos nas seguintes classes de qualidade (Art. 4º) que são apresentadas na **tabela 4.2**:

Tabela 4.2. Classes de água doce e usos preponderantes.

| | |
|------------------------|---|
| Classe Especial | <p>abastecimento para consumo humano, com desinfecção;</p> <p>preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;</p> <p>preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral</p> |
| Classe 1 | <p>abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;</p> <p>proteção das comunidades aquáticas;</p> <p>recreação de contato primário, segundo CONAMA 274/00;</p> <p>irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rente ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;</p> <p>proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas</p> |
| Classe 2 | <p>abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;</p> <p>proteção das comunidades aquáticas;</p> <p>recreação de contato primário, segundo CONAMA 274/00;</p> <p>irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, parques e jardins;</p> <p>aqüicultura e pesca</p> |
| Classe 3 | <p>abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;</p> <p>irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;</p> <p>pesca amadora;</p> <p>recreação de contato secundário;</p> <p>dessedentação de animais.</p> |
| Classe 4 | <p>navegação;</p> <p>harmonia paisagística.</p> |

De acordo com esta resolução, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2 (Art. 42º). Os padrões de qualidade da água determinados estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe de qualidade.

As condições e padrões estabelecidos para a classe 2 de águas doces são os mesmos aplicados para a classe 1, com exceções específicas determinadas pela resolução.

4.8. Parâmetros de qualidade da água

De acordo com Jordão e Pessôa (2005), os parâmetros de qualidade da água são grandezas que indicam as características da água ou efluentes. Diversos parâmetros são determinados para caracterizar a água, a partir das características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são utilizados para indicação da qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso (CETESB, 2009).

A seguir são descritas as principais variáveis de qualidade da água e seu significado ambiental.

4.8.1. Parâmetros físicos

a) *Cor*

A cor de uma amostra de água ou dos corpos hídricos está relacionada aos diversos materiais dissolvidos, tais como: corantes orgânicos sintéticos ou residuais, aos metais, aos compostos húmicos e outros produtos resultantes da biodegradação.

Este parâmetro também está associado ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la. A coloração da água influencia principalmente no aspecto estético do corpo hídrico.

b) *Turbidez*

A turbidez da água é o grau de atenuação ou redução de intensidade dos feixes de luz ao atravessá-la, limitando a penetração dos raios solares. É causada pelo material em suspensão, tais como partículas inorgânicas, detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, entre outros.

A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas, assim como, os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam aumento na turbidez das águas (CETESB, 2009). A turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas e também no uso, doméstico ou industrial da água.

c) Temperatura

A temperatura do ambiente ou corpo hídrico faz parte dos aspectos climáticos naturais, os corpos d'água apresentam variações espaciais e temporais na sua temperatura, a qual é influenciada por diversos fatores naturais ou antrópicos.

A temperatura é um parâmetro físico de grande importância, uma vez que altera a saturação de oxigênio dissolvido nos corpos d'água, as taxas de reação biológica e das reações químicas (JORDÃO e PESSÔA, 2005), além disso interfere na velocidade de sedimentação das partículas.

d) Condutividade

A condutividade elétrica é caracterizada pela expressão numérica da capacidade da água conduzir corrente elétrica. Esta relacionada à concentração de sais solúveis e, depende das concentrações iônicas e da temperatura, indicando uma medida indireta da concentração de poluentes.

A condutividade também fornece indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, ela aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, quando os valores são altos podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2008).

e) Sólidos

Os sólidos presentes na água correspondem à matéria residual, após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo específico. Podem causar danos às comunidades aquáticas, através da sedimentação no leito dos rios, retenção de bactérias e resíduos, entre outros.

De acordo com CETESB (2008), com relação ao controle de poluição das águas naturais, as determinações dos níveis de concentração das diversas frações de sólidos resultam em um quadro geral da distribuição das partículas, tais como:

- Sólidos suspensos: matéria orgânica (voláteis) e inorgânica coloidal (fixos) com diâmetro maior que 0,45 μm .
- Sólidos dissolvidos: matéria orgânica (voláteis) e sais e óxidos solúveis (fixos) com diâmetro menor que 0,45 μm .
- Sólidos totais: composição de cada forma dos sólidos expressa direta ou indiretamente os outros poluentes.

4.8.2. Parâmetros químicos

a) pH

O pH (potencial hidrogeniônico) é definido como o logaritmo negativo da concentração de íon hidrogênio e é utilizado para expressar a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução.

Promove alterações nos ecossistemas aquáticos naturais em função, de sua influência e efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Em determinadas condições de pH, podem ocorrer também a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Os critérios de proteção à vida aquática estabelecem o pH entre 6 e 9. (CETESB, 2008).

b) Acidez e Alcalinidade

São parâmetros que se relacionam diretamente com o pH já que, indicam a capacidade da água em resistir às mudanças de pH (capacidade de tamponamento). A alcalinidade está associada à presença de gás carbônico livre e a acidez à presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos (JORDÃO e PESSÔA, 2005).

c) Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido é fundamental para a maioria da fauna aquática e microorganismos que vivem da água. É fundamental para a respiração dos microorganismos aeróbios que fazem a degradação da matéria orgânica.

A determinação do oxigênio dissolvido é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica (CARMOUZE, 1994 *apud* FARIA, 2006).

Segundo FARIA (2006), geralmente o oxigênio dissolvido se reduz ou desaparece, quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis encontradas, como esgoto doméstico, e determinados resíduos industriais, entre outros.

Para Jordão e Pessoa (2005), o oxigênio dissolvido é o parâmetro que melhor caracteriza a qualidade de um corpo d'água, existindo uma concentração de saturação em água que é função da temperatura, salinidade e da altitude.

d) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

É a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar biologicamente a matéria orgânica biodegradável, para as formas dissolvida e coloidal, ela é normalmente considerada

como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo (ex. 5 dias) em temperatura específica (ex. 20°C).

Geralmente o aumento da DBO, num corpo d'água é provocado por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, impactando as comunidades aquáticas. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir odores desagradáveis (CETESB, 2008).

e) Demanda Química de Oxigênio (DQO)

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica, dissolvida ou em suspensão. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água deve-se principalmente aos despejos de origem industrial.

f) Nitrogênio

O nitrogênio presente na água possui diversas fontes, entre elas o esgoto sanitário que se configura em geral como uma das principais fontes e alguns efluentes industriais. A atmosfera é outra fonte importante devido à diversos mecanismos como a biofixação desempenhada por bactérias e algas, que absorvem o nitrogênio em seus tecidos.

Quando associado ao fósforo e outros nutrientes presentes nos efluentes que chegam às águas naturais, possibilitam o crescimento em maior extensão dos seres vivos que os utilizam, especialmente as algas, o que é chamado de eutrofização. A grande concentração de algas pode trazer prejuízos aos múltiplos usos dessas águas, prejudicando seriamente o abastecimento público ou causando poluição por morte e decomposição (CETESB, 2008).

Pode ser encontrado nas águas sob diversas formas, tais como: nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras chamam-se formas reduzidas e as duas últimas, oxidadas. Pode-se associar a idade da poluição com relação entre as formas de nitrogênio.

- Nitrogênio amoniacal: é a forma mais reduzida do nitrogênio, é o composto produzido na degradação da matéria orgânica, indica contaminação recente. O processo de conversão da amônia a nitrito e a nitrato implica no consumo de oxigênio dissolvido do meio, o que pode afetar a vida aquática (FARIA, 2006);
- Nitrogênio orgânico: indica composto de nitrogênio/carbono (ex. proteínas, amidas, etc.);
- Nitrogênio Kjeldahl: resulta da soma do nitrogênio orgânico e amoniacal.

- Nitrato: a presença de nitrato indica condições sanitárias inadequadas, pois, sua principal fonte são os esgotos sanitários, indica o estágio máximo da nitrificação;
- Nitrito: a presença do íon de nitrito indica processo biológico ativo influenciado por poluição orgânica.

g) Fósforo

O fósforo pode ser proveniente de adubos a base de fósforo, ou da decomposição de materiais orgânicos, esgotos sanitários (onde estão presente os detergentes superfosfatados utilizados para limpeza doméstica), e efluentes industriais. As águas dos escoamentos superficiais em áreas agrícolas e urbanas também são fontes de fósforo.

Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, o excesso de fósforo em esgotos sanitários e efluentes industriais conduz a processos de eutrofização das águas naturais (CETESB, 2008). O fósforo é encontrado nas águas nas seguintes formas:

- Fósforo orgânico: composto por moléculas orgânicas, associado à biomassa; particulado;
- Fósforo inorgânico: fosfatos na forma dissolvida.

h) Cloreto

Os cloretos presentes nas águas naturais podem ter como fontes a dissolução de minerais e do solo, por intrusão de água salina, lançamento de esgotos domésticos, despejos industriais, ou lixiviação de áreas agrícolas (JORDÃO e PESSÔA, 2005).

i) Fenóis

Os fenóis e seus derivados presentes nas águas naturais originam-se das descargas de efluentes industriais. Algumas indústrias têm em seu efluente a presença dos fenóis, tais como: processamento da borracha, colas e adesivos, resinas, componentes elétricos e as siderúrgicas, entre outras. Os fenóis são tóxicos ao homem, aos organismos aquáticos e microrganismos dos sistemas de tratamento de esgotos sanitários e de efluentes (CETESB, 2008).

j) Surfactantes

De acordo com a metodologia analítica, detergentes ou surfactantes são definidos como compostos que reagem com o azul de metileno sob certas condições especificadas.

São constituídos de moléculas orgânicas com a propriedade de formar espuma no corpo receptor (JORDÃO e PESSÔA, 2005).

k) Óleos e Graxas

São substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São raramente encontradas em águas naturais, normalmente têm origem nos despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas.

l) Pesticidas

Os pesticidas organoclorados apresentam baixa toxicidade aguda, porém apresentam problemas de toxicidade crônica devido a sua capacidade de acumulação ao longo da cadeia alimentar e em tecidos biológicos. Atualmente o uso dos organoclorados é proibido ou restrito devido à sua baixa taxa de degradação no meio ambiente e ao perigo à vida humana em caso de contaminação (CETESB, 2008). Os compostos organoclorados podem ter origem dos efluentes de indústrias de alimentos ou da produção.

m) Metais

Os metais estão presentes em diversas formas na natureza, alguns são essenciais à vida em pequenas quantidades (sódio, potássio, cálcio, manganês, ferro, etc.), no entanto, grandes quantidades podem trazer danos à saúde, assim como, a contato direto com metais ditos tóxicos.

A principal fonte de contaminação das águas por metais são os efluentes industriais, e também os incineradores de lixo urbano e industrial, que provocam sua volatilização e formam cinzas ricas em metais, principalmente mercúrio, chumbo e cádmio (FARIA, 2006). Os metais são classificados em não tóxicos e os tóxicos:

- Metais não tóxicos: Ca, Mg, Na, K e Fe;
- Metais tóxicos: Ag, Al, As, Cd, Co, CR, Cu, Hg, Mn, MO, NI, Pb, Se, V e Zn.

4.8.3. Parâmetros biológicos

a) *Microorganismos*

Os parâmetros microbiológicos são fundamentais para definir a qualidade sanitária da água, a identificação e contagem de microorganismos tem grande importância para os aspectos de saúde pública.

Diversos microorganismos podem ser encontrados nos corpos d'água, dentre eles estão as bactérias, os fungos, vírus, etc. Os microorganismos patogênicos são importantes na avaliação da qualidade da água pois, podem causar doenças no homem e costumam ser expelidos nos excretas humanos.

Os coliformes fecais são os indicadores de contaminação fecal mais utilizados para verificação de contaminação por esgotos nos corpos d'água.

4.8.4. Parâmetros hidrobiológicos

a) *Clorofila a*

A clorofila é um dos pigmentos, além dos carotenóides e ficobilinas, responsáveis pelo processo fotossintético. A clorofila *a* representa, aproximadamente, de 1 a 2% do peso seco do material orgânico em todas as algas planctônicas sendo um indicador da biomassa. Portanto, é considerada a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos (CETESB, 2008).

b) *Comunidades*

A utilização de comunidades biológicas contribui para o caráter ecológico da rede de monitoramento de qualidade das águas, e subsidiam decisões relacionadas à preservação da vida aquática e do ecossistema. São utilizadas as comunidades fitoplanctônica e comunidades zooplanctônica, utilizadas principalmente para análise da qualidade da água em reservatórios, e comunidade bentônica, utilizada em redes de biomonitoramento, pois, ocorrem em todos os ambientes aquáticos.

4.8.5. Parâmetros ecotoxicológicos

a) *Ensaio ecotoxicológicos*

Os ensaios ecotoxicológicos consistem na determinação de efeitos tóxicos causados por um ou por vários de agentes químicos, sendo tais efeitos detectados por respostas fisiológicas de organismos aquáticos. Os resultados dos ensaios expressam os efeitos adversos causados aos organismos aquáticos, resultantes da interação das substâncias presentes na amostra analisada (CETESB, 2008).

4.9. Parâmetros de qualidade de água da Resolução CONAMA 357/2005

Os teores máximos de impurezas permitidos na água são estabelecidos em função dos seus usos preponderantes, assim como, os limites dos parâmetros que caracterizam a qualidade das águas. Esses teores constituem os padrões de qualidade, os quais são fixados por entidades públicas, com o objetivo de garantir que a água a ser utilizada para um determinado fim não contenha impurezas que venham a prejudicá-lo (CETESB, 2009).

As diversas fontes de poluição possuem características distintas com relação à sua natureza e por consequência possuem diferentes tipos de poluentes. A poluição por esgotos domésticos geralmente, apresentam compostos orgânicos biodegradáveis, nutrientes e microrganismos patogênicos, enquanto que os efluentes industriais têm sua diversidade e características em função dos tipos de matérias-primas e processos industriais utilizados (IGAM, 2008).

O escoamento superficial urbano contém os poluentes depositados na superfície do solo que, são carregados geralmente pelas águas das chuvas e chegam às galerias pluviais e, posteriormente, aos cursos d'água (IGAM, 2008). Na atividade agropecuária, os agrotóxicos se caracterizam como um dos principais poluentes.

Diante da diversidade de poluentes que podem afetar a qualidade dos recursos hídricos, a Resolução estabelece em seu texto quais os parâmetros a serem analisados de acordo com a classe da água, assim como, seus limites aceitáveis. O monitoramento de qualidade da água deverá a partir de seu enfoque e objetivo, selecionar quais os parâmetros a serem analisados.

Na **tabela 4.3** são apresentados alguns parâmetros de qualidade de água doce, e os respectivos padrões de qualidade variando em função da classe de uso da água segundo a Resolução. Deve ser ressaltado que Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água. O texto completo da Resolução e todos os parâmetros adotados e seus limites constam no **Anexo 1**.

Tabela 4.3. Parâmetros das classes de água doce.

| Parâmetros | Unidade | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 |
|-------------------|---------------------|---|---|---|-----------------|
| Coliformes fecais | nmp/100 mL | 200 | 1.000 | 4.000 ¹ | - |
| DBO | mg/L O ₂ | ≤ 3,0 | ≤ 5,0 | ≤ 10,0 | - |
| OD | mg/L O ₂ | ≥ 6,0 | ≥ 5,0 | ≥ 4,0 | ≥ 2,0 |
| Turbidez | UNT | ≤ 40 | ≤ 100 | ≤ 100 | - |
| pH | - | 6 ≥ pH ≤ 9 | 6 ≥ pH ≤ 9 | 6 ≥ pH ≤ 9 | 6 ≥ pH ≤ 9 |
| Sólidos totais | mg/L | 500 | 500 | 500 | - |
| Alumínio | mg/L Al | 0,1 | 0,1 | 0,2 | - |
| Cádmio total | mg/L Cd | 0,001 | 0,001 | 0,01 | - |
| Chumbo total | mg/L Pb | 0,01 | 0,01 | 0,033 | - |
| Cobre dissolvido | mg/L Cu | 0,009 | 0,009 | 0,013 | - |
| Cromo total | mg/L Cr | 0,05 | 0,05 | 0,05 | - |
| Fenóis totais | mg/L | 0,003 | 0,003 | 0,01 | 1,0 |
| Ferro | mg/L Fe | 0,3 | 0,3 | 5,0 | - |
| Fósforo total | mg/L P | 0,020 (lêntico) 0,025 (intermediário) 0,1 (lótico) | 0,030 (lêntico) 0,050 (intermediário) 0,1 (lótico) | 0,05 (lêntico) 0,075 (intermediário) 0,15 (lótico) | - |
| Manganês total | mg/L Mn | 0,1 | 0,1 | 0,5 | - |
| Parâmetros | Unidade | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 |
| Mercúrio total | mg/L Hg | 0,0002 | 0,0002 | 0,002 | - |
| Níquel total | mg/L Ni | 0,025 | 0,025 | 0,025 | - |
| Nitrato | mg/L N | 10,0 | 10,0 | 10,0 | - |
| Nitrito | mg/L N | 1,0 | 1,0 | 1,0 | - |
| Zinco | mg/L Zn | 0,18 | 0,18 | 5,0 | - |

4.10. Indicadores de qualidade de água

Em definição sucinta, um indicador é um parâmetro, ou valor calculado a partir dos parâmetros, que fornecem indicações sobre o estado de um fenômeno, como exemplo do

¹ A Classe 3 possui três limites possíveis para coliformes termotolerantes em função do uso a qual se destina: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 nmp/100 ml. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 nmp/100 ml. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 nmp/100 ml.

meio ambiente. A utilização de indicadores é uma forma de agregação dos dados em um formato específico, com o objetivo de facilitar a compreensão e análise de diversas variáveis.

Para caracterizar a qualidade da água, diversos parâmetros são utilizados, representando suas características físico-químicas e biológicas, estes são os indicadores da qualidade da água.

Os índices são compostos por dois ou mais indicadores. Os índices de qualidade de água têm por finalidade resumir diversas variáveis analisadas na água, em um único valor adimensional que, possibilite analisar a qualidade da água sob os aspectos espaciais e temporais, facilitando a interpretação dos dados que compõem o índice. Eles se configuram como importante ferramenta no acompanhamento da qualidade levando em conta que existem incertezas por detrás das variáveis que os compõe.

Segundo Ceretta (2004), a utilização de índice para caracterizar a qualidade da água é entendida com controvérsias para alguns especialistas, por não refletir uma situação real, em função da existência de alguma substância presente na água que, não esteja contemplada no índice.

As principais vantagens dos índices de qualidade de águas são a facilidade de comunicação com o público não técnico, o status maior do que os parâmetros individuais e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em um única unidade. No entanto, sua principal desvantagem consiste na perda de informação das variáveis individuais e da interação entre as mesmas. O índice, apesar de fornecer uma avaliação integrada, jamais substituirá uma avaliação detalhada da qualidade das águas de uma determinada bacia hidrográfica (CETESB, 2009).

As discussões sobre índice no Brasil surgiram na década de 70 a partir, de relatório emitido pelo CONAMA, citando a necessidade de utilização de índice para caracterizar variáveis do meio ambiente.

Devido à diversidade de usos da água, vários índices foram elaborados para caracterização da qualidade da água em função do uso a que se destina. A tabela 4.4 resume os principais índices desenvolvidos.

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) elaborado em 1970 pelo National Sanitation Foundation (NSF), a partir de uma pesquisa de opinião realizada com especialistas em qualidade de águas dos Estados Unidos, é um dos índices mais difundidos atualmente no país.

No Brasil, alguns estados utilizam o índice da NSF para caracterização da qualidade da água, com algumas adaptações: em São Paulo e Paraná, o parâmetro nitrato foi substituído por nitrogênio total, e o parâmetro fosfato total foi substituído por fósforo total; Rio Grande do Sul foi retirado o parâmetro temperatura; no Amapá, Minas Gerais e Mato Grosso utilizam os parâmetros fosfato total e nitrato total; na Bahia, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul utilizam o fosfato total e o nitrogênio total (ANA, 2005).

Tabela 4.4. Indicadores de Qualidade da Água.

| Índice | Parâmetros |
|---------------------------------------|---|
| Índice de HORTON (1965) | OD, pH Coliformes fecais Alcalinidade Cloreto Condutividade Tratamento de esgoto CCE-Carbono Cloriforme |
| IQA – NSF (1970) | OD, DBO, pH Coliformes fecais Nitrato Fosfato total Temperatura Turbidez Sólidos totais |
| Índice de Toxidez (1970) ² | Cádmio Chumbo Cobre Cromo Total Mercúrio Níquel Zinco |
| Índice de PRATI | OD, DQO, DBO, pH Aço Manganês Amônia Nitrato Cloretos Surfactantes Sólidos suspensos Ferro |
| Índice de DINIUS | OD, DQO, pH Coliformes totais Condutividade Específica Cloretos Dureza Alcalinidade Temperatura Cor Coliformes fecais |
| Índice de SMITH | OD, DBO, pH Coliformes fecais Nitrogênio Fosfato total Temperatura Turbidez Sólidos totais |

Fonte: CPRH, 2009.

A Secretaria do Meio Ambiente a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) de São Paulo em conjunto com outras instituições desenvolveram dois grupos de índices para caracterizar a qualidade da água: o Índice de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público (IAP) que, é constituído pelo IQA e pelo ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas), e o Índice de Proteção da Vida Aquática (IVA) que é constituído pelo IPMCA (Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquáti-

² Este índice complementa o IQA-NSF.

ca) e o IET (Índice do Estado Trófico). A **tabela 4.5** apresenta os parâmetros utilizados nos índices.

Tabela 4.5. Indicadores de Qualidade da Água utilizados pela CETESB.

| Índice | Parâmetros |
|--------------|--|
| | <i>IAP</i> |
| IQA - CETESB | OD, DBO, Ph, Coliformes fecais, Nitrogênio total |
| | Fósforo total; Temperatura |
| | Turbidez , Sólidos totais |
| ISTO | Cádmio, Chumbo, Cromo total, Níquel, Mercúrio, PFTHM, Alumínio dissolvido, Cobre dissolvido, Ferro dissolvido, Manganês, Zinco |
| | <i>IVA</i> |
| IPMCA | OD, pH, Toxicidade, Cádmio, Cromo, Cobre, Chumbo, Mercúrio, Níquel, Fenóis, Surfactantes, Zinco |
| IET | Fósforo, Clorofila |

Fonte: CETESB, 2009.

4.11. Enquadramento dos corpos d'água

O enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes, é um dos instrumentos da Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, e tem por objetivos³:

- assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas;
- diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

O enquadramento dos corpos d'água deve ser visto como um instrumento de planejamento ambiental pois, deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir ou ser mantidos para atender às necessidades estabelecidas pela comunidade (ANA, 2005).

A classe de qualidade da água é definida por um conjunto de condições e padrões de qualidade necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais e futuros (IGAM, 2008). As classes de água definidas para os recursos hídricos no Brasil e seus respectivos padrões de qualidade são estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

³ Artº 9, inc.I e II, Resolução CONAMA 357/05.

Para atingir a qualidade estabelecida, devem ser propostas medidas de mitigação dos impactos que ocorrem na bacia hidrográfica, a fim de obter uma qualidade de água compatível com os usos estabelecidos.

O enquadramento dos corpos d'água possibilita compatibilizar os usos múltiplos dos recursos hídricos superficiais, de acordo com a qualidade ambiental pretendida para os mesmos, concomitantemente ao desenvolvimento econômico, através do planejamento ambiental de bacias hidrográficas e no uso sustentável dos recursos naturais (IGAM, 2009).

Além disso, fornece subsídios aos outros instrumentos da gestão de recursos hídricos, tais como a outorga e a cobrança pelo uso da água, de maneira que, quando implementados, tornam-se complementares, proporcionando às entidades gestoras de recursos hídricos mecanismos para assegurar a disponibilidade quantitativa e qualitativa das águas (IGAM, 2009)

Segundo a Lei 9433/1997 as Agências de Água deverão propor aos respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica, o enquadramento dos corpos d'água nas classes de uso, para que seja encaminhado ao respectivo Conselho Estadual de Recursos Hídricos ou ao Conselho Nacional (Artº 44, inc. XI).

A Resolução CNRH 12/2000, institui as diretrizes para o enquadramento dos corpos hídricos. Os procedimentos para o enquadramento de corpos de água em classes segundo os usos preponderantes deverão ser desenvolvidos em conformidade com o plano de recursos hídricos da bacia ou, os planos estaduais.

A Resolução define também as etapas básicas para a elaboração dos estudos para o enquadramento (Artº 4):

- diagnóstico do uso e da ocupação do solo e dos recursos hídricos na bacia hidrográfica;
- prognóstico do uso e da ocupação do solo e dos recursos hídricos na bacia hidrográfica;
- elaboração da proposta de enquadramento;
- aprovação da proposta de enquadramento e respectivos atos jurídicos.

O enquadramento dos cursos d'água deve ser elaborado de forma participativa e descentralizada e, deve atender as necessidades dos usuários e as questões ambientais relacionadas. A utilização deste instrumento de gestão é fundamental para possibilitar a compatibilização dos usos múltiplos dos recursos hídricos, em consonância com a qualidade das águas e da utilização do recurso pelos usuários, além de subsidiar outros instrumentos de gestão, como a outorga e a cobrança pelo uso da água.

CAPÍTULO 5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este capítulo apresenta uma breve caracterização da área de estudo, os aspectos gerais, seu histórico de ocupação, dinâmica populacional, complexo lagunar, sub-bacias hidrográficas e rede de drenagem.

Os principais impactos ambientais que ocorrem na bacia também são apresentados de forma a contribuir para a compreensão dos problemas ambientais, sobretudo, relacionados aos recursos hídricos que afetam a bacia.

5.1. Bacia Hidrográfica de Jacarepaguá

A bacia hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá é uma planície litorânea localizada na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro (**figura 5.1**). Para a delimitação da região da Baixada de Jacarepaguá toma-se como base a curva de nível de 20m, a partir desta cota a região possui aproximadamente 300km² de área, sendo cerca de 176km² correspondentes à rede de drenagem e corpos d'água. Abrange as regiões administrativas de Jacarepaguá e Barra da Tijuca, formadas pelos bairros descritos na **tabela 5.1**.

Tabela 5.1. Regiões Administrativas e Bairros.

| Região Administrativa | Bairros |
|---------------------------|-----------------|
| VI RA - Jacarepaguá | Jacarepaguá |
| | Anil |
| | Gardênia Azul |
| | Cidade de Deus |
| | Curicica |
| | Freguesia |
| | Pechincha |
| | Taquara |
| | Praça Seca |
| Tanque | |
| XXIV RA - Barra da Tijuca | Joá |
| | Barra da Tijuca |
| | Itanhangá |
| | Camorim |
| | Vargem Grande |
| | Vargem Pequena |
| | Recreio |
| Grumari | |

Fonte: IPP, 2009.

A Baixada de Jacarepaguá é limitada pelo Oceano Atlântico, pelos Maciços da Pedra Branca, da Tijuca, e um escudo rochoso situado ao norte da baixada. É caracterizada por

uma densa rede hidrográfica, e abrange um importante complexo lagunar, constituído por várias lagoas e áreas de restinga. A **figura 5.1** apresenta a localização dos bairros da região.

No contexto estadual, a bacia está inserida na Região Hidrográfica 5 que, abrange a bacia da baía de Guanabara, das lagoas metropolitanas e zona costeira adjacente.

Os rios que constituem a rede de drenagem nascem nos maciços que circundam a baixada (Pedra Branca e Tijuca), tendo com destino o complexo lagunar inicialmente, e em seguida, o mar.

A região atualmente se caracteriza em um dos espaços mais valorizados da cidade do Rio de Janeiro e reflete o seu processo histórico de ocupação, caracterizado pelo crescimento desordenado das ocupações urbanas, das desigualdades locais no âmbito social e dos aspectos de degradação ambiental.

5.2. Aspectos sociais

5.2.1. Histórico da ocupação urbana⁴

O processo de ocupação da Baixada de Jacarepaguá foi também reflexo do processo de evolução urbana da cidade. A cidade do Rio de Janeiro situada às margens da Baía de Guanabara foi expandindo para oeste. Durante os séculos XVI e XVII, a ocupação se estendeu paralelamente ao maciço da Serra da Carioca, as áreas do recôncavo da Guanabara foram sendo exploradas, assim como as planícies costeiras, até os campos de Irajá, e posteriormente as áreas entre os maciços da Pedra Branca e Tijuca.

⁴ Item elaborado tendo como referência VIANNA, 1992.

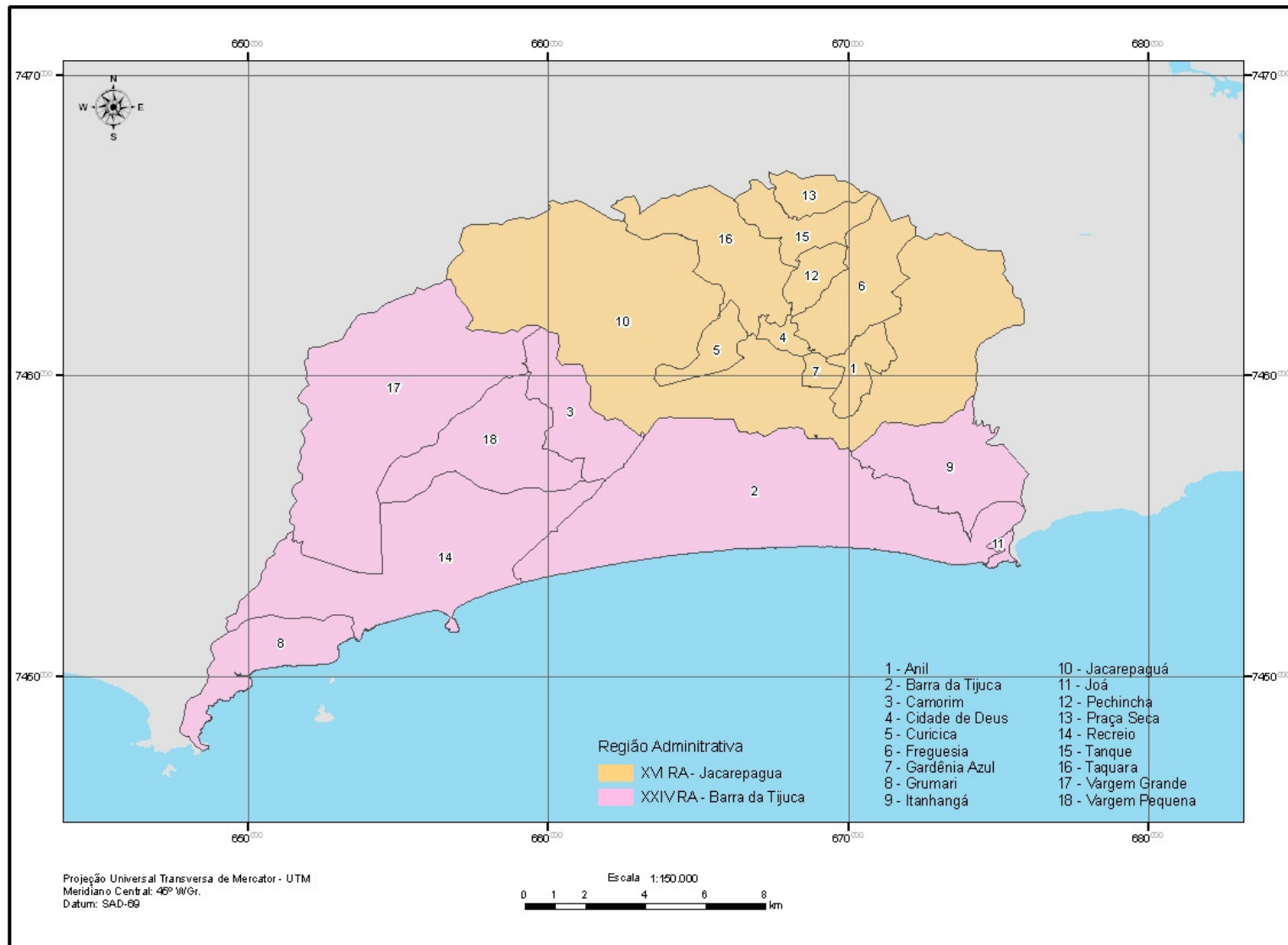


Figura 5.1. Localização da bacia hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá e bairros.

Fonte: IPP, 2009. Executado por: Alice Freita.

A toponímia *Jacarepaguá*, que na língua Tupi significa ‘*lagoa rasa dos jacarés*’ (*yaka-ré-upá-guá*), era o nome da lagoa que limita os bairros da Barra da Tijuca e Jacarepaguá, e acabou sendo utilizada para denominar toda a região. Deve-se destacar que os primeiros contatos com a região se deram por via marítima, pois as lagoas serviram de via de acesso às terras interiores.

Nas primeiras décadas do século XX a principal via de acesso era através dos bairros de Cascadura e Madureira, os bondes eletrificados contribuíram para o crescimento de uma pequena classe média, e também prédios destinados a fins comerciais e serviços.

Com o progressivo desenvolvimento as principais vias receberam obras de melhorias, tais como alargamento, pontes, aterros e calçamento de paralelepípedo. Durante a administração do prefeito Pereira Passos (1903-1906), as obras nas estradas do Alto da Boa Vista se projetaram até a Lagoa de Jacarepaguá. Nos anos 30, as companhias imobiliárias loteavam e revendiam as terras que pertenciam às grandes propriedades dos séculos anteriores. Os bairros da Barra da Tijuca e Recreio dos Bandeirantes surgiram entre 1935 e 1950, em função das melhorias nas estradas do Joá e da Floresta da Tijuca.

A partir da década de 60, a paisagem da Baixada de Jacarepaguá foi intensamente transformada, em função da expansão urbana. A região que antes se caracterizava pelo relativo isolamento passou a configurar um prolongamento natural da ocupação que se delineava na cidade. Com a abertura da rodovia Rio-Santos (BR-101) nos anos 70, e posteriormente da Auto-estrada Lagoa-Barra, o crescimento populacional foi progressivamente sendo estimulado pela ação das companhias imobiliárias.

Também na década de 60, durante a administração de Mendes de Moraes, foi elaborado o Plano de Diretrizes para Vias Arteriais na Planície de Jacarepaguá (PA 5596), que instituiu um sistema de vias numeradas e paralelas, que se direcionavam para o interior de Jacarepaguá, ligando as principais vias. O plano também propunha um Parque de Preservação dos Ecossistemas Lagunares, com o objetivo de impedir loteamentos e arruamentos desordenados em torno das lagoas.

No ano de 1968, durante o governo Negrão de Lima, o arquiteto Lucio Costa elaborou o Plano Piloto da Baixada de Jacarepaguá. O Plano foi elaborado com o objetivo de ordenação do processo de expansão que se previa para a Baixada de Jacarepaguá, expansão a qual deveria estar aliada à preservação do ambiente e geografia do lugar. Diversas obras de infra-estrutura foram realizadas, tais como: duplicação e pavimentação de vias, rede de abastecimento de água, além de novos loteamentos e condomínios.

Na década de 1970, após a fusão dos Estados da Guanabara e do Rio de Janeiro, foi aprovado o Plano Urbanístico Básico da Cidade (PUB-Rio), que instituiu uma nova divisão territorial, criando as Áreas de Planejamento (AP), dentre elas a AP-4, na qual toda a

Baixada de Jacarepaguá está inserida. Já neste período inicia-se o processo intenso de expansão dos espaços urbanos, que ocorre até os dias atuais.

As **figuras 5.2 a 5.5** mostram a evolução temporal do processo de expansão urbana nas áreas da Baixada de Jacarepaguá.



Figura 5.2. Área que compreende atualmente o bairro da Barra da Tijuca observa-se o complexo lagunar e ao fundo a Pedra da Gávea.

Fonte: Freitas, 2007.



Figura 5.3. Início da ocupação no entorno das lagoas e do Canal da Barra (Década de 1960).

Fonte: Freitas, 2007.



Figura 5.4. Área urbana consolidada em toda a orla e entorno do Canal da Barra (Década de 1990).

Fonte: Freitas, 2007.



Figura 5.5. Entorno do Canal da Barra está ocupada por residências (Ano 2001).

Fonte: Freitas, 2007.

5.2.2. População

A Baixada de Jacarepaguá apresentou grande crescimento populacional nas últimas décadas, resultante da intensificação do processo de expansão urbana, e atualmente se configura numa das áreas de maior crescimento no município do Rio de Janeiro.

De acordo com a **figura 5.6**, no período compreendido entre 1970 e 2000, a Área de Planejamento 4, onde estão inseridas as Regiões Administrativas de Jacarepaguá e Barra da Tijuca apresentou de crescimento populacional de 141% em somente três décadas, enquanto que o município do Rio de Janeiro teve crescimento nesse mesmo período de somente 37,8%.

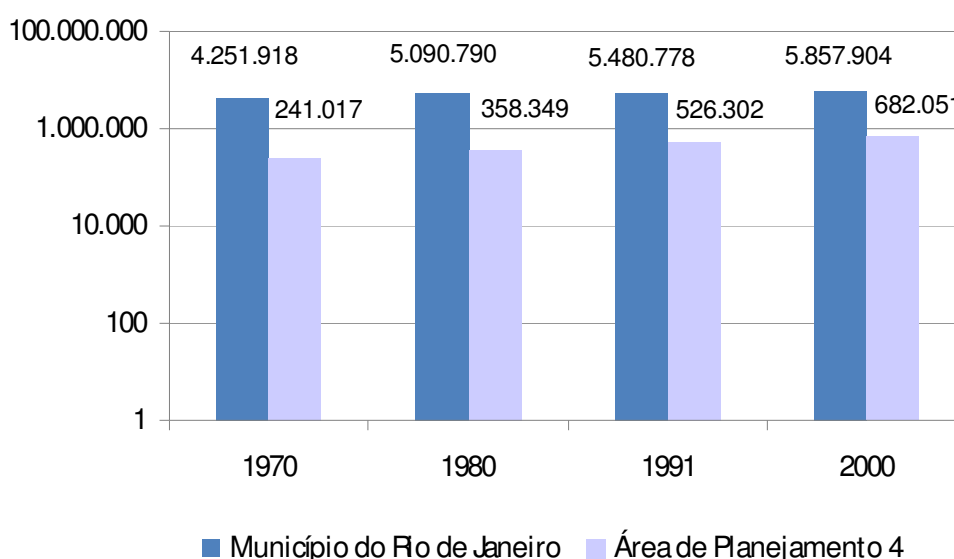


Figura 5.6. Crescimento populacional.

Fonte: IPP, 2009.

Com relação a distribuição da população nas regiões administrativas que compõem a bacia hidrográfica de acordo com a **figura 5.7**, a RA de Jacarepaguá teve um crescimento de 20,6% entre 1991 e 2000 enquanto que, a RA da Barra da Tijuca apresentou crescimento de 55%. A região administrativa de Jacarepaguá concentrava em 2000 68,86% do total populacional da bacia.

Nas últimas décadas verificou-se intenso crescimento populacional na área de planejamento das RA's, sendo que a RA da Barra da Tijuca apresentou a maior taxa de crescimento, fator que confirma as alterações ocorridas na dinâmica interna dos bairros e em sua paisagem, com os surgimentos de diversos condomínios, expansão da rede viária e do setor de serviços.

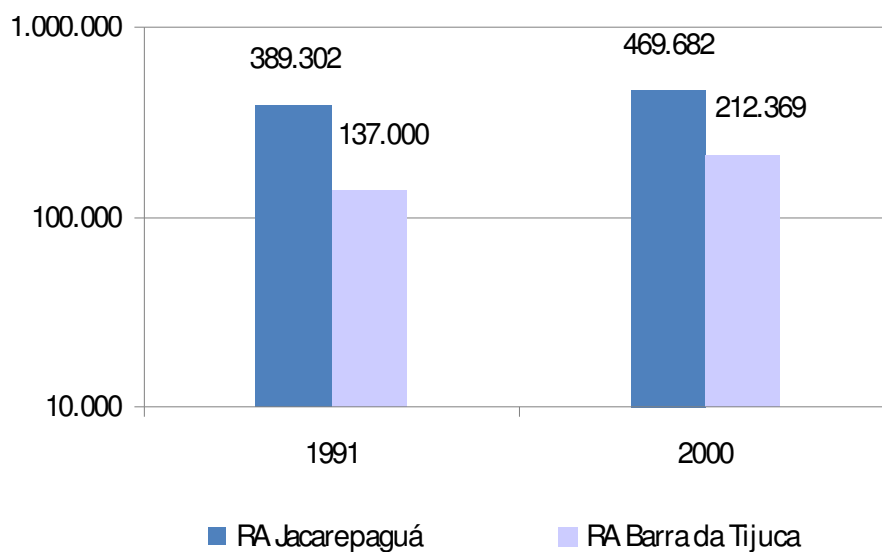


Figura 5.7. Crescimento populacional das regiões administrativas.

Fonte: IPP, 2009.

Ao mesmo tempo em que ocorre a expansão das áreas urbanas em geral, têm-se o surgimento de novas áreas de moradia de baixa renda e precárias com relação aos serviços básicos.

De acordo com a **figura 5.8**, o total da população residente em favelas teve um acréscimo de aproximadamente 50% no período compreendido entre 1991 e 2000. O aumento percentual em curto período de tempo representa o que está espacialmente configurado na região, as diversas ocupações irregulares existentes vêm se expandindo, acompanhados de falta de infra-estrutura, saneamento básico, e até mesmo em condições de riscos à população.

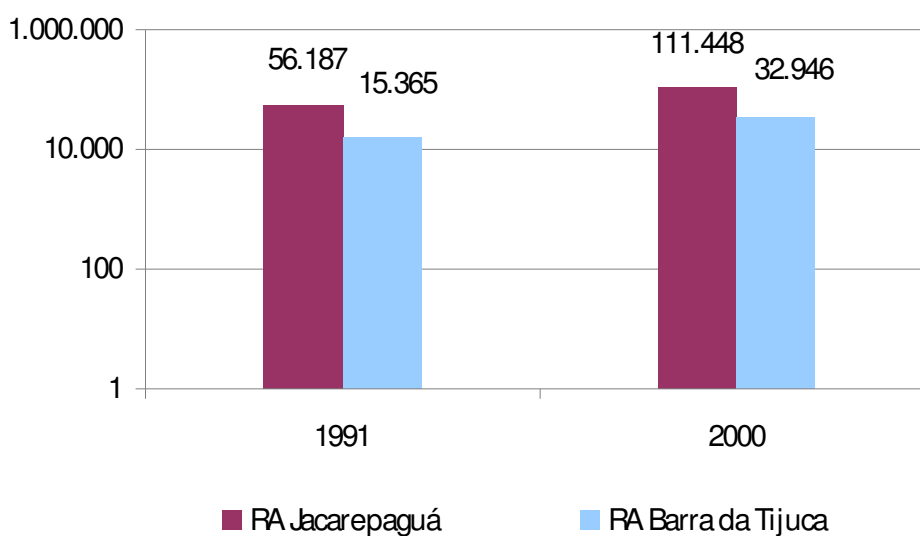


Figura 5.8. Crescimento da população residente em favelas.

Fonte: IPP, 2009.

5.3. Complexo lagunar e rede de drenagem

O complexo Lagunar de Jacarepaguá é formado por três lagoas principais: Lagoa da Tijuca, Lagoa de Jacarepaguá e Lagoa de Marapendi, que são bastante extensas e alongadas, e a chamada Lagoa de Camorim (**figura 5.9**).

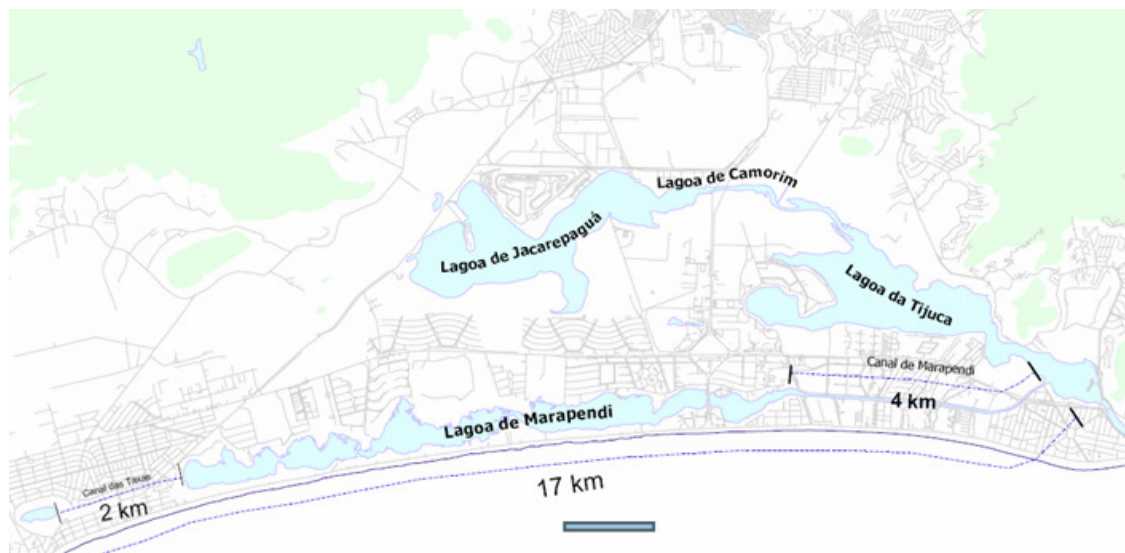


Figura 5.9. Localização das lagoas.

Fonte: SMA, 2003.

A laguna de Marapendi se localiza entre os dois cordões litorâneos, e não recebe água e sedimentos provenientes da rede fluvial. Sua ligação com o mar se faz através de canais, e que se liga a leste ao canal da Barra da Tijuca e a oeste ao canal de Sernambetiba. A lagoa de Camorim se caracteriza como um canal de ligação entre as lagoas de Jacarepaguá e Tijuca, as quais recebem todo o aporte de água e sedimentos da rede de drenagem. A **tabela 5.2** apresenta os cursos d'água contribuintes do complexo lagunar de Jacarepaguá.

Tabela 5.2. Cursos d'água contribuintes do complexo lagunar.

| Lagoa | Área (km ²) | Área de Drenagem (km ²) | Cursos d'água |
|-------------|-------------------------|-------------------------------------|---|
| Jacarepaguá | 3,7 | 103 | Rios Guerenguê, Monjolo, Areal, Pavuninha, Passarinhos, Caçambé, Camorim, Vargem Pequena, Canudo, Arroio Pavuna, Canais do Cortado e Portelo. |
| Camorim | 0,8 | 91,7 | Rios Banca da Velha, Tindiba, Pechincha, Convanca, Grande, Pequeno, Anil, Sangrador, Panela, São Francisco, Quitite, Papagaio, Arroio Fundo, Riacho Palmital. |
| Tijuca | 4,8 | 26 | Rios das Pedras, Retiro, Carioca, Itanhangá, Leandro, Tijuca, da Barra, Gávea Pequena, Jacaré, Córrego Santo Antônio. |

Fonte: FEEMA, 2006.

A bacia hidrográfica possui dois conjuntos fisiográficos distintos: o domínio Serrano, que compreende os maciços litorâneos da Pedra Branca e Tijuca e o domínio da Baixada, representado pela planície flúvio-marinha (Baixada de Jacarepaguá), as nascentes da bacia localizam-se nas vertentes dos maciços que circundam a região.

De acordo com dados obtidos por Marques (1990), 70% das áreas das bacias localizam-se em altitudes elevadas, e somente 30% estão nas áreas de baixada. Os altos declives existentes nos dois maciços favorecem os processos de escoamento de águas, ocorrendo devido a isto rápidas respostas às chuvas, em bacias com áreas pequenas. A densidade de drenagem interfere diretamente na dinâmica das bacias, já que possui a função de responder ao controle exercido pelo clima, vegetação, litologia, entre outros, e influencia no escoamento e transporte de águas e sedimentos.

Os cursos d'água que atravessam a Baixada de Jacarepaguá vêm sendo assoreados rapidamente nas últimas décadas, “devido à falta de capacidade da absorção e transmissão das elevadas vazões sólidas e detritos em geral, que convergem das áreas de encostas e das próprias terras da baixada” (FEEMA, 2006).

Para subsidiar as ações de planejamento da região a Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro (SMA/RJ), dividiu o Macrocompartimento Hidrográfico de Jacarepaguá, em unidades de planejamento menores, apresentadas na **tabela 5.3**. A **figura 5.10** apresenta a espacialização das sub-bacias no contexto da Baixada de Jacarepaguá.

Tabela 5.3. Área de drenagem das sub-bacias.

| Bacias | Área (km ²) |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Micro bacia da Joatinga | 0,22 |
| Micro bacia da Prainha | 1,32 |
| Micro bacia do Rio da Barra | 2,29 |
| Micro bacia do Rio Muzema | 1,66 |
| Sub bacia da Zona dos Canais | 72,07 |
| Sub bacia de Grumari | 8,09 |
| Sub bacia do Rio do Anil | 24,82 |
| Sub bacia do Rio Camorim | 11,76 |
| Sub bacia do Rio da Cachoeira | 22,71 |
| Sub bacia do Rio das Pedras | 10,48 |
| Sub bacia do Rio dos Passarinhos | 8,49 |
| Sub bacia do Arroio Fundo/Rio Grande | 56,65 |
| Sub bacia do Rio Guerenguê | 21,9 |

Fonte: IPP, 2009.

A **tabela 5.4** apresenta os cursos d'água que constituem a rede de drenagem e suas respectivas bacias hidrográficas.

Tabela 5.4. Sub-bacia e cursos d'água.

| Sub-Bacias Hidrográficas | Cursos d'água | Bairros |
|---------------------------------|--|---|
| Microbacia da Joatinga | Microbacia que não possuem cursos d'água expressivos. | |
| Microbacia do Rio da Barra | Rio da Barra | Barra da Tijuca |
| Sub-bacia do Rio Cachoeira | Rio Cachoeira; Rio Humaitá; Rio do Açude; Rio Itanhangá; Rio Leandro; Rio Tijuca; Rio das Almas; Rio do Acher; Rio Gávea Pequena; Rio Queimado ou Córrego Alegre; Rio Jacaré | Alto da Boa Vista; Itanhangá |
| Microbacia do Rio Muzema | Rio Muzema | Itanhangá |
| Sub-bacia do Rio das Pedras | Rio do Retiro; Rio das Pedras | Jacarepaguá |
| Sub-bacia do Rio Anil | Rio Anil; Rio Papagaio; Rio Quitite; Rio Sangrador; Rio das Pacas; Riacho dos Ciganos; Rio São Francisco. | Anil; Jacarepaguá; Freguesia |
| Sub-bacia do Rio Grande | Rio Grande; Riacho Calhariz; Rio da Barroca; Rio da Pedra Branca; Rio da Figueira; Rio Pequeno; Rio Estiva; Arroio Tindiba; Rio Pechincha ou Covanca; Riacho Palmital; Arroio Fundo | Jacarepaguá; Taquara; Cidade de Deus; Tanque; Freguesia; Praça Seca |
| Sub-bacia do Rio Guerengê | Rio Guerengê; Rio Monjolo; Rio Areal; Arroio Pavuna; Córrego do Engenho Novo | Taquara; Curicica |
| Sub-bacia do Rio Passarinhos | Rio Passarinhos; Canal Pavuninha | Jacarepaguá; Barra da Tijuca |
| Sub-bacia do Rio Camorim | Rio do Camorim; Rio São Gonçalo; Rio Caçambé | Camorim; Jacarepaguá |
| Sub-bacia da Zona dos Canais | Rio Vargem Pequena; Rio do Marinho; Rio das Paineiras; Rio Morto; Rio Bonito; Rio Portão; Rio Calembá; Rio Cancela; Rio Firmino; Canal do Pasto; Rio do Sacarrão; Rio do Café; Rio Branco; Rio da Divisa; Rio Mucuíba; Rio Água Fria; Dreno K; Rio do Cafundá; Rio Cabungui; Rio Cachoeira; Rio da Toca; Rio do Moinho; Rio do Morgado; Canal de Sernambetiba; Canal do Cascalho; Rio Ubaeté; Canal das Piabas; Canal do Urubu; Canal do Portelo | Vargem Pequena; Recreio dos Bandeirantes; Camorim |
| Microbacia da Prainha | Microbacia que não possuem cursos d'água expressivos. | |
| Sub-bacia de Grumari | Rio das Almas; Rio do Mundo | Grumari |

Fonte: FEEMA, 2006.

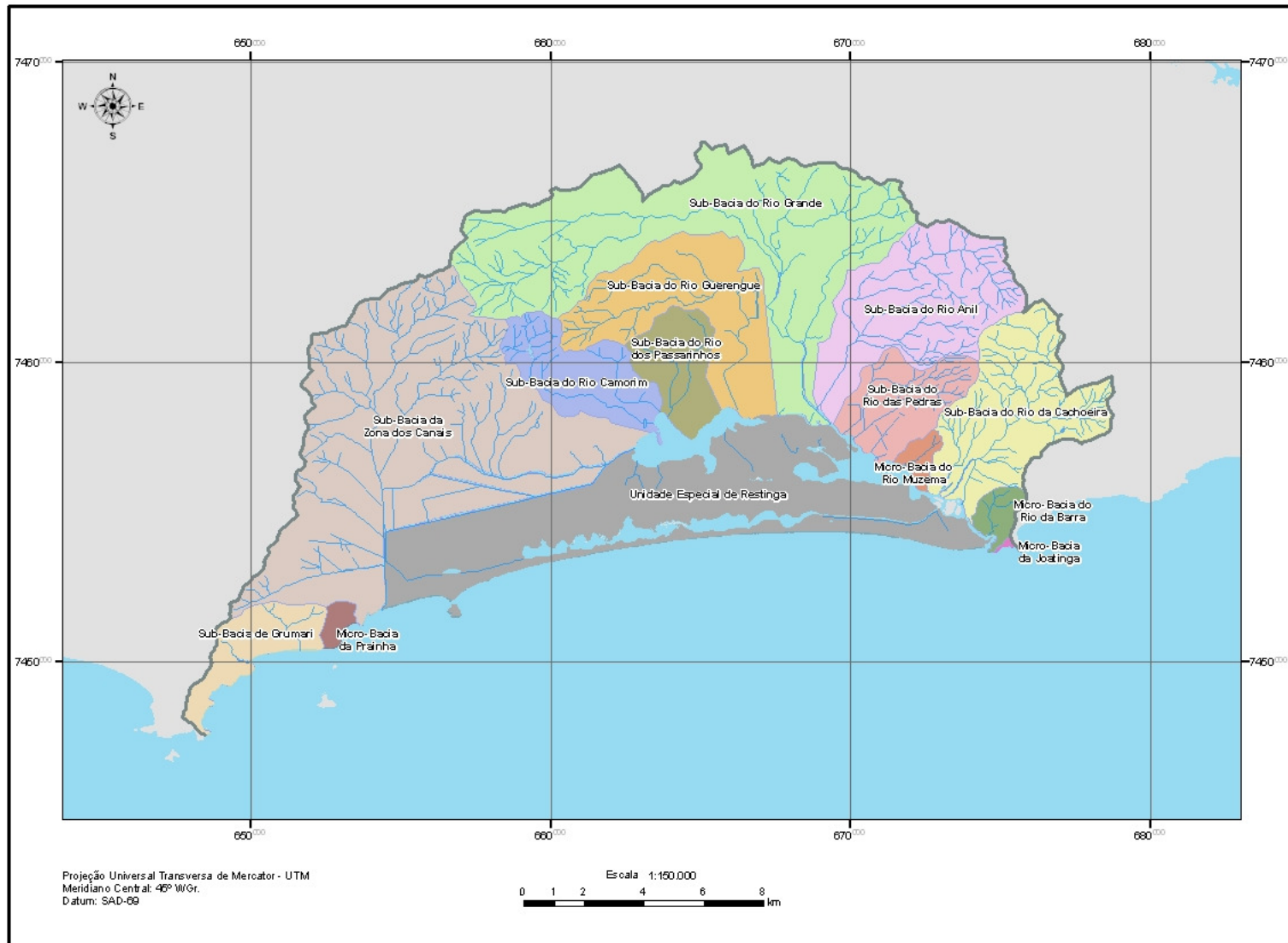


Figura 5.10. Sub-bacias hidrográficas.

Fonte: IPP, 2009. Executado por: Alice Freitas.

A bacia hidrográfica de Jacarepaguá em função de seu processo de urbanização sofreu diversas intervenções urbanísticas e a realização de obras hidráulicas nos cursos d'água, alterando as características naturais, criando um ambiente artificialmente modificado que, promove intensas alterações no ciclo hidrológico e, portanto, nos recursos hídricos.

Em função da urbanização houve a impermeabilização da Baixada com a modificação da morfologia de rios, canais e lagoas, com a criação de um sistema de drenagem urbana.

A urbanização da área implicou na poluição dos corpos d'água devido, principalmente, ao despejo de esgotos domésticos não tratados. Entretanto parte dessa poluição também tem origem na imposição de uma rede de drenagem urbana, decorrente do escoamento superficial sobre áreas impermeáveis.

O escoamento superficial da água, na bacia de drenagem, carrega o material solto ou solúvel, carregando, portanto cargas poluidoras bastante significativas originadas pela deposição atmosférica, desgaste da pavimentação, veículos, restos de vegetação, lixo e poeira, restos e dejetos de animais, derramamentos e erosão (ARAÚJO, 2007).

5.4. Precipitação

A precipitação é uma importante variável do ciclo hidrológico. As águas provenientes da precipitação podem incorporar diretamente os corpos hídricos, influenciando sua vazão os intervalos de tempo e, parcela desse aporte de água da chuva infiltra-se no solo e percola no lençol freático.

A precipitação nas bacias hidrográficas influenciam nos aspectos hidrológicos dos cursos d'água e, por conseqüência na variação das concentrações das cargas poluidoras presentes nos corpos hídricos, portanto, nos aspectos da qualidade da água.

A medição da precipitação na bacia hidrográfica é realizada através de cinco estações pluviométricas: Itaúna, Tanque, Rio Centro, Cidade de Deus e Itanhangá, as quais são operadas pelo órgão municipal Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro (GEO-RIO). A **figura 5.11** apresenta as médias da precipitação para os anos de 1997 a 2005.

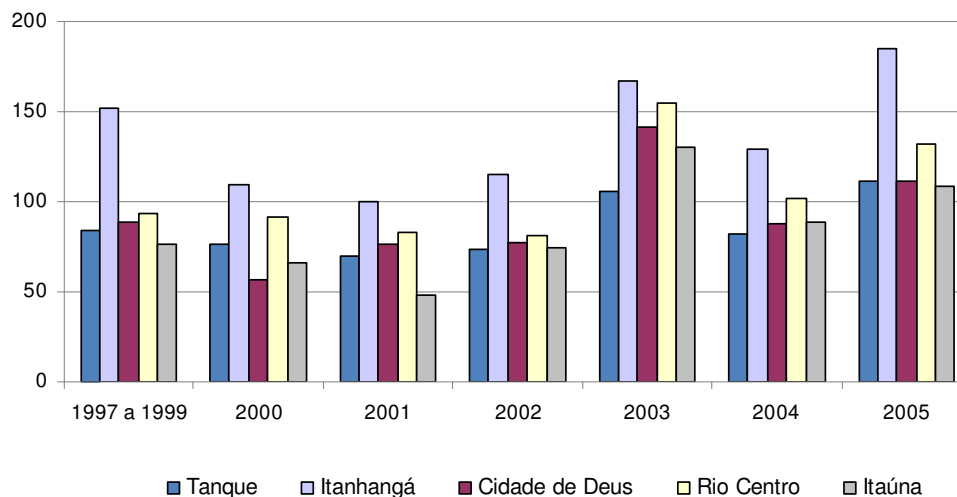


Figura 5.11. Média anual da precipitação das estações localizadas na bacia de Jacarepaguá.

Fonte: IPP, 2009.

Os dados apresentados no gráfico acima demonstram a distribuição das chuvas dentro da bacia hidrográfica de Jacarepaguá, através do qual é possível identificar as áreas onde se têm o maior volume precipitado em todos os anos analisados, destacam-se as regiões onde estão localizadas as estações do Itanhangá e Rio Centro, que apresentam as maiores médias precipitadas, 185,2 mm no ano de 2005 no Itanhangá e 154,4 mm em 2003, no Rio Centro.

A região onde se localiza a estação de Itaúna que, está situada no bairro da Barra da Tijuca apresentou as médias mais baixas dos volumes precipitados no intervalo analisado. Nota-se que nos anos de 2003 a 2005 houve um aumento no volume anual precipitado em todas as estações.

5.5. Impactos ambientais na bacia

O processo de ocupação urbana da Baixada de Jacarepaguá a partir da década de 1970, promoveu inúmeros impactos ambientais que afetaram, de forma não uniforme, os diferentes grupos sociais, que habitam a região, e afetaram principalmente o meio ambiente, mais especificamente os recursos hídricos. A rápida e intensa ocupação urbana da região, impulsionada pela produção imobiliária, gerou inúmeros problemas ambientais, principalmente devido à precariedade nos serviços de saneamento.

A ausência de tratamento dos esgotos domésticos na maioria das cidades representa um dos principais fatores de degradação da qualidade das águas dos rios e

de riscos à saúde da população, através das doenças de veiculação hídrica (TOGOLRO, 2006).

Diversos impactos se processam atualmente na rede de drenagem da Baixada de Jacarepaguá, os quais comprometem negativamente a qualidade de vida população que vive na região, assim como, do meio ambiente. Dentre as inúmeras alterações ocorridas na paisagem.

- ***Esgotamento sanitário***

A Baixada de Jacarepaguá é sem dúvida, no Município do Rio de Janeiro, um dos maiores exemplos da contradição entre desenvolvimento urbano e sustentabilidade ambiental. O resultado da expansão urbana na região ausente de uma política pública de investimentos em infra-estruturas de saneamento é a degradação ambiental das lagoas e rede de drenagem.

Segundo os dados do IBGE (2000), cerca de 67,78% dos domicílios da região estão ligado diretamente na rede geral de esgoto, porém, a maior parte do esgoto recolhido pelas tubulações não sofrem qualquer tipo de tratamento e, posteriormente são lançados diretamente nos rios e lagoas da bacia.

Alguns domicílios ainda possuem sistemas rudimentares de esgotamento como a fossa séptica, o que significa que em tais locais pode estar ocorrendo também contaminação do lençol freático.

O lançamento de esgotos in natura nos rios implica em maior aporte de matéria orgânica e, conseqüentemente a redução da qualidade das águas. Promove também, a mortandade da fauna aquática e, a proliferação de espécies de vegetação como os “aguapés”.



Figura 5.12. Lançamento de esgoto diretamente no Rio Anil.

Foto: Alice Freitas, Data: 16/01/2009.

- **Lixo**

Além da poluição pelo esgoto sanitário, os rios ainda sofrem com a poluição pelo lixo. Ainda há uma enorme falta de conscientização por parte da população, em relação ao lançamento de lixo nos rios. O lixo contribui para o agravamento das enchentes e, para a degradação da qualidade das águas e da paisagem.



Figura 5.13. Projeto Ecobarreira do INEA no rio Arroio Fundo. As águas visivelmente poluídas e o acúmulo de lixo.

Foto: Alice Freitas, Data: 16/01/2009.



Figura 5.14. Acúmulo de lixo sólido nos bancos de sedimento e margens do rio Grande.

Foto: Alice Freitas, Data: 16/01/2009.

- **Poluição industrial**

A Região Administrativa de Jacarepaguá já foi denominada um Pólo Industrial há algumas décadas atrás. Inúmeras indústrias se instalaram na região, principalmente dos setores químico e farmacêutico. Atualmente a presença de indústrias de grande porte na região, como: Roche, Schering Plough, Farmanguinhos, Wella, entres outras.

Outras indústrias de ramos diversos também estão instaladas em Jacarepaguá: Rica e Coca-Cola (alimentícia), Linifício Leslie (tecidos), entre outras.

A presença de diversas indústrias na região também contribui para a poluição dos corpos hídricos, seja através do despejo de dejetos industriais, ou por possíveis contaminação e comprometimento da qualidade das águas.



Figura 5.15. Na margem esquerda do Rio Grande as instalações de indústria cosmética.

Fonte: Freitas, 2007.

- **Assoreamento**

Segundo Gupta (1984), o desenvolvimento urbano altera a natureza das bacias hidrográficas e o aporte de sedimentos e água que chegam aos canais. Grande quantidade de sedimentos é removida das encostas num curto período de tempo, este aumento no aporte de sedimentos é consequência principal da redução da cobertura vegetal, os quais irão contribuir para a formação de barras de sedimentos, criando em potencial risco de inundações.

A maioria dos rios da baixada encontra-se completamente assoreados, com a profundidade do canal extremamente reduzida, contribuindo ainda mais para os eventos de inundações.



Figura 5.16. Sedimentos depositados às margens do rio Anil.

Foto: Alice Freitas, Data: 16/01/2009.

▪ ***Degradação da vegetação ciliar***

Com a expansão das áreas urbanas as áreas de vegetação ciliar, ao longo das margens dos rios, são intensamente suprimidas e na maioria das vezes completamente retiradas e, as obras de retificação e canalização dos canais geralmente recobrem com concreto as margens dos canais. As áreas marginais dos rios são protegidas legalmente, sendo um dos objetivos a preservação, conservação ou recuperação da vegetação ciliar.

A retirada da vegetação ciliar promove a instabilidade das margens, favorecendo os processos erosivos e os desmoronamentos os quais, podem contribuir para o assoreamento à jusante do rio. A vegetação ciliar também tem papel fundamental na integração dos ecossistemas aquáticos e terrestres como parte da ciclagem de nutrientes, e também na manutenção da biodiversidade.



Figura 5.17. A vegetação presente nas margens do rio Arroio Fundo é constituída de espécies tipicamente invasoras.

Foto: Alice Freitas, Data: 16/01/2009.

▪ **Ocupações irregulares**

As áreas que compreendem as margens de rios e lagoas são legalmente protegidas. A Resolução CONAMA n° 303/2002 estabelece como Área de Preservação Permanente a área situada em faixa marginal ao longo dos rios, a qual é estabelecida em função de sua largura, as áreas em torno das nascentes e, ao redor de lagos e lagoas. A Lei Estadual no 1130/1987 estabelece as Faixas Marginais de Proteção de rios, lagos e lagoas definidas como faixas de terras necessárias à proteção, à defesa, à conservação e operação de sistemas fluviais e lacustres, determinadas em projeção horizontal e considerados os níveis máximos de água, são áreas *non aedificandi*. Porém, o que se observa na maioria dos canais que cortam a baixada é a extensa ocupação nas margens dos rios. Em sua maioria são comunidades pobres que, se estabelecem nestas áreas de risco em função da ineficiência do sistema de habitação da cidade do Rio de Janeiro.

Estas habitações se caracterizam por serem precárias e, contribuem ainda mais para o agravamento do problema ambiental. “De toda a bacia hidrográfica de Jacarepaguá, a maioria das favelas situa-se nas margens dos corpos hídricos, justamente por serem áreas menos valorizadas e, sujeitas as freqüentes inundações” (ARRAÚJO, 2007).

As ocupações irregulares que ocupam as áreas de preservação permanente não podem ser consideradas um simples ato ilegal que desrespeita a legislação ambiental, mas também como a manifestação da lógica de produção do espaço capitalista, que se dá de forma excludente e desigual, sendo claramente visível na paisagem a segregação sócio-espacial e a especulação imobiliária.



Figura 5.18. Ocupações irregulares da favela do Autódromo situadas às margens do rio Pavuninha.

Foto: Alice Freitas, Data: 16/01/2009.



Figura 5.19. Ocupações irregulares em uma favela situada em área de risco às margens do rio Arroio Pavuna.

Foto: Alice Freitas, Data: 16/01/2009.

5.4. Saneamento básico na bacia hidrográfica de Jacarepaguá

O processo de ocupação da região de Jacarepaguá tornou-se expressivo a partir da década de 1970, neste período a ocupação ainda era rarefeita, resumindo-se a poucas residências ou edifícios, localizados principalmente à orla marítima, nenhum deles era servido por sistema público de esgotamento sanitário.

Em virtude das peculiaridades locais, principalmente relacionadas à beleza natural da região e suas paisagens, o processo de ocupação da região traz consigo aspectos importantes com relação às questões ambientais. Diante de toda a especulação imobiliária e do incentivo à ocupação urbana, a maior problemática que se projetou e até hoje se faz presente, era a preservação das lagoas, lagoas e dos rios da baixada, já que os mesmos se configuram fisicamente como os receptores naturais dos dejetos produzidos pelas áreas urbanas formadas pelos bairros que constituem a bacia hidrográfica.

Diante de tal desafio, a CEDAE passou a adotar uma política específica para concessão de licenciamento para os sistemas de esgotamento dos empreendimentos projetados na região, de forma a permitir a compatibilização da ocupação demográfica e a proteção das águas das lagoas, para onde seriam lançados os efluentes sanitários (FEEMA, 2006).

Em termos gerais, a política de esgotamento sanitário adotada para a região, estabeleceu que, edificações e conjuntos de edifícios que comportassem mais de 40 unidades autônomas deveriam ser dotadas de Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) de nível secundário e, caso possuíssem um número de unidades abaixo deste, cada imóvel teria seu tratamento individual, através de uma fossa séptica e respectivo

filtro anaeróbio de fluxo ascendente. Ficou definido, também, que a operação e manutenção desses sistemas seriam de responsabilidade dos proprietários dos lotes ou frações ideais dos terrenos (FEEMA, 2006).

A política de saneamento adotada para região de certa forma isentava o governo de implantar um sistema de esgotamento sanitário na região, que se justifica por razões técnicas e econômicas. A responsabilidade do saneamento básico ficou a cargo da população local e dos empreendimentos que ali fossem se instalar. Entretanto os resultados de tal política não foi como o planejado e os resultados não foram os melhores, resultando na poluição hídrica dos corpos d'água na região.

No início da década de 1980, algumas ações foram realizadas com objetivo de implantar um sistema de esgotamento sanitário na região. Foram construídos cerca de 200 km de rede coletora na região do Jardim Oceânico e uma estação elevatória, porém as obras foram interrompidas por decisão judicial, em função dos questionamentos de sua eficácia pela comunidade local.

Os dados da CEDAE apontam que até o início dos anos 2000 existam cerca de 300 unidades de tratamento de esgotos particulares na bacia hidrográfica, construídas, operadas e mantidas pelos condomínios residenciais e estabelecimentos comerciais (FEEMA, 2006).

Segundo FEEMA (2006), de acordo com cálculos recentes, o complexo lagunar recebe cerca de 3.200 litros de esgoto por segundo (3,2 m³/s). A região de Jacarepaguá contribui com 70%, enquanto que a Barra da Tijuca e o Recreio contribuem com 30%. Quanto ao lançamento de carga orgânica em DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), Jacarepaguá lança 38 t/dia, enquanto Barra / Recreio produzem e lançam aproximadamente 7 t/dia.

O que se verifica na baixada de Jacarepaguá é que o serviço prestado não é eficiente e apresenta baixo grau de cobertura, problema o qual também ocorre em grande parte do Estado do Rio de Janeiro, no qual cerca de 60% do esgoto sanitário é coletado e, somente 25% recebe algum tipo de tratamento. Os órgãos públicos vêm apresentando propostas e realizando ações referentes ao esgotamento sanitário em Jacarepaguá, Barra da Tijuca e Recreio, através de implantação de redes coletoras e estações de tratamento.

De acordo com os dados na **tabela** 5.5, 67,78% dos domicílios estão ligados à rede geral de esgotos, porém não significa que esta rede geral esteja interligada à uma estação de tratamento de esgotos sanitários. Já, 18,47% possuem fossa séptica, 2,29% possuem fossa rudimentar, 4,21% e 5,90% tem seu esgoto lançado diretamente em vala e rio, lagoa ou mar, respectivamente.

Segundo Cerqueira e Pimentel (2007), “a utilização de fossas e sumidouros apresentam limitações e pequena eficácia no tratamento, reduzindo a matéria orgânica em cerca de 30% apenas. Após esse pequeno declínio da concentração de matéria orgânica, os efluentes são infiltrados no solo, contaminando o mesmo e, por vezes, contaminando a água subterrânea”.

Tabela 5.5. Tipos de esgotamento sanitário por domicílio (2000).

| Região Administrativa | Barra da Tijuca | (%) | Jacarepaguá | (%) | Total |
|------------------------------|------------------------|------------|--------------------|--------------|----------------|
| Rede Geral | 29.837 | 54,75 | 101.439 | 72,90 | 131.276 |
| Fossa Séptica | 16.793 | 30,80 | 18.960 | 13,62 | 35.753 |
| Fossa Rudimentar | 1.375 | 2,52 | 3.016 | 2,17 | 4.391 |
| Vala | 2.767 | 5,09 | 5.393 | 3,88 | 8.160 |
| Rio, Lagoa, Mar | 2.655 | 4,88 | 8.785 | 6,31 | 11.440 |
| Outro Escoadouro | 853 | 1,57 | 758 | 0,55 | 1.611 |
| Sem Esgotamento | 214 | 0,39 | 791 | 0,57 | 1.005 |

Fonte: IPP, 2009.

Observa-se que parcela significativa dos domicílios presentes na região não se encontra atendida por atendimento público em rede, acabando por ocorrerem despejos indevidos, sendo os esgotos geralmente encaminhados aos corpos hídricos da região por pequenas redes localizadas, mas que não compõem, efetivamente, uma rede de captação adequada. Ressalta-se ainda a expansão das ocupações irregulares nos entorno do sistema lagunar e rios que, são desprovidas de planejamento e obras de infra-estrutura, contribuindo também com a poluição hídrica (FEEMA, 2006).

Atualmente a Prefeitura do Rio de Janeiro vem implantando estações de tratamento de esgoto locais, para que o esgoto coletado passe por algum tipo de tratamento antes de ser lançado diretamente nos rios. Temos como exemplo a Estação de Tratamento de Esgoto do Recreio dos Bandeirantes e, a Estação de Tratamento de Esgoto de Vargem Grande.

O Governo do Estado do Rio de Janeiro, com recursos orçamentários próprios e através do Fundo Estadual de Conservação Ambiental (FECAM), e em parceria com a CEDAE está executando desde 2001 as obras do Programa de Saneamento da Barra da Tijuca, Recreio dos Bandeirantes e Jacarepaguá (PSBJ). O Programa irá implantar sistemas completos de esgotamento sanitário na Barra da Tijuca, em Jacarepaguá e no Recreio dos Bandeirantes. A **figura 5.20** apresenta o projeto do programa de esgotamento sanitário.

Esgotamento Sanitário do Recreio dos Bandeirantes / Barra da Tijuca e Jacarepaguá

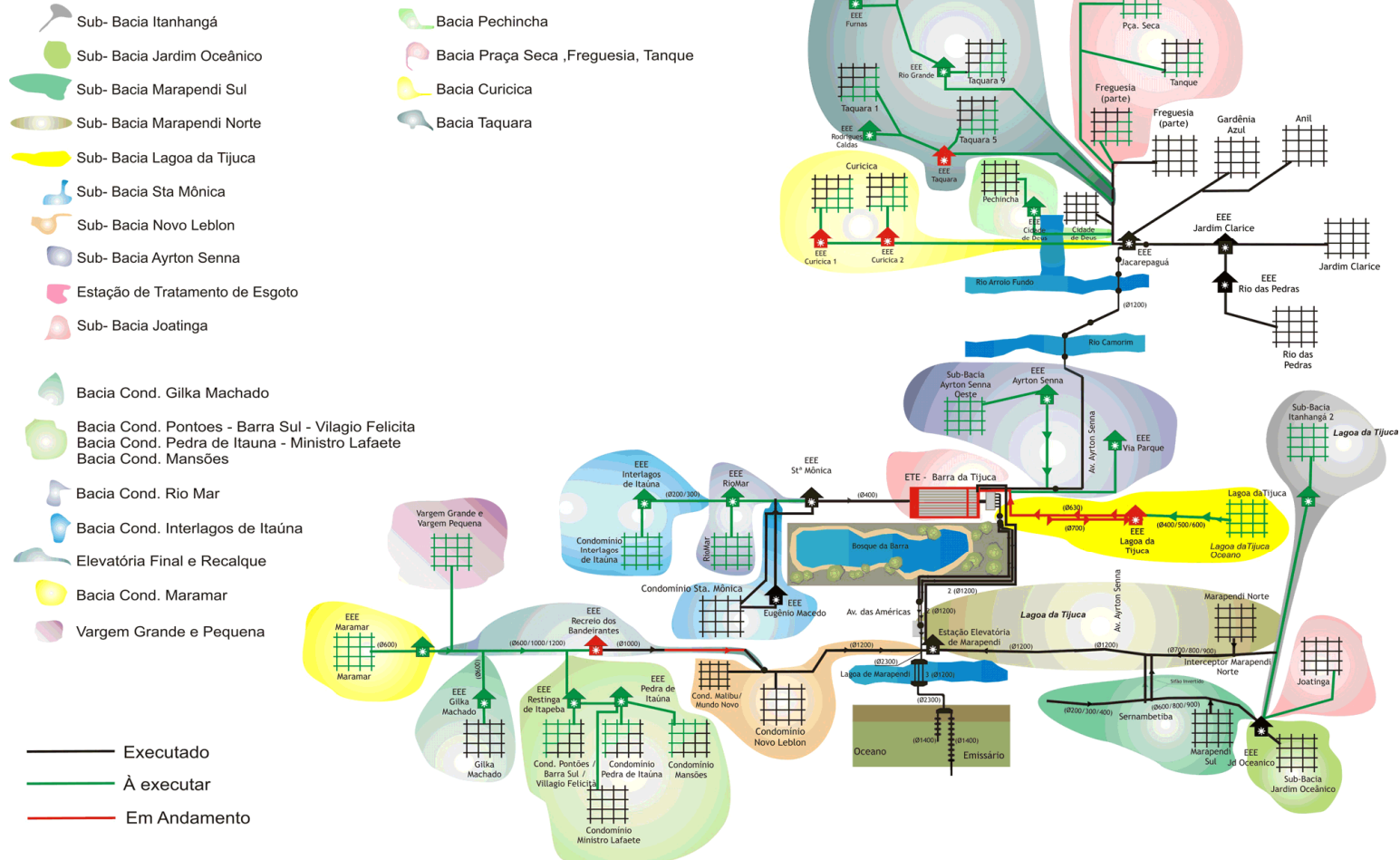


Figura 5.20. Projeto esquemático do Sistema de Esgotamento Sanitário da Baixada de Jacarepaguá.
 Fonte: CEDAE, 2009.

Em 2007 foi concluída a primeira etapa do programa, com a implantação de parte da rede coletora de esgoto de algumas bacias e estações de tratamento, tendo como destinação final o emissário submarino da Barra da Tijuca, após passar por tratamento preliminar na Estação de Tratamento da Barra da Tijuca (CEDAE, 2009).

O Programa engloba ainda, estações elevatórias de esgoto, troncos e redes coletoras, específicas para cada bairro, e uma estação de tratamento primário e uma estação elevatória final com um emissário terrestre e um submarino, que deverão transportar o esgoto tratado para alto mar a 5.000 metros da costa (CEDAE, 2009).

As diversas ações implantadas na região para a melhoria do saneamento básico são de extrema importância para a qualidade dos recursos hídricos da bacia hidrográfica, sobretudo, para a qualidade de vida da população residente na região. Contudo, nota-se que ainda há muito a ser feito para que esse sistema seja eficiente, deve-se considerar o planejamento da expansão dos bairros e, sobretudo, das ocupações irregulares, assim como, fiscalizar as ligações clandestinas e os lançamentos de esgotos que ocorrem diretamente nos corpos hídricos, e implementar ações voltadas para a educação ambiental da população.

CAPÍTULO 6. METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada para a avaliação da qualidade da água dos pontos de monitoramento localizados nos cursos d'água da bacia hidrográfica de Jacarepaguá. O presente trabalho foi desenvolvido a partir da avaliação dos dados de qualidade de água obtidos junto ao órgão responsável pela gestão dos recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro, o Instituto Estadual de Meio Ambiente (INEA), na Divisão de Qualidade de Água.

Os cursos d'água que são analisados nesse estudo a partir do enfoque da qualidade da água e suas respectivas bacias hidrográficas são apresentados na **figura 5.21** acima e também na **tabela 5.6**.

Tabela 5.6. Cursos d'água considerados na análise.

| Sub-Bacias Hidrográficas | Cursos d'água |
|------------------------------|------------------------------|
| Sub-bacia do Rio Cachoeira | Rio Cachoeira |
| Sub-bacia do Rio das Pedras | Rio do Retiro |
| Sub-bacia do Rio Grande | Rio Grande; Arroio Fundo |
| Sub-bacia do Rio Guerenguê | Rio Guerenguê; Arroio Pavuna |
| Sub-bacia do Rio Passarinhos | Canal Pavuninha. |
| Sub-bacia do Rio Camorim | Rio do Camorim |
| Sub-bacia da Zona dos Canais | Rio do Marinho |

Fonte: INEA, 2009.

A primeira etapa consistiu na realização de consulta ao órgão gestor para levantamento das informações e dados referentes à qualidade da água na área de estudo. Foi disponibilizada uma base de dados com os resultados do monitoramento da qualidade das águas de alguns pontos localizados em cursos d'água da bacia hidrográfica de Jacarepaguá, no período de 2003 a 2008, ressaltando que os dados referentes ao ano de 2009 não puderam ser disponibilizados, pois não haviam ainda passado por uma validação interna.

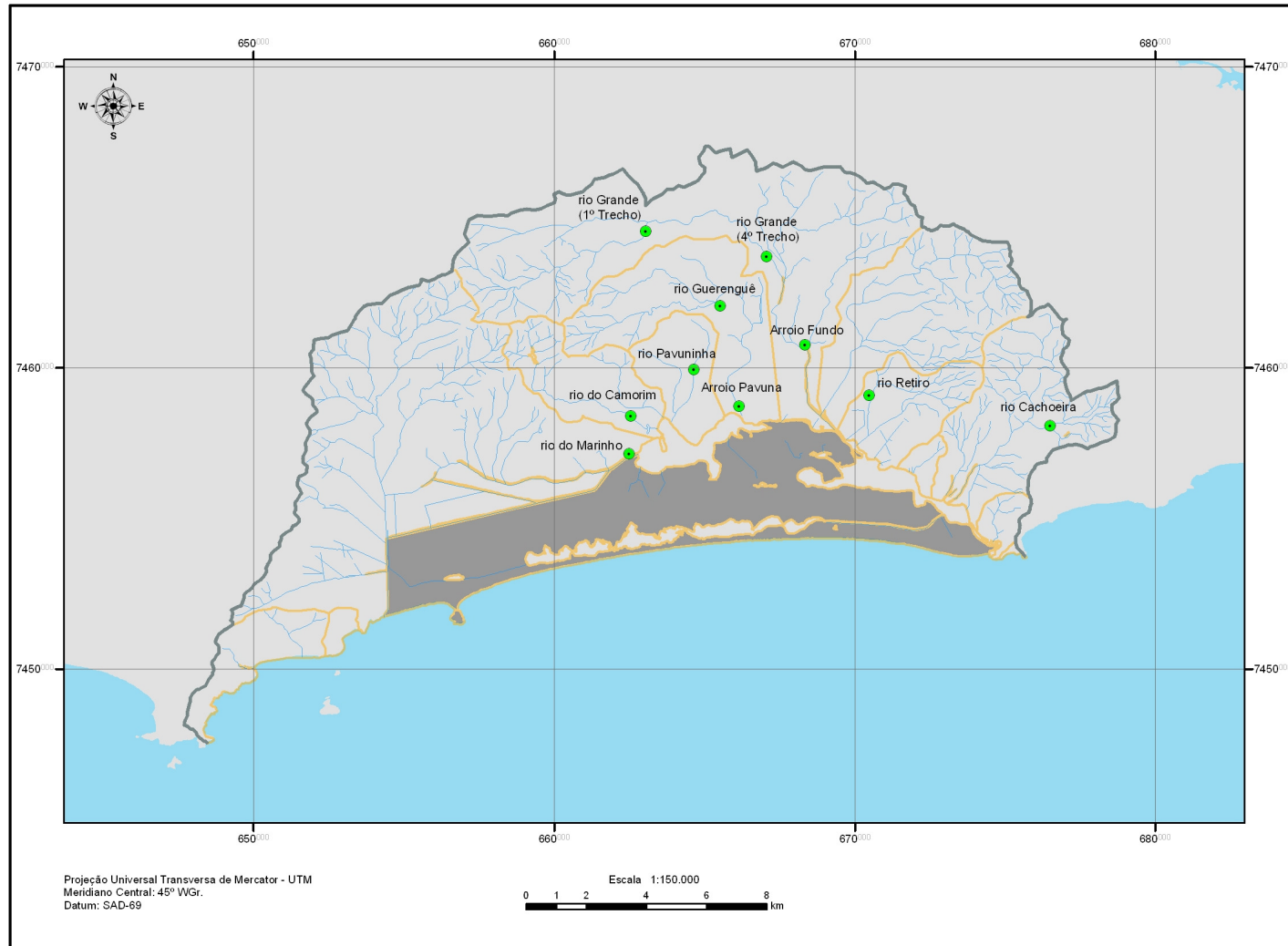


Figura 5.21. Localização dos pontos de monitoramento da qualidade da água avaliados.
Fonte: IPP, 2009. Executado por: Alice Freitas.

O monitoramento da qualidade da água realizado pelo órgão estadual contempla a coleta trimestral de amostras por ano, totalizando quatro amostragens anuais. Esse monitoramento teve início aproximadamente na década de 1980, sendo que no caso da bacia de Jacarepaguá o mesmo fora interrompido durante toda a década de 1990, por questões internas e políticas, tendo sido retomado somente no ano de 2001. Nos anos de 2001 e 2002, somente alguns parâmetros foram contemplados para análise em laboratório. Para o período de 2003 a 2008 encontram-se em anexo os dados disponibilizados e os números de amostras avaliadas, para os parâmetros abordados nesta dissertação. Cabe ressaltar que, para os metais as análises pelo órgão foram realizadas somente até o ano de 2007.

As variáveis estatísticas dos parâmetros foram determinadas através do software *PASW Statistics 17.0*. Para a representação da variabilidade espacial dos parâmetros de qualidade da água nos pontos de monitoramento utilizou-se os gráficos *boxplot* através dos quais é possível visualizar a assimetria da distribuição, faixa de variação dos dados e permite a detecção dos valores extremos dos dados (*outliers* e valores extremos), que podem ser ou não excluídos da análise, e que podem ser considerados como erros de amostragem, ou de transcrição dos dados, ou simplesmente um comportamento fora do habitual.

O gráfico *boxplot* é formado pelo 1° e 3° quartil dos dados da amostra, a mediana dos dados é representada pela linha interna do *box* e as linhas horizontais à direita e à esquerda da caixa, representam, respectivamente, o extremo inferior e superior do conjunto de dados “normais”. Os *outliers* são os dados cuja distância a qualquer dos quartis é maior que 1,5 vezes o intervalo inter-quartil e são representados por rótulos inseridos na direção das linhas horizontais do diagrama, os valores extremos estão a uma distância dos quartis maior que três vezes o intervalo inter-quartil.

Após a elaboração dos gráficos os parâmetros de qualidade da água foram avaliados de acordo com a legislação ambiental que trata dos aspectos da qualidade de água superficial: Resolução CONAMA 357/2005. Posteriormente, os dados foram correlacionados com os demais pontos de monitoramento da bacia e, verificou-se o conjunto dos dados de cada ponto de amostragem a fim de caracterizá-los individualmente e com os aspectos socioambientais das bacias hidrográficas.

CAPÍTULO 7. AVALIAÇÃO DOS DADOS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS FLUVIAIS

Neste capítulo serão apresentados os resultados e as discussões acerca dos dados de qualidade de água dos cursos d'água: Cachoeira, Camorim, Arroio Fundo, Guerenguê, Grande (jusante e montante), Marinho, Pavuninha, Arroio Pavuna, Retiro, os quais são monitorados pelo INEA, órgão responsável pela gestão dos recursos hídricos no estado do Rio de Janeiro, a fim de avaliar e caracterizar os aspectos relacionados à qualidade das águas da bacia hidrográfica de Jacarepaguá.

A caracterização dos aspectos qualitativos das águas fluviais foi realizada a partir da observação da variabilidade temporal dos parâmetros físico-químicos de qualidade da água selecionados em função da disponibilidade dos dados, período de 2003 a 2008, disponível no banco de dados do INEA e, das características socioambientais da bacia hidrográfica. Tais parâmetros físico-químicos foram correlacionados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para Classe 2 de uso da água, na qual se enquadram os cursos d'água objeto desse estudo.

7.1. Avaliação dos parâmetros de qualidade da água

7.1.1. Parâmetros físicos

7.1.1.1. Temperatura (°C)

A temperatura se caracteriza como um importante parâmetro na avaliação da qualidade da água, pois, exerce efeito sobre as características químicas da água através da influência sobre as reações químicas (BENETTI & BIDONE, 2001), pode afetar a biota aquática quando ocorre a poluição térmica.

A temperatura da água nos pontos de monitoramento dos cursos d'água apresentou variação considerável entre as amostras. A distribuição dos valores de temperatura obtidos para os cursos d'água avaliados é apresentada na **figura 7.1**.

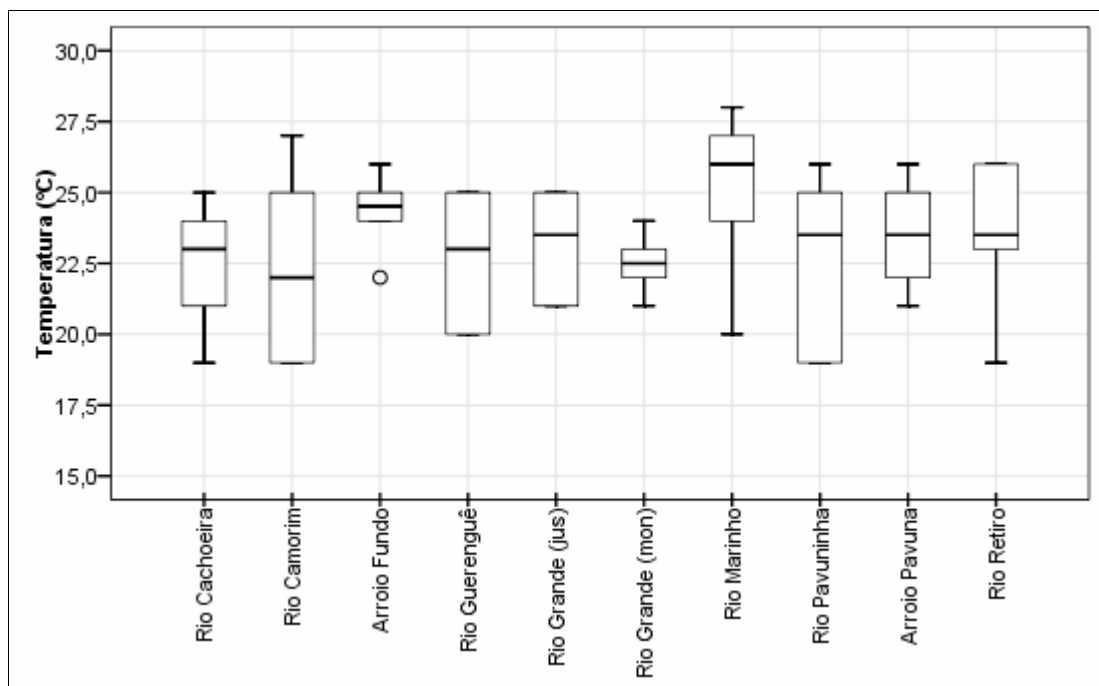


Figura 7.1. Representação gráfica (*box-plot*) da distribuição dos resultados de temperatura (°C) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

Os valores de temperatura variaram entre o mínimo de 19°C nos rios: Cachoeira, Camorim, Guerengê, Pavuninha e Retiro e, a máxima de 28°C no rio Marinho. Os valores das médias da temperatura nos cursos d'água ficaram entre 22,25°C e 24,33°C.

7.1.1.2. Condutividade

Conforme abordado anteriormente, a condutividade elétrica é caracterizada pela expressão numérica da capacidade da água conduzir corrente elétrica, sendo uma função entre a temperatura e a concentração iônica, indicativo de quantidade de sais na amostra, e é uma medida indireta da concentração de poluentes. De acordo com a CETESB (2008), valores de condutividade elétrica superiores à 100µ umho/cm indicam ambientes impactados. A Resolução CONAMA 357/2005 não estabelece limites legais para o parâmetro condutividade.

A distribuição dos valores da condutividade obtidos para os cursos d'água avaliados é apresentada na **figura 7.2**.

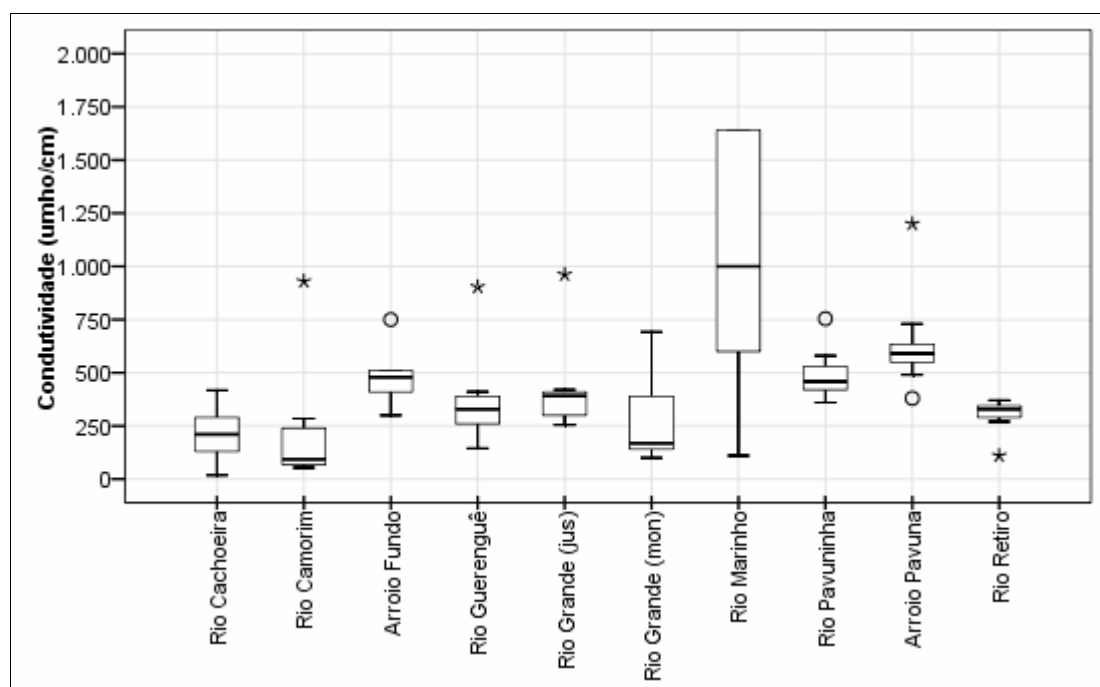


Figura 7.2. Representação gráfica (*box-plot*) da distribuição dos resultados de condutividade (umho/cm) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

Tendo como referência a indicação da CETESB, os valores encontrados do parâmetro para os cursos d'água quase que em sua totalidade estiveram acima de 100μ S/cm, com exceção do valor mínimo encontrado no rio Cachoeira de 19 umho/cm. Os valores máximos encontrados foram 11700 umho/cm, nos rios Camorim e Arroio Fundo e 9400 umho/cm, no local de monitoramento do rio Marinho. As médias ficaram entre 204,75 umho/cm (rio Camorim) e 2488,50 umho/cm (rio Marinho).

De uma forma geral os dados de condutividade para os cursos d'água não apresentaram muita variação, exceto o rio Marinho que apresentou a maior amplitude nos dados.

7.1.1.3. Sólidos Suspensos Totais

Os sólidos suspensos compreendem a matéria orgânica e inorgânica coloidal com diâmetro maior que $0,45\ \mu\text{m}$. Quando presentes nos corpos d'água podem causar danos à biota aquática, devido sua sedimentação no leito do rio, retenção de bactérias e resíduos orgânicos que podem provocar decomposição anaeróbica. A distribuição dos valores dos sólidos suspensos totais obtidos para os cursos d'água avaliados é apresentada na **figura 7.3**.

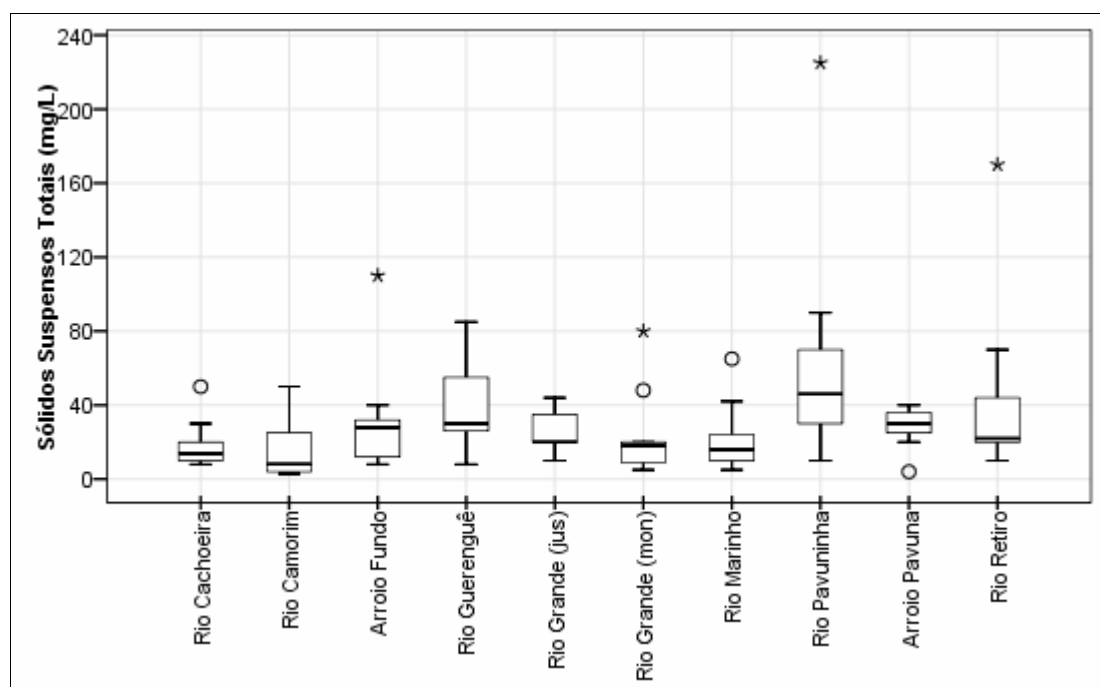


Figura 7.3. Representação gráfica (*box-plot*) da distribuição dos resultados dos sólidos suspensos totais (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

Os valores encontrados nos pontos de monitoramento apresentaram o mínimo de 2,0 mg/L no rio Camorim e máximos de 225 e 170 mg/L, rios Pavuninha e Retiro, respectivamente. Os valores médios ficaram entre 15,83 (rio Camorim) e 55,76 mg/L (rio Pavuninha).

7.1.2. Parâmetros químicos

7.1.2.1. Potencial hidrogeniônico – pH

O parâmetro pH se configura como um dos mais importantes com relação ao saneamento ambiental e amplamente utilizado para a caracterização das águas fluvi-ais, ou efluentes, entre outros. O pH está relacionado à atividade hidrogeniônica, ou seja, a concentração de íons (H^+ e OH^-), caracterizando a intensidade de ácidos em uma solução.

O pH da água é ácido quando é menor que 7,0, neutro quando igual à 7,0 e básico quando seu valor é maior que 7,0. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece para as águas doce de classe 2 valores de pH variando de 6,0 a 9,0. A distribuição dos valores de pH obtidos para os cursos d'água avaliados é apresentada na **figura 7.4**.

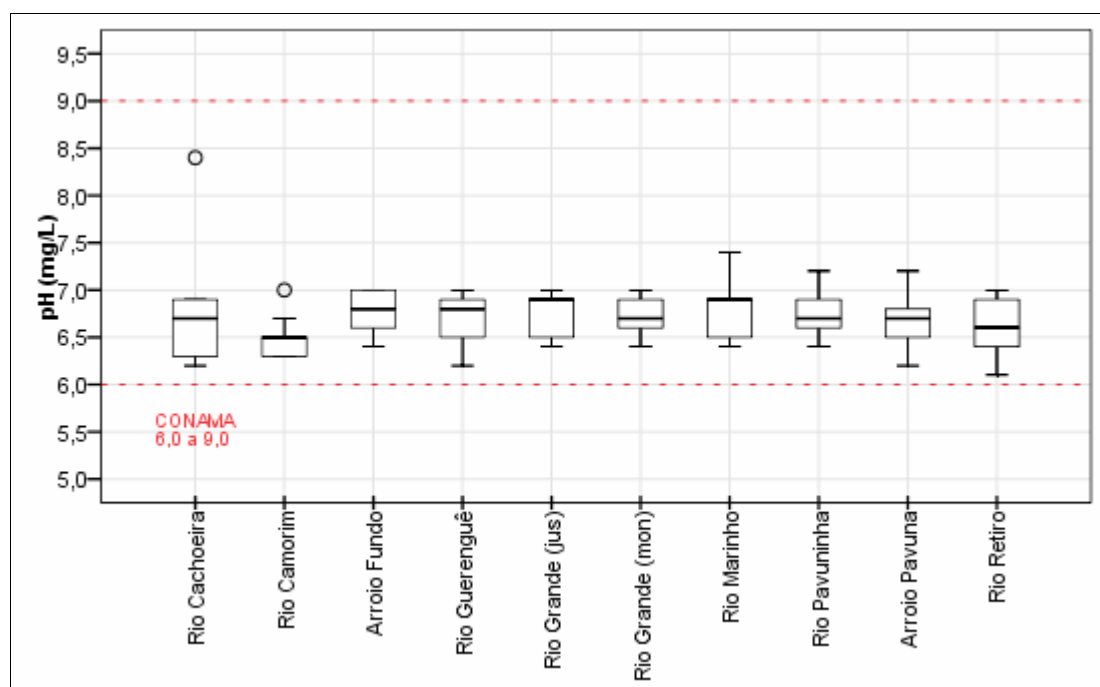


Figura 7.4. Representação gráfica (*box-plot*) da distribuição dos resultados de pH nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

Os valores de pH para os curso d'água em análise não apresentaram grande variação entre as amostras avaliadas, como demonstra a **figura 7.4**. De modo geral todos os pontos de monitoramento ficaram dentro do limite estabelecido pela CONAMA 357/2005, exceto uma amostra no rio Cachoeira que teve pH 5,8 o qual, não é representado no *box-plot*. As médias de pH variaram entre 6,5 a 6,8.

Em estudo realizado por Araújo (2007) para alguns cursos d'água na baixada de Jacarepaguá, foram encontrados valores similares ao deste trabalho. Em suas análises Araújo (2007) teve como resultados encontrados os seguintes valores médios: 6 a 6,5 no rio Cachoeira, 6,5 no rio Camorim, 7,0 no rio Guerengué, 7,0 a 7,5 no rio Grande e 7,0 para o rio Pavuninha.

7.1.2.2. Oxigênio Dissolvido – OD

O oxigênio dissolvido é outro parâmetro importante para caracterizar a qualidade do corpo hídrico e também a capacidade de um corpo natural manter a vida aquática. Geralmente, as águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvidos, a quantidade de oxigênio dissolvido na água é um índice expressivo de sua qualidade sanitária (BENETTI & BIDONE, 2001).

Jordão e Pessôa (2005), também afirmam que o oxigênio dissolvido é um dos principais parâmetros para caracterizar a qualidade da água, existindo uma concentra-

ção de saturação em água que está relacionada à temperatura, salinidade e altitude. Segundo os autores, a concentração de oxigênio dissolvido é fundamental para a respiração de microorganismos aeróbios que realizam a degradação da matéria orgânica. A resolução CONAMA 357/2005, estabelece para águas doces de classe 2 valor mínimo de OD de 5 mg/L. A distribuição dos valores de OD obtidos para os cursos d'água avaliados é apresentada na **figura 7.5**.

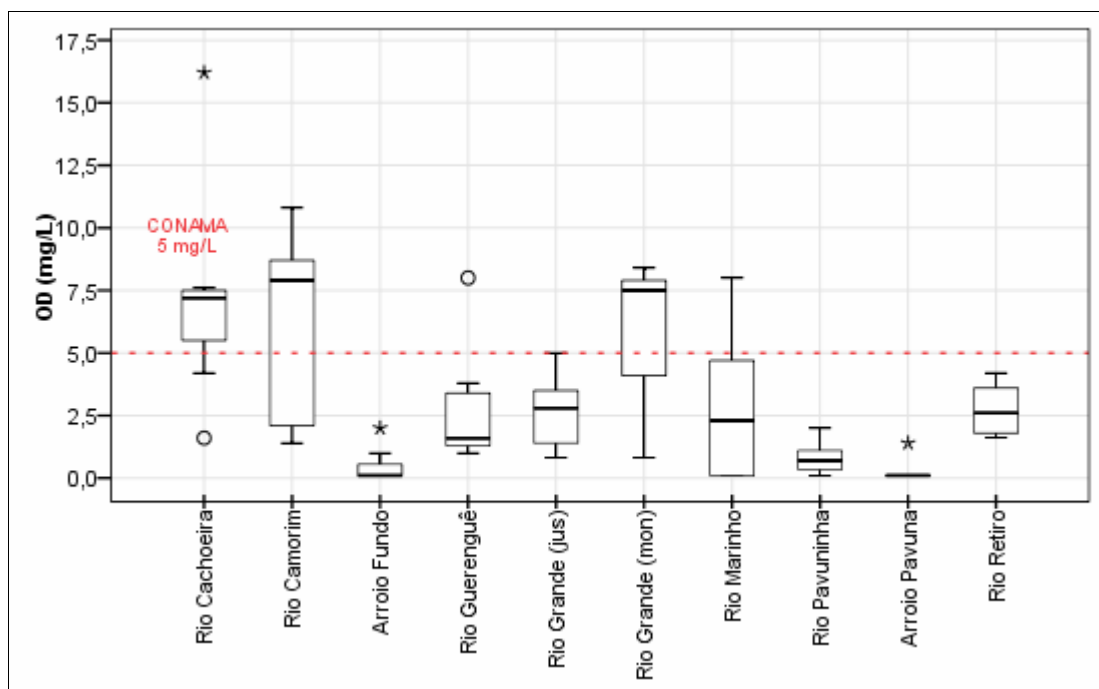


Figura 7.5. Representação gráfica (box-plot) da distribuição dos resultados de oxigênio dissolvido (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

Todos os pontos de monitoramento apresentaram valores de OD abaixo do estabelecido na legislação. Os valores de concentração de oxigênio dissolvido apresentaram médias variando de 0,27 mg/L (Arroio Pavuna) e 8,78 mg/L (rio Retiro).

O valor mínimo identificado é 0,10 mg/L nos rios: Arroio Fundo, Marinho, Pavuninha e Arroio Fundo), todos esses cursos d'água atravessam áreas intensamente urbanizadas da baixada de Jacarepaguá. O Arroio Pavuna que deságua na lagoa de Jacarepaguá e, tem como afluente o rio Guerenguê, apresentou os piores valores para oxigênio dissolvido com mínimo de 0,10 mg/L e máxima de 1,4 mg/L, possuindo provavelmente elevada concentração de matéria orgânica.

Os rios que apresentaram amostras com valores de concentração dentro do estabelecido pela legislação foram: Cachoeira e Retiro, esses rios têm suas nascentes no maciço da Tijuca e suas bacias à montante ainda não se encontram urbanizadas, tendo maior influencia antrópica à jusante; e rio Camorim que, nasce do maciço da

Pedra Branca, e percorre áreas peri-urbanas com baixa densidade populacional e áreas urbanas.

7.1.2.3. Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO₅

Para o parâmetro DBO₅ o valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 é 5 mg/L para corpos d'água de classe 2. Um dos principais fatores que influencia o aumento das concentrações de DBO₅ são os aportes de matéria orgânica, como os esgotos sanitários. A DBO₅ é uma variável da qualidade da água, sendo uma medida indireta que, quantifica a poluição orgânica pela depleção do oxigênio, que poderá conferir condição anaeróbica ao ecossistema aquático (LIMA *et al*, 2006). A distribuição dos valores de DBO₅ obtidos para os cursos d'água avaliados é apresentada na **figura 7.6**.

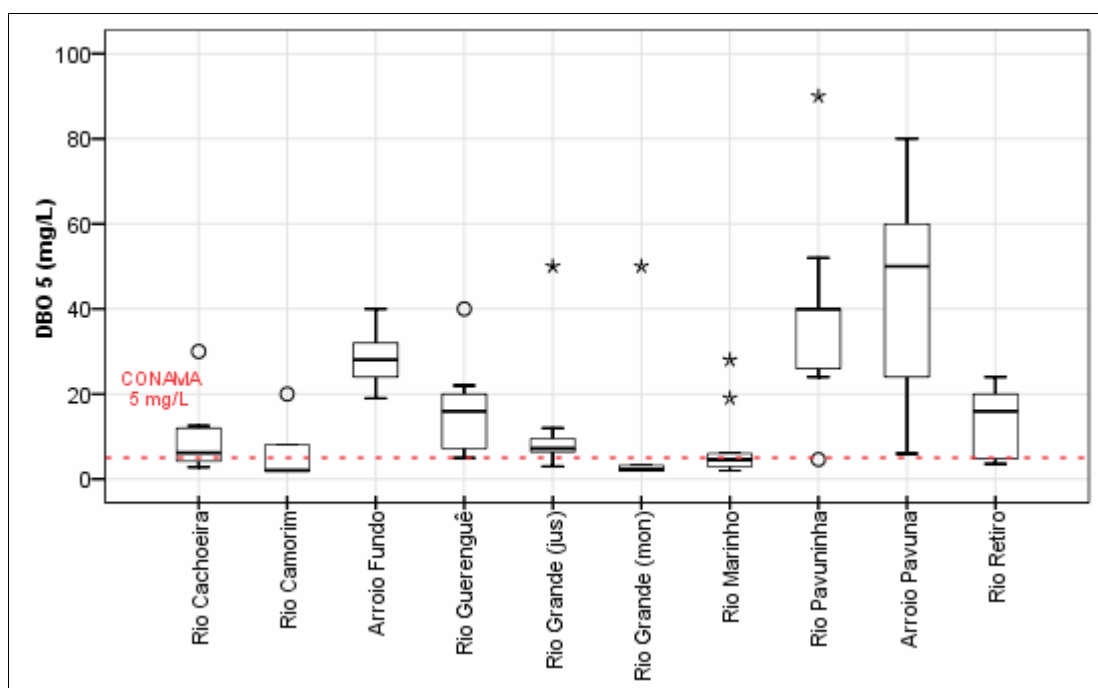


Figura 7.6. Representação gráfica (*box-plot*) da distribuição dos resultados de DBO₅ (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

Os valores encontrados para os cursos d'água foram o mínimo de 2,0 mg/L nos rios Camorim, Grande (montante) e Marinho e, máximo de 270 mg/L e 64 mg/L nos rios Pavuninha e Marinho. Os dados apresentaram grande variação nos pontos e entre eles, como mostra a **figura 7.6**. As concentrações médias ficaram entre 6,17 mg/L (rio Camorim) e 59,73 (rio Pavuninha).

Observou-se que todos os cursos d'água apresentaram valores de DBO_5 acima do permitido na legislação, com exceção do rio Grande, no seu trecho à montante. Os principais cursos d'água em situação crítica com relação à concentração de DBO_5 são: rios Pavuninha, Arroio Fundo e Arroio Pavuna, ambos com elevada influência antrópica, ao longo de seu curso, nos quais são lançados de forma direta esgotos e outros efluentes.

7.1.2.4. Demanda Química de Oxigênio - DQO

A demanda química de oxigênio pode ser utilizada para medir o potencial poluidor de esgotos domésticos e principalmente de despejos industriais. A DQO corresponde à quantidade de oxigênio necessária para oxidar a fração orgânica e inorgânica de uma amostra que seja oxidável por substâncias químicas (JORDÃO e PESSÔA, 2006).

O teste de DQO possui relativa vantagem em relação ao de DBO_5 , pois, permite resposta em tempo menor, aproximadamente 2 horas e engloba além da demanda de oxigênio satisfeita biologicamente, todas as demais demandas de oxigênio, assim como, os sais minerais oxidáveis, sendo a DQO preferível para análises de despejos industriais menos facilmente biodegradáveis, em relação à DBO_5 (JORDÃO e PESSÔA, 2006).

Nos cursos d'água avaliados, os resultados demonstraram uma grande variação nas concentrações encontradas, como é possível verificar na **figura 7.7**.

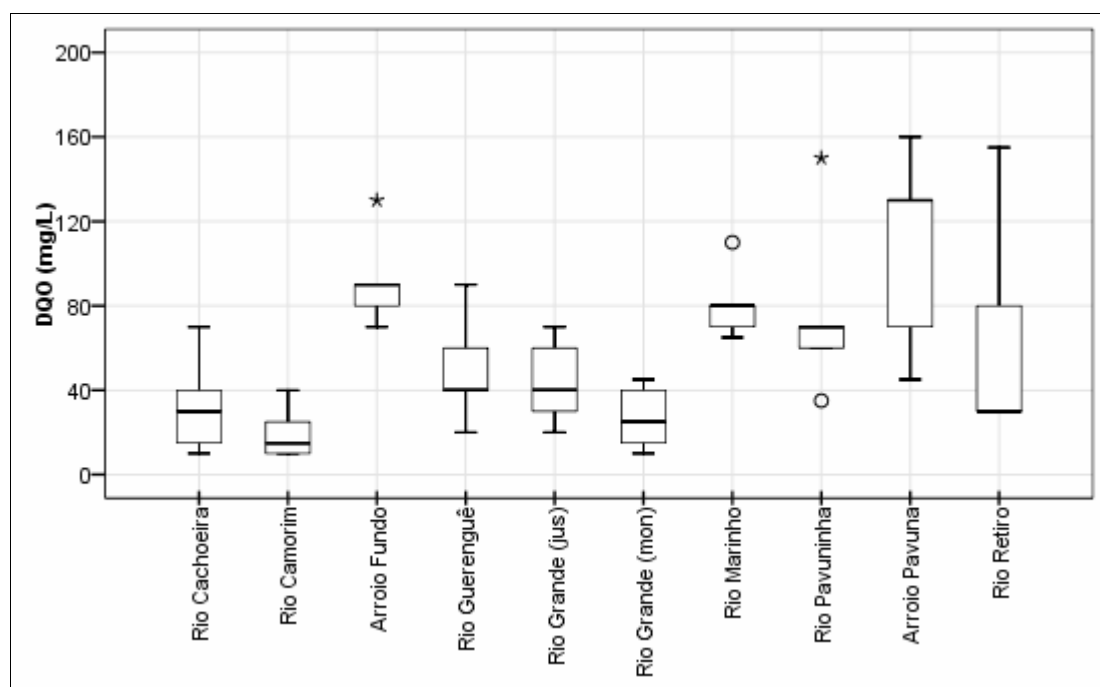


Figura 7.7. Representação gráfica (*box-plot*) da distribuição dos resultados de DQO (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

As maiores concentrações de DQO encontradas foi 290 mg/L (rio Pavuninha), já as menores concentrações foram verificadas nos rios: Cachoeira, Camorim e Grande (montante), com valor de 0,10 mg/L. Geralmente valores altos para o parâmetro DQO indicam poluição hídrica e grande concentração de matéria orgânica e baixos teores de oxigênio.

7.1.2.5. Nitrogênio

▪ Nitrogênio Amoniacal

Os valores de concentração encontrados para todos os pontos de monitoramento com relação ao parâmetro de nitrogênio amoniacal encontram-se dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 que, determina a concentração de 3,7 mg/L quando o valor de pH da amostra for menor que 7,5; 2,0 mg/L quando valor de pH for entre 7,5 e 8,0; 1,0 mg/L quando valor de pH for entre 8,0 e 8,5; 0,5 mg/L quando valor de pH for acima de 8,0. A distribuição dos valores de nitrogênio amoniacal obtidos para os cursos d'água avaliados é apresentada na **figura 7.8**.

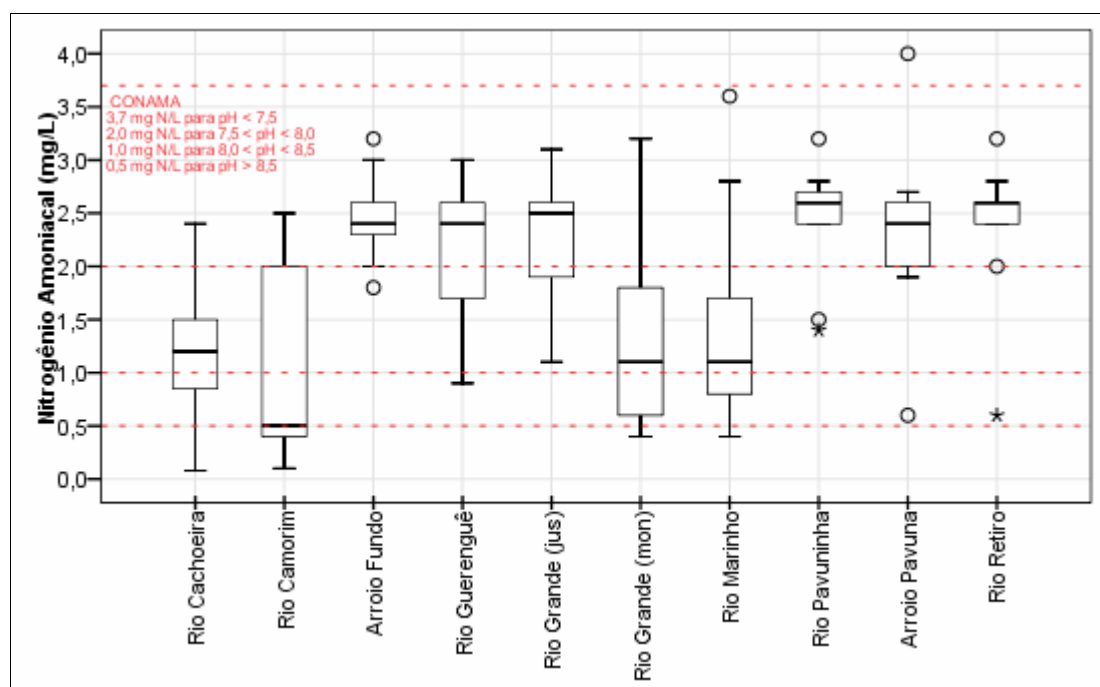


Figura 7.8. Representação gráfica (*box-plot*) da distribuição dos resultados de nitrogênio amoniacal (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

As médias e medianas dos valores de pH encontradas nos locais de monitoramento ficaram abaixo de 7,5, portanto, podendo ser considerada o valor de concentração de nitrogênio amoniacal de 3,7 mg/L, estando todos os pontos de monitoramento dentro do padrão estabelecido pela legislação. Os dados de nitrogênio apresentaram grandes variações e valores altos de nitrogênio amoniacal também indicam poluição hídrica, sendo resultado da decomposição de material orgânico.

▪ Nitrogênio Kjeldahl

Nitrogênio total Kjeldahl é definido como a soma amônia livre e de compostos orgânicos nitrogenados (EPA, 2009). As duas formas estão presentes em detritos de nitrogênio orgânico oriundos de atividades biológicas naturais. O nitrogênio Kjeldahl total pode contribuir para a completa abundância de nutrientes na água e sua eutrofização. A determinação de nitrogênio amoniacal e orgânico é importante para avaliar o nitrogênio disponível para as atividades biológicas.

A resolução CONAMA 357/2005 não estabelece concentrações específicas para este parâmetro. As concentrações de nitrogênio kjeldahl apresentaram grande variação. Nos cursos d'água avaliados, os resultados demonstram grande variação nas concentrações encontradas, como é possível verificar na **figura 7.9**.

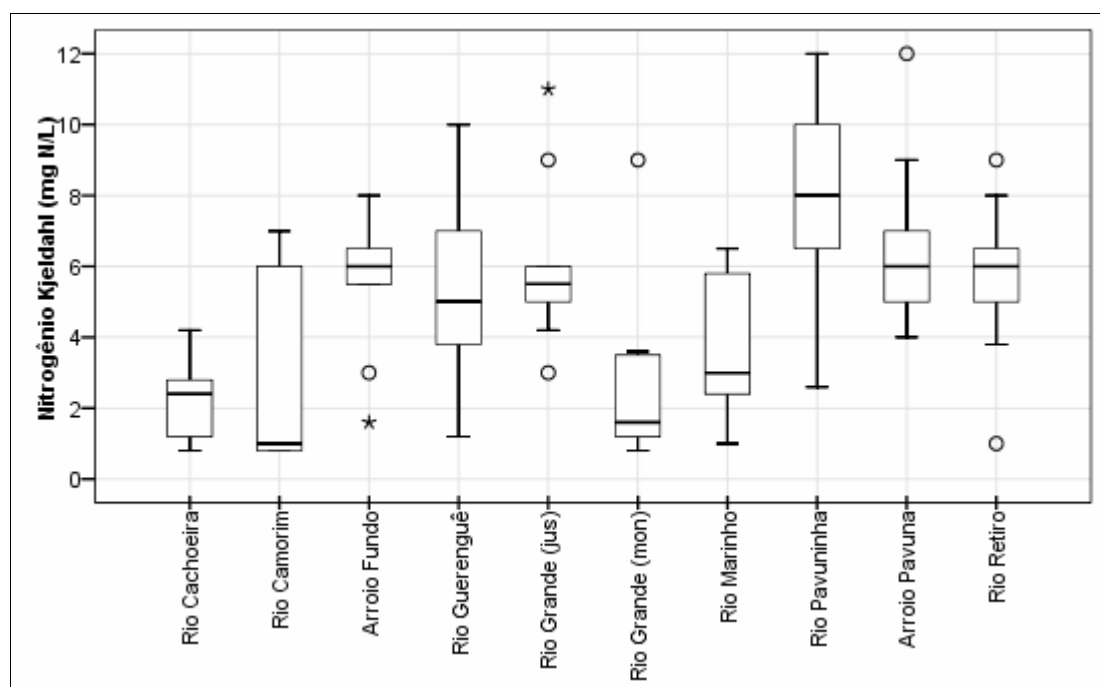


Figura 7.9. Representação gráfica (*box-plot*) da distribuição dos resultados de nitrogênio Kjeldahl (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

O valor mínimo encontrado foi 0,5 mg/L no rio Camorim e o máximo de 18,0 mg/L no rio Pavuninha. As médias variaram entre 2,10 (rio Cachoeira) e 10,0 mg/L (rio Pavuninha). É possível observar grande variação com relação aos valores encontrados na maioria dos cursos d'água. O lançamento de esgotos domésticos *in natura* nos cursos d'água é a principal fonte de nitrogênio nesta forma.

▪ Nitrito

O nitrito é uma forma química do nitrogênio normalmente encontrada em quantidades pequenas nas águas superficiais, já que é instável na presença do oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária. A presença de nitritos em água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece para a classe 2 a concentração máxima de 1,0 mg/L. A distribuição dos valores de nitrito obtidos para os cursos d'água avaliados é apresentada na **figura 7.10**.

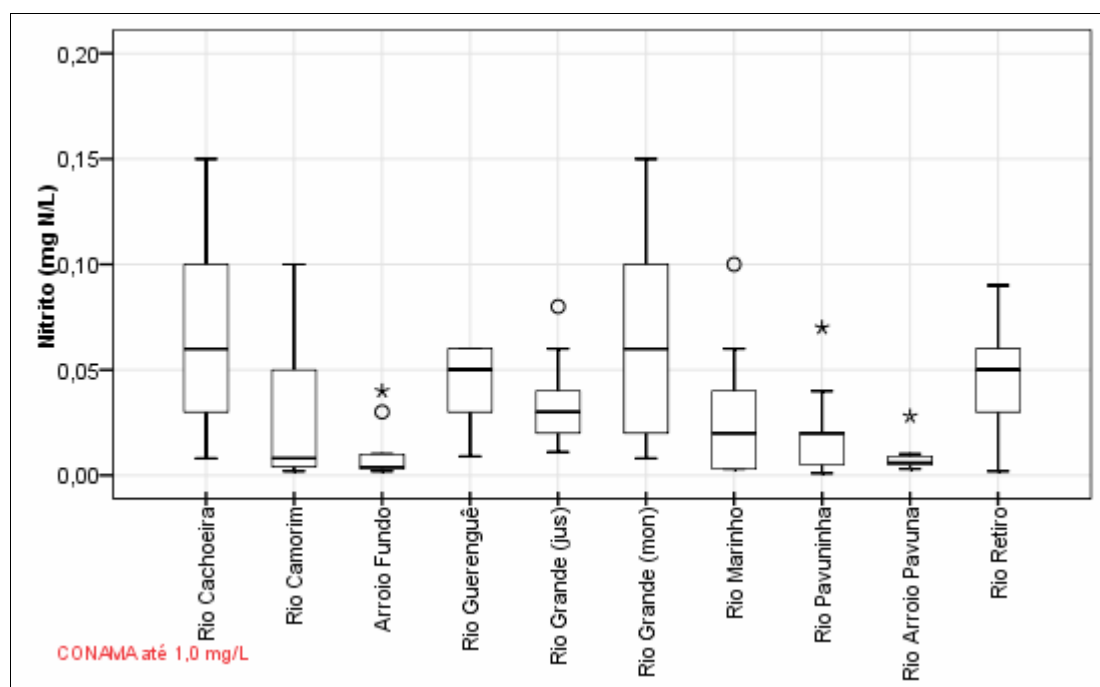


Figura 7.10. Representação gráfica (*box-plot*) da distribuição dos resultados de nitrito (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

De acordo com os dados apresentados, todos os pontos de monitoramento possuem concentração de nitrito dentro dos limites estabelecidos pela legislação. O valor máximo encontrado foi de 0,15 mg/L no rio Grande (montante) e os valores médios ficaram entre 0,007 (rio Arroio Pavuna) e 0,077 (rio Grande (montante)).

▪ Nitrato

O nitrato é a principal forma de nitrogênio encontrada nas águas, e pode ser produzido naturalmente no ambiente, através da lixiviação do solo, chuvas, e dos processos de nitrificação e denitrificação.

Os nitratos estimulam o desenvolvimento de plantas, sendo que organismos aquáticos, como algas, florescem na presença destes e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado, processo denominado de eutrofização (IGAM, 2008).

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece a concentração máxima de 10,0 mg/L para nitrato em águas de classe 2. Nos cursos d'água avaliados, os resultados demonstram grande variação nas concentrações encontradas, como é possível verificar na **figura 7.11**.

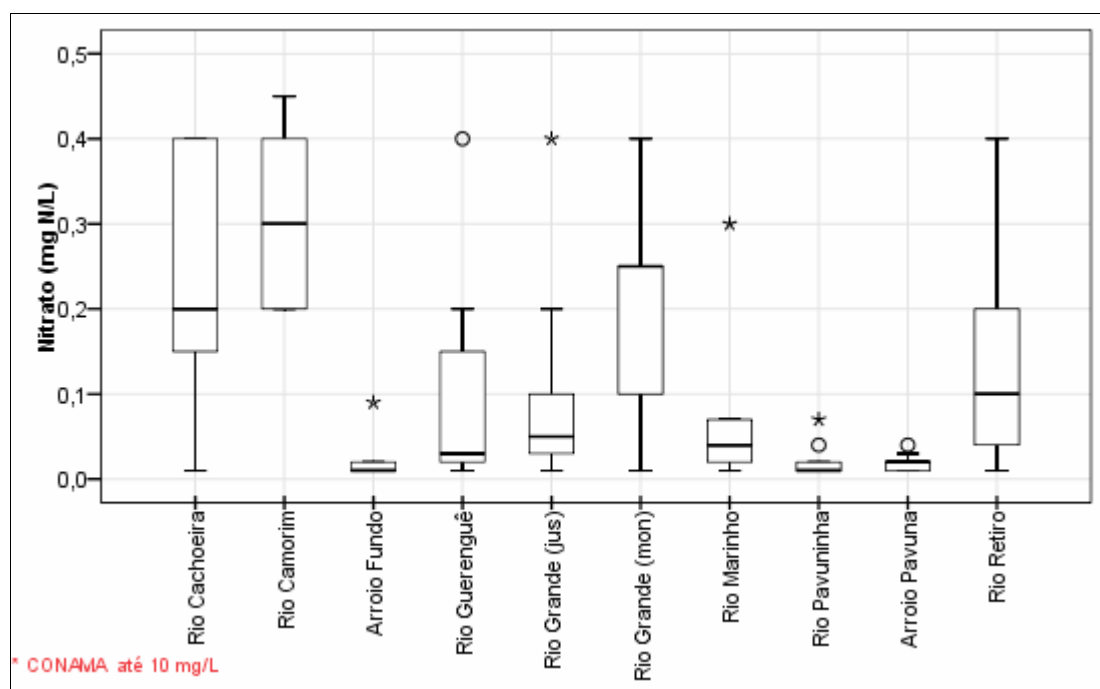


Figura 7.11. Representação gráfica (*box-plot*) da distribuição dos resultados de nitrato (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

O valor máximo de concentração encontrado nos pontos de monitoramento foi de 0,60 no rio Cachoeira e, as médias variaram entre 0,002 (rios Arroio Pavuna, Pavuninha, Arroio Fundo) a 0,30 (rio Camorim), portanto, todos os locais de monitoramento se encontram dentro do limite estabelecido pela legislação.

7.1.2.6. Fósforo Total

O fósforo é originado naturalmente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica. O fósforo pode ser oriundo dos despejos domésticos e industriais, além de detergentes, excrementos de animais e fertilizantes. A presença de fósforo nos corpos de água desencadeia o desenvolvimento de algas ou de plantas aquáticas indesejáveis, principalmente em reservatórios ou corpos de água parada, podendo conduzir ao processo de eutrofização (IGAM, 2008).

A resolução CONAMA 357/2005 estabelece para ambientes lóticos, classe 2, a concentração máxima de 0,1 mg/L, a **figura** 7.12 apresenta os valores determinados para fósforo total nos cursos d'água avaliados.

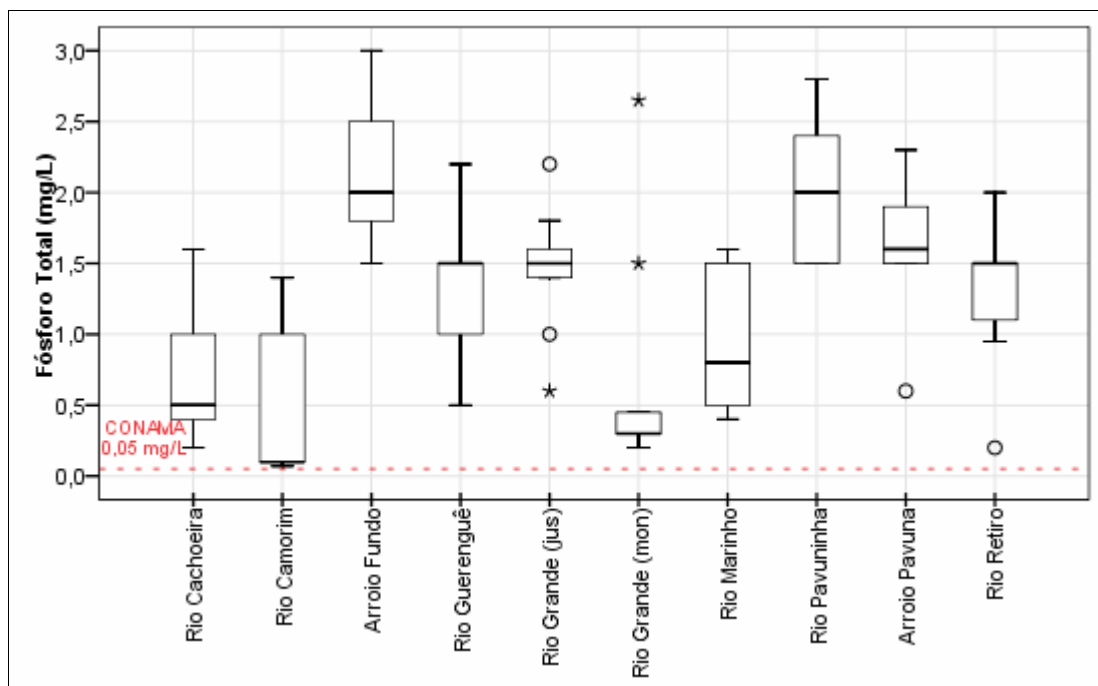


Figura 7.12. Representação gráfica (*box-plot*) da distribuição dos resultados de fósforo total (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

De acordo com os dados, todos os pontos de monitoramento nos cursos d'água apresentaram concentração de fósforo superior ao estabelecido pela legislação. O valor mínimo encontrado foi de 0,07 mg/L no rio Camorim, enquanto que, o valor máximo de concentração foi de 7,5 mg/L no rio Pavuninha. As médias variaram entre 0,48 mg/L no rio Camorim e 2,80 no rio Pavuninha. Os dados também apresentaram grande variação nas amostras e entre os pontos de monitoramento, sendo os rios Arroio Fundo e Pavuninha que, apresentaram as maiores variações na concentração e também os maiores valores registrados.

7.1.2.7. Metais

De acordo com Freitas *et al* (2001), a disposição de efluentes industriais que contém metais pesados nos recursos hídricos é um dos fatores responsáveis pela poluição em diversos ambientes aquáticos. Deve-se considerar também a natureza geoquímica do solo como fator contribuinte na poluição das águas por metais.

Dentre as possíveis fontes de metais nos cursos d'água da baixada de Jacarepaguá deve-se, provavelmente, às fontes difusas ou lançamentos de efluentes industriais, além do escoamento superficial que, provoca o carreamento de resíduos nos pavimentos, calçadas e etc. A seguir serão apresentadas as ocorrências de metais

nas águas fluviais de alguns cursos d'água da baixada de Jacarepaguá. As análises de metais foram realizadas no período de 2003 a 2007.

▪ Alumínio (Al)

O alumínio e seus sais geralmente são utilizados no tratamento da água, na fabricação de latas, telhas, papel alumínio, indústria farmacêutica, etc. O metal atinge a atmosfera como particulado, originado de poeiras dos solos e por erosão originado da combustão do carvão. Na água o alumínio pode ocorrer em diferentes formas e é influenciado pelo pH, temperatura e presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes. As concentrações de alumínio dissolvido em águas com pH neutro variam de 0,001 a 0,05 mg/L, mas aumentam para 0,5 a 1 mg/L em águas mais ácidas ou ricas em matéria orgânica (CETESB, 2008).

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece como concentração limite para presença de alumínio o valor de 0,1 mg/L. Como é possível visualizar na **figura 7.13**, todos os pontos de monitoramento apresentaram concentrações maiores do que o limite estabelecido pela legislação.

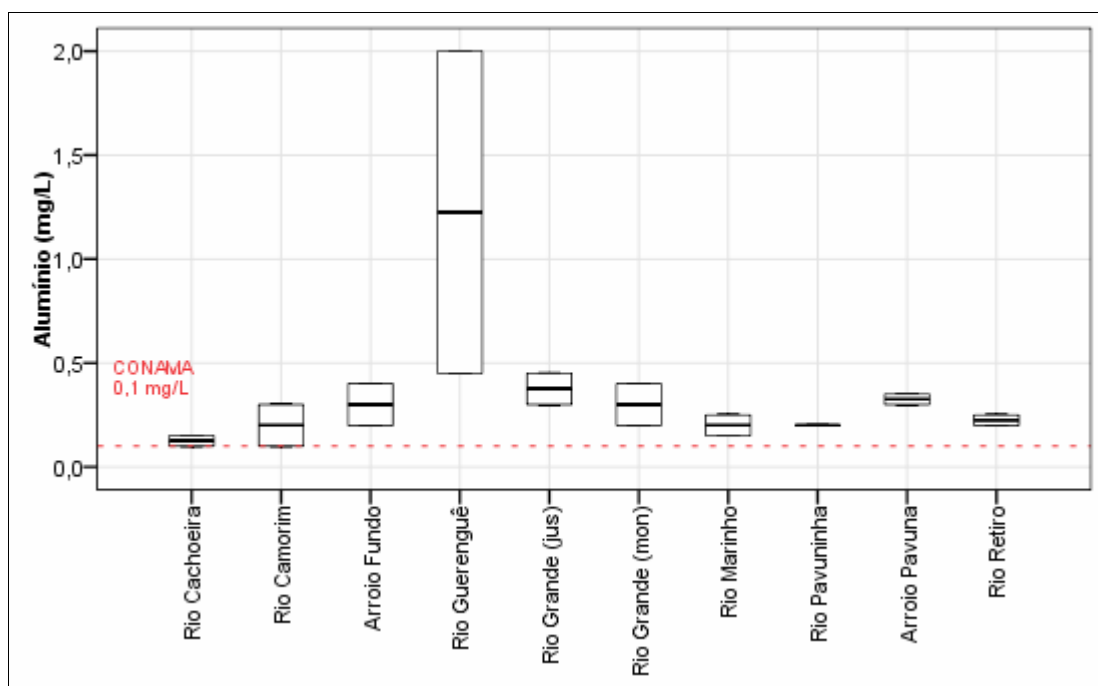


Figura 7.13. Representação gráfica (*box-plot*) da distribuição dos resultados de alumínio (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

O valor mínimo encontrado foi de 0,1 mg/L nos rios Cachoeira e Camorim, e o máximo de 2,0 mg/L no rio Guerengué. As médias variaram entre 0,13 mg/L (rio Cachoeira) e 0,81 mg/L no rio Guerengué. Este curso d'água apresentou a maior variação entre os valores de concentração encontrados.

Conforme, citado anteriormente e tendo como referência os valores encontrados para o parâmetro pH que, teve variação na média abaixo de 7,0 para todos os pontos de monitoramento, caracterizando uma água ácida, infere-se que as águas monitoradas tem sua concentração de alumínio, influenciada pelos valores de pH e pela presença de matéria orgânica no corpo hídrico.

- **Cádmio (Cd)**

O cádmio é lançado no ambiente por efluentes industriais, principalmente, de galvanoplastias, produção de pigmentos, soldas, entre outros. A ingestão de alimentos ou água contendo altas concentrações de cádmio causa irritação no estômago, podendo em casos extremos levar à morte (CETESB, 2008).

Os resultados para cádmio de acordo com os dados, quase todos os locais de monitoramento nos cursos d'água apresentaram valores abaixo de 0,001 mg/L, estando dentro do limite estabelecido pela CONAMA 357/2005 que estabelece o limite de 0,001 mg/L. Porém, na amostra de água coletada em janeiro de 2006 nos rios Gue-ranguê, afluente do Arroio Pavuna e, o Arroio Pavuna, esses valores ficaram abaixo de 0,002 mg/L, portanto, infere-se que estes ficaram acima do limite da legislação. As análises foram realizadas no período de 2003 a 2007 (Anexo), com exceção do ano de 2005.

- **Chumbo (Pb)**

A presença do chumbo na água ocorre por deposição atmosférica, lixiviação do solo e pelos lançamentos de efluentes industriais que contenham o metal. Em caso de ingestão pelo homem, pode afetar quase todos os órgãos e sistemas do corpo e, principalmente o sistema nervoso.

Para o parâmetro chumbo, de acordo com os dados, quase todos os locais de monitoramento nos cursos d'água apresentaram valores abaixo de 0,01 mg/L, estando dentro do limite estabelecido pela CONAMA 357/2005 que estabelece o limite de 0,01 mg/L, exceto as amostras coletadas em janeiro de 2006 nos rios Arroio Pavuna e Retiro que, apresentaram valores de 0,02 mg/L, estando acima do limite da legislação. As análises foram realizadas no período de 2003 a 2007.

- **Cobre (Cu)**

O cobre é disponibilizado no meio ambiente através da corrosão de tubulações por águas ácidas, efluentes de estações de tratamento de esgotos, escoamento superficial e contaminação da água subterrânea devido a usos agrícolas do metal como

fungicida e pesticida, além de precipitação atmosférica de fontes industriais (CETESB, 2008).

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece para o metal cobre o valor máximo de 0,009 mg/L. A **figura 7.14** apresenta os valores determinados para o metal cobre nos cursos d'água avaliados.

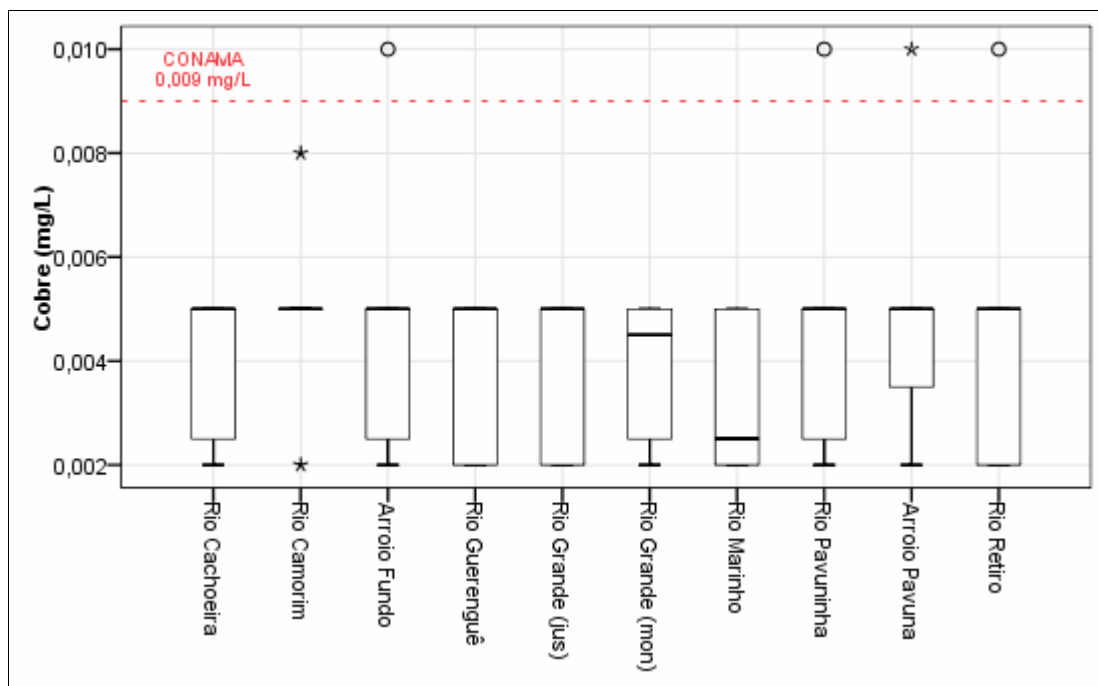


Figura 7.14. Representação gráfica (*box-plot*) da distribuição dos resultados de cobre (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

Os resultados deste parâmetro conforme apresentado demonstram que todos os pontos de monitoramento se mantiveram dentro dos limite estabelecido na legislação, com exceção de algumas amostras que apresentaram valores acima como no caso dos rios Arroio Fundo, Rio Pavuninha, Arroio Pavuna e Retiro, tais valores foram caracterizados como *outlier* ou *extremos* pelo software.

O valor mínimo encontrado para cobre em todos os parâmetros foi de 0,002 mg/L, o máximo foi de 0,011 mg/L no rio Cachoeira, as médias variaram de 0,003 mg/L (rio Grande à montante e rio Marinho) a 0,005 mg/L. (rios Cachoeira, Camorim, Pavuninha e Arroio Pavuna).

▪ **Cromo (Cr)**

O cromo é utilizado na produção de ligas metálicas, estruturas da construção civil, fertilizantes, tintas, pigmentos, entre outros. Na forma trivalente ele é essencial ao metabolismo humano e sua carência causa doenças, já na forma hexavalente, o cro-

mo é tóxico e cancerígeno, seu limite tem como referencia o cromo hexavalente (CETESB, 2008).

Os resultados para o cromo de acordo com os dados, todos os locais de monitoramento nos cursos d'água apresentaram valores abaixo de 0,01 mg/L, estando dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 que estabelece o limite de 0,05 mg/L.

▪ Ferro (Fe)

O ferro na água geralmente tem sua origem a partir da dissolução de compostos do solo e dos efluentes industriais. É um elemento químico essencial ao sistema bioquímico das águas naturais, porém, apesar de não ser um metal tóxico, traz problemas ao abastecimento público de água, pois, deixa as águas com sabor e cor desagradáveis, além de elevar e traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição (CETESB, 2008).

O limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para as concentrações de ferro na água é de 0,3 mg/L. A **figura 7.15** apresenta os valores determinados para o metal cobre nos cursos d'água avaliados.

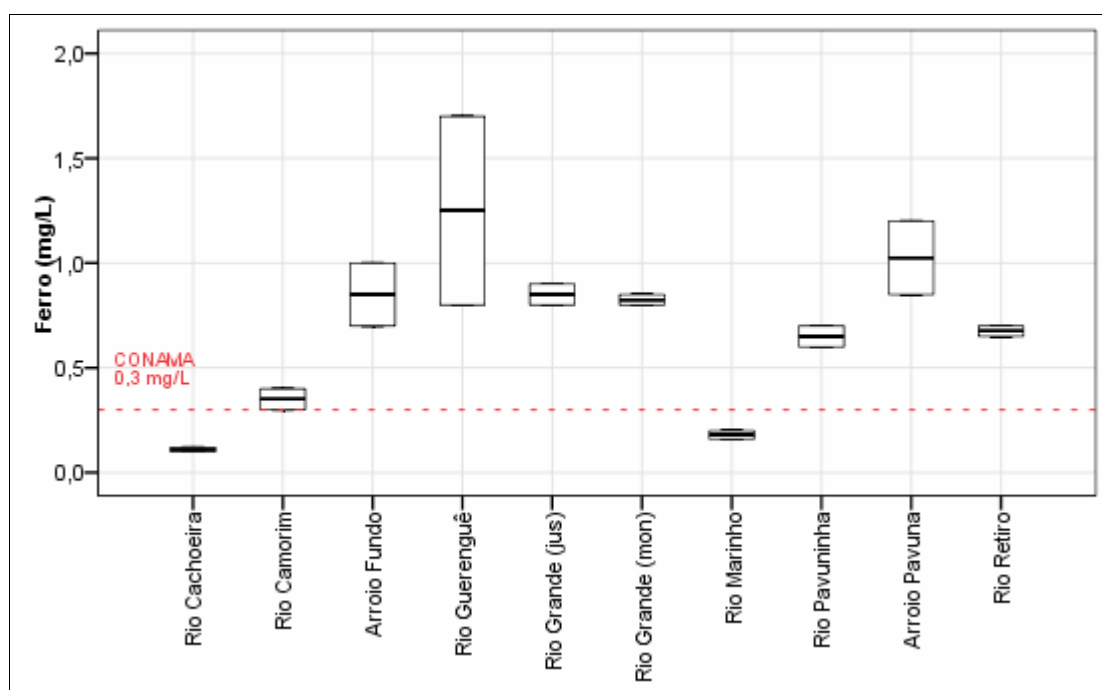


Figura 7.15. Representação gráfica (*box-plot*) da distribuição dos resultados de ferro (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

Os pontos de monitoramento apresentaram valores acima do estabelecido pela legislação, com exceção dos rios Cachoeira e Marinho. Os rios Arroio Fundo, Guerenguê e Arroio Pavuna apresentaram grande variação no período avaliado.

O rio Guerenguê apresentou as maiores concentrações de ferro tendo tido o valor máximo de 1,70 mg/L, tendo cerca de cinco vezes o valor de concentração máxima permitida.

▪ Manganês (Mn)

O manganês e seus compostos são usados na indústria do aço, ligas metálicas, baterias, vidros, oxidantes para limpeza, fertilizantes, vernizes, suplementos veterinários, entre outras atividades que, podem ter em seus efluentes o metal e provocar a contaminação das águas. Ocorre nas águas superficiais naturais e subterrâneas, geralmente em quantidade menores que 0,2 mg/L e provoca uma coloração negra na água (CETESB, 2008).

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, o limite máximo para a concentração de manganês da água é de 0,1 mg/L. A **figura 7.16** apresenta os dados de concentração para o metal manganês.

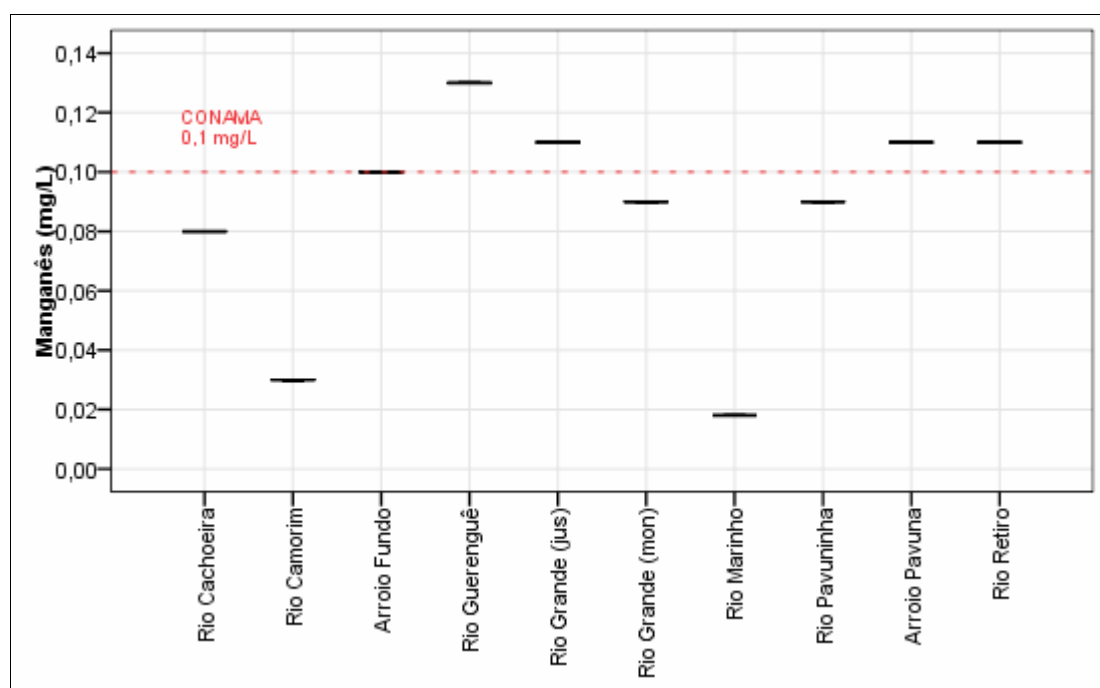


Figura 7.16. Representação gráfica (*box-plot*) da distribuição dos resultados de manganês (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

Pelos dos dados apresentados, verifica-se que os cursos d'água que apresentaram valores acima do estabelecido pela legislação foram: rio Arroio Fundo, Guerenguê, rio Grande (jusante), Arroio Pavuna e Retiro. O rio Marinho apresentou em 2006

uma amostra com concentração de manganês de 0,70 mg/L, considerado pelo *software* um valor *extremo*, não apresentado no *boxplot*. Os rios Cachoeira, Camorim, Grande (montante), Marinho, Pavuninha apresentaram valores de manganês dentro do limite estabelecido pela legislação.

▪ Mercúrio (Hg)

Entre as fontes antropogênicas de mercúrio no meio aquático destacam-se as indústrias cloro-álcali de células de mercúrio, vários processos de mineração e fundição, efluentes de estações de tratamento de esgotos, fabricação de certos produtos odontológicos e farmacêuticos, indústrias de tintas, entres outras (CETESB, 2008). Este elemento pode ser adsorvido em sedimentos e em sólidos em suspensão, é um elemento químico com característica bioacumulativa e de biomagnificação.

Os dados de monitoramento do mercúrio nos cursos d'água apresentados na **figura 7.17**.

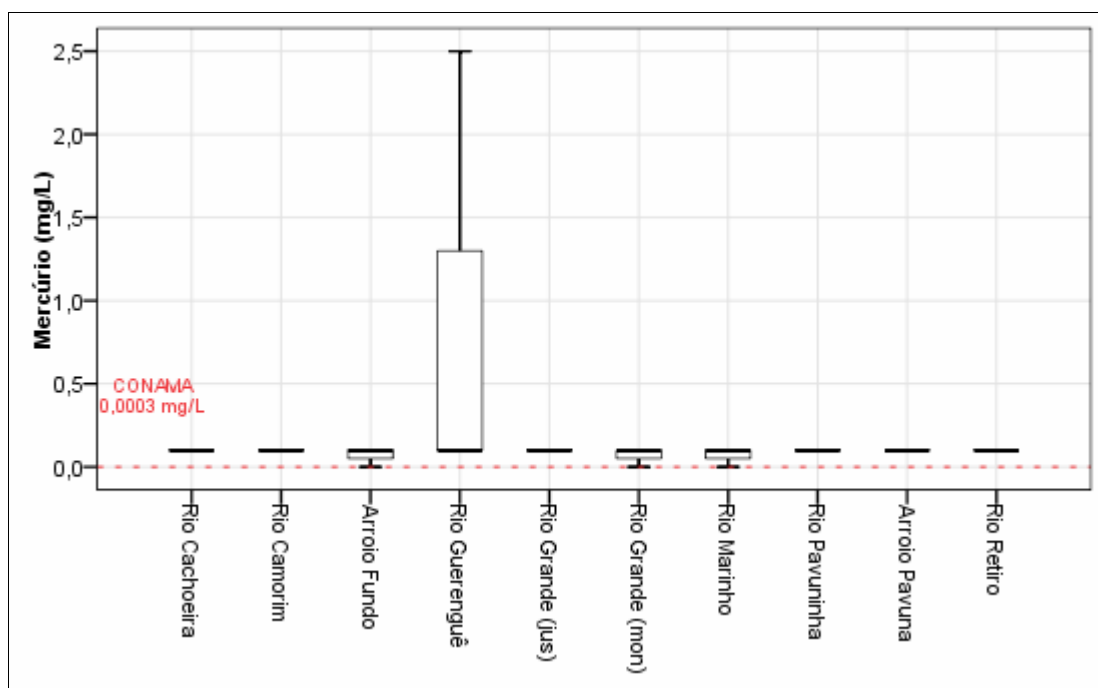


Figura 7.7. Representação gráfica (*box-plot*) da distribuição dos resultados de mercúrio (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

Os dados apresentados demonstraram que todos os pontos apresentaram valores de concentração acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 que, determina a concentração máxima de 0,0003 mg/L nos corpos d'água de classe 2. A concentração mínima encontrada em todos os pontos foi de 0,0001 mg/L. O rio Guerenquê apresentou a maior concentração de mercúrio na amostra de

2003, com 2,5 mg/L do metal, valor muito acima do limite legal. As médias de concentração variaram de 0,080 no rio Marinho a 0,387 no rio Guerengê.

- **Níquel (Ni)**

Os resultados para níquel de acordo com os dados, todos os locais de monitoramento nos cursos d'água apresentaram valores abaixo de 0,01 mg/L, estando dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 que estabelece o limite de 0,025 mg/L. As análises foram realizadas no período de 2003 a 2007 (Anexo), com exceção do ano de 2005.

A maior contribuição antrópica desse metal para o meio ambiente é a queima de combustíveis, além da mineração e fundição do metal, fusão e modelagem de ligas, indústrias de eletrodeposição, etc. Em concentrações elevadas pode causar dermatites nos indivíduos mais sensíveis e em caso de ingestão de elevadas doses podem causar irritação gástrica (CETESB, 2008).

7.1.3. Parâmetro biológico

7.1.3.1. Coliformes Fecais (Termotolerantes)

Segundo a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, os coliformes fecais são subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas. As bactérias do grupo coliforme são alguns dos principais indicadores de contaminações fecais, originadas do trato intestinal humano e de outros animais. As águas que se encontram poluídas por coliformes fecais, provavelmente devido ao descarte de esgoto doméstico.

A determinação da concentração dos coliformes fecais possui grande importância como parâmetro indicativo da possibilidade de existência de microorganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, cólera, entre outras.

Os resultados apresentados na **figura 7.18** para a presença de coliformes fecais nos pontos de monitoramento demonstraram grande variação entre os canais que sofrem intensa contaminação pelos esgotos sanitários.

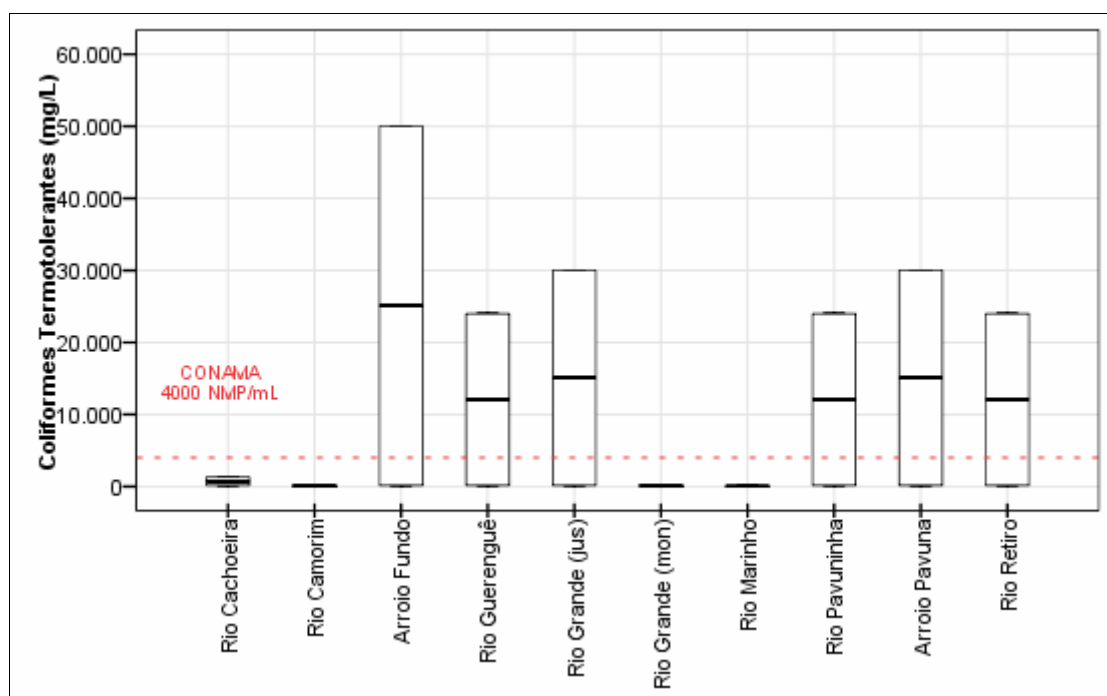


Figura 7.18. Representação gráfica (*box-plot*) da distribuição dos resultados de coliformes termotolerantes (fecais) (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

Os rios Cachoeira, Camorim, Grande (montante) e Marinho, apresentaram valores em geral para coliformes dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 que é o máximo de 4000 coliformes fecais para cada 100 mL de água. Os rios Cachoeira, Grande (montante) e Marinho na amostra coletada no ano de 2005, apresentaram valores fora do limite da legislação, 160.000 NMP/100mL, porém, no gráfico não é apresentado sendo considerados valores extremos ou atípicos dentro do conjunto de dados.

Já os rios Arroio Fundo, Guerengué, Grande (jusante), Pavuninha, Arroio Pavuna e Retiro, apresentaram valores muito acima da legislação, as médias desses rios variaram entre 13815 NMP/100mL (Arroio Fundo) a 38510 NMP/100mL (Arroio Pavuna).

De acordo com resultados encontrados por Araújo (2007), nas áreas de influência dos rios: Arroio Fundo, Guerengué, Grande, Pavuninha e Retiro, foram registrados diversos casos de doenças de veiculação hídrica, como a Hepatite A, Leptospirose e Esquistossomose, as quais são relacionadas a baixa cobertura de saneamento básico e contato com águas contaminadas por esgotos domésticos. Araújo (2007) também associa à expansão urbana da região e a degradação dos corpos d'água à expansão dos casos tais doenças de veiculação hídrica.

7.2. Avaliação espacial da qualidade da água por curso d'água

Neste item a avaliação da qualidade da água busca focar alguns parâmetros avaliados no curso d'água, destacando aqueles que possuem limite estabelecido pela legislação vigente, tendo em vista as particularidades de cada sub-bacia hidrográfica e sua correlação com os aspectos da qualidade da água e da degradação dos corpos hídricos em função do processo de urbanização dos espaços.

7.2.1. Sub-bacia do rio Cachoeira

▪ Rio Cachoeira

O rio Cachoeira está localizado na sub-bacia que leva o seu nome, e nas encostas nasce no Maciço da Tijuca. A maior parte da sub-bacia se encontra nas áreas elevadas do maciço, a qual se caracteriza de uma área ainda com densa cobertura vegetal e baixa densidade demográfica e de áreas urbanas. Os bairros localizados na sub-bacia são o Itanhangá e pequena parte do Alto da Boa Vista, os quais possuem áreas de moradia de classe média alta e também ocupações irregulares, como a comunidade da Barrinha, entre outras. A **tabela 7.1** apresenta os resultados estatísticos para o rio Cachoeira.

Tabela 7.1. Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Cachoeira.

| Parâmetro | Média | Mediana | Máximo | Mínimo |
|----------------------------|--------------|-------------|---------------|-------------|
| pH | 6,7 | 6,6 | 8,4 | 5,8 |
| OD (mg/L) | 7,36 | 7,4 | 16,20 | 1,6 |
| DBO ₅ (mg/L) | 10,34 | 6,2 | 30,0 | 2,80 |
| N. amoniacal (mg/L) | 1,01 | 1,0 | 2,40 | 0,08 |
| Nitrito (mg/L) | 0,067 | 0,060 | 0,15 | 0,01 |
| Nitrato (mg/L) | 0,27 | 0,30 | 0,60 | 0,01 |
| Fósforo total (mg/L) | 0,67 | 0,45 | 1,6 | 0,20 |
| Coliformes fecais (NMP/mL) | 32692 | 1300 | 160000 | 160 |

Os resultados dos parâmetros de qualidade de água para o rio Cachoeira se apresentaram de forma geral dentro dos limites legais, tais como: pH, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal e nitrato. Porém, para o parâmetro oxigênio dissolvido os resultados apresentados ficaram dentro do padrão legal, com exceção do valor mínimo encontrado no ano de 2005 de 1,6 mg/L, valor bem abaixo do mínimo estabelecido pela legislação.

Para o parâmetro DBO₅ mais de 70% das amostras coletadas apresentaram valores acima do limite da Resolução CONAMA 357/2005. Para o parâmetro fósforo total todas as amostras ficaram acima do limite da legislação. Com relação aos coliformes fecais a amostra coletada no ano de 2005 foi o valor máximo dentro do conjunto de dados, sendo a única amostra que ficou acima do limite legal.

7.2.2. Sub-bacia do rio Camorim

▪ **Rio Camorim**

O rio Camorim está inserido na sub-bacia que leva seu nome. O ponto de monitoramento no curso d'água localiza-se no trecho à jusante do rio Camorim, próximo à sua foz. A bacia do rio Camorim é uma pequena sub-bacia hidrográfica e seus cursos d'água nascem do maciço da Pedra Branca e seus cursos d'água percorrem as encostas do maciço em áreas com cobertura vegetal.

A sub-bacia está inserida em uma área peri-urbana, nos bairros do Camorim e atravessa um trecho do bairro Jacarepaguá, com baixa densidade demográfica e poucas ocupações urbanas as quais, estão presentes no seu trecho jusante. Entretanto, se configura como uma região em plena expansão urbana, como outras áreas da bacia hidrográfica, com construções de condomínios e forte apelo com relação à proximidade com natureza. Nesta sub-bacia no trecho à montante tem-se a represa do Camorim que, abastece parte do bairro de Jacarepaguá. A **tabela 7.2** apresenta os resultados estatísticos para alguns parâmetros analisados no rio Marinho.

Tabela 7.2 Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Camorim.

| Parâmetro | Média | Mediana | Máximo | Mínimo |
|----------------------------|-------------|---------|-------------|------------|
| pH | 6,5 | 6,5 | 7,0 | 6,3 |
| OD (mg/L) | 6,41 | 8,1 | 10,80 | 1,4 |
| DBO ₅ (mg/L) | 6,17 | 2,0 | 22,0 | 2,0 |
| N. amoniacal (mg/L) | 0,99 | 0,45 | 2,50 | 0,10 |
| Nitrito (mg/L) | 0,028 | 0,090 | 0,10 | 0,01 |
| Nitrato (mg/L) | 0,30 | 0,30 | 0,45 | 0,01 |
| Fósforo total (mg/L) | 0,48 | 0,15 | 1,4 | 0,07 |
| Coliformes fecais (NMP/mL) | 1300 | 20 | 160 | 3 |

Os resultados dos parâmetros de qualidade de água no rio Camorim em geral se encontram dentro dos limites legais, tais como: pH, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e coliformes fecais. O rio Camorim foi o único curso d'água que obteve resultados para coliformes dentro do preconizada pela Resolução CONA-

MA 357/2005. Para os parâmetros DBO₅ e fósforo total, apresentaram valores de concentração que ultrapassaram o limite legal.

7.2.3. Sub-bacia do rio dos Passarinhos

▪ **Rio Pavuninha**

O rio Pavuninha está inserido na sub-bacia do rio dos Passarinhos. Os cursos d'água dessa bacia nascem no Maciço da Pedra Branca. O ponto de monitoramento no curso d'água localiza-se no trecho à jusante do rio Pavuninha, próximo à sua foz na Lagoa de Jacarepaguá.

A sub-bacia na qual se insere o rio Pavuninha rede de drenagem e seus cursos d'água nascem do maciço da Pedra Branca. A região onde se localiza a sub-bacia se caracteriza como uma área predominantemente urbana, com a presença de algumas comunidades que se caracterizam como ocupações irregulares. Entretanto, se configura como uma região em plena expansão urbana, onde se observa o crescimento do número de condomínios de alto padrão situados na Avenida Embaixador Abelardo Bueno. A **tabela 7.3** apresenta os resultados para alguns parâmetros analisados no rio Pavuninha.

Tabela 7.3 Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Pavuninha.

| Parâmetro | Média | Mediana | Máximo | Mínimo |
|----------------------------|--------------|----------------|---------------|---------------|
| pH | 6,8 | 6,8 | 7,2 | 6,4 |
| OD (mg/L) | 0,75 | 0,80 | 2,0 | 0,10 |
| DBO ₅ (mg/L) | 59,73 | 40,0 | 270,0 | 4,6 |
| N. amoniacal (mg/L) | 2,58 | 2,60 | 4,20 | 1,40 |
| Nitrito (mg/L) | 0,017 | 0,010 | 0,07 | 0,01 |
| Nitrato (mg/L) | 0,02 | 0,01 | 0,07 | 0,01 |
| Fósforo total (mg/L) | 2,80 | 2,20 | 7,50 | 1,50 |
| Coliformes fecais (NMP/mL) | 37852 | 3500 | 160000 | 160 |

Os resultados dos parâmetros de qualidade de água para o rio Pavuninha se apresentaram de forma geral dentro dos limites legais, tais como: pH, nitrito e nitrato.

Para parâmetro fósforo total todas as amostras ficaram acima do limite da legislação que é 0,1mg/L, assim como, para oxigênio dissolvido os valores avaliados estavam abaixo do mínimo estabelecido legalmente. Com relação à presença de coliformes fecais duas amostras (2005 e 2008) ultrapassaram o limite legal, entretanto, a média dos dados ficou muito acima do padrão legal. Os valores encontrados para

DBO₅ também ultrapassaram o máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005.

7.2.4. Sub-bacia do rio Guerenguê

Os rios Guerenguê e Arroio Pavuna estão inseridos dentro da sub-bacia do rio Guerenguê. Os formadores do Guerenguê são os rios Monjolo, Areal e do Engenho Novo. A nascente do córrego do Engenho Novo localiza-se no Parque Estadual da Pedra Branca, numa região predominantemente coberta por vegetação. O Arroio Pavuna recebe no trecho jusante da bacia o rio Guerenguê e deságua da Lagoa de Jacarepaguá.

A região onde se localiza a sub-bacia se caracteriza como uma área predominantemente urbana e alta densidade demográfica, com a presença de algumas comunidades que se caracterizam como ocupações irregulares. Os bairros inseridos na sub-bacia são: Curicica e Taquara, este último concentra grande parte do setor de serviços de toda a região de Jacarepaguá.

▪ Rio Guerenguê

A qualidade da água no rio Guerenguê de forma geral se encontra dentro dos limites legais para os parâmetros: pH, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato. Para oxigênio dissolvido obteve-se uma amostra (2003) dentro do limite legal com 8,0 mg/L, considerada um *outlier*, as demais amostras estão abaixo do valor mínimo padrão. A **tabela 7.4** apresenta os resultados para alguns parâmetros analisados no rio Guerenguê.

Tabela 7.4 Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Guerenguê.

| Parâmetro | Média | Mediana | Máximo | Mínimo |
|----------------------------|--------------|-------------|---------------|------------|
| pH | 6,8 | 6,9 | 7,1 | 6,2 |
| OD (mg/L) | 2,72 | 1,6 | 8,0 | 1,0 |
| DBO ₅ (mg/L) | 15,95 | 14,0 | 40,0 | 5,0 |
| N. amoniacal (mg/L) | 2,31 | 2,40 | 3,60 | 0,90 |
| Nitrito (mg/L) | 0,045 | 0,500 | 0,15 | 0,01 |
| Nitrato (mg/L) | 0,10 | 0,04 | 0,40 | 0,01 |
| Fósforo total (mg/L) | 1,31 | 1,5 | 2,2 | 0,5 |
| Coliformes fecais (NMP/mL) | 31412 | 1600 | 130000 | 160 |

Para parâmetro fósforo total, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio, quase todas as amostras ficaram acima do limite da legislação, ou abaixo do

mínimo estabelecido no caso do oxigênio dissolvido. Para coliformes fecais, obtiveram-se duas amostras (2005 e 2008) que, ultrapassaram o limite legal, deixando a média geral bem acima do preconizado pela legislação.

▪ Arroio Pavuna

No arroio Pavuna os parâmetros avaliados e estiveram dentro dos limites legais foram: pH, nitrito e nitrato. A **tabela 7.5** apresenta os resultados obtidos para alguns parâmetros analisados no Arroio Pavuna.

Tabela 7.5 Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Arroio Pavuna.

| Parâmetro | Média | Mediana | Máximo | Mínimo |
|----------------------------|--------------|-------------|---------------|-------------|
| pH | 6,7 | 6,7 | 7,2 | 6,2 |
| OD (mg/L) | 0,27 | 0,10 | 1,4 | 0,10 |
| DBO ₅ (mg/L) | 47,84 | 50,0 | 100,0 | 6,0 |
| N. amoniacal (mg/L) | 2,55 | 2,40 | 4,20 | 0,60 |
| Nitrito (mg/L) | 0,007 | 0,060 | 0,03 | 0,01 |
| Nitrato (mg/L) | 0,02 | 0,01 | 0,06 | 0,01 |
| Fósforo total (mg/L) | 1,67 | 1,80 | 2,50 | 0,50 |
| Coliformes fecais (NMP/mL) | 38510 | 1600 | 160000 | 160 |

Ainda que a maioria das amostras para o parâmetro nitrogênio amoniacal ficou abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação, obteve-se uma amostra (2008) acima do limite legal com 4,2 mg/L, considerada um *outlier*.

Os parâmetros fósforo total, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio apresentaram todos os valores das amostras fora do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005. Para coliformes fecais, obtiveram-se duas amostras (2003 e 2008), dentro do período analisado que ultrapassaram o limite legal, deixando a média geral bem acima do preconizado pela legislação.

7.2.5. Sub-bacia do rio Grande

Os rios Grande e Arroio Fundo estão inseridos na sub-bacia do rio Grande. Os pontos onde é monitorada a qualidade das águas estão localizados no trecho montante e jusante do rio Grande, próximo sua confluência com o Arroio Fundo e no trecho jusante do Arroio Fundo.

A sub-bacia do rio Grande possui uma densa rede hidrográfica e seus cursos d'água nascem do maciço da Pedra Branca e da Tijuca. A sub-bacia está inserida em uma área com elevada densidade demográfica e predominantemente urbana, com

grandes áreas impermeáveis, indústrias, e ocupações irregulares. Grande parte da população da baixada de Jacarepaguá é residente nos bairros que se localizam na sub-bacia, são eles: Jacarepaguá, Taquara, Cidade de Deus, Tanque, Freguesia e Praça Seca.

Os rios que constituem a rede hidrográfica, assim como, quase todos que compõem a região hidrográfica de Jacarepaguá sofrem intensamente com a degradação ambiental que ocorre na região, principalmente com relação ao esgotamento sanitários e lixo urbano.

O arroio Pavuna em seu trecho à jusante, no bairro da Cidade de Deus, a Prefeitura do Rio de Janeiro, através da Subsecretaria de Águas Municipais, iniciou no ano de 2007, a construção da Unidade de Tratamento de Rio (UTR) do Arroio Fundo, como um projeto vinculado às obras de melhoria da qualidade dos rios da região para os Jogos Pan-americanos realizado na cidade no ano de 2007. A obra tinha por objetivo melhorar a qualidade da água do Arroio Fundo, o qual margeia a vila residencial construída para os atletas participantes dos jogos, desde o local da implantação da UTR até o seu deságüe na Lagoa da Tijuca. No mesmo local onde se se localiza a UTR, o INEA possui o projeto denominado Ecobarreira, para controle do lixo flutuante lançado aos corpos hídricos, são instaladas redes coletoras nos rios, onde o material é recolhido e reciclado por cooperativas.

▪ Rio Grande

A qualidade da água no rio Grande em se trecho montante de forma geral se encontra dentro dos limites legais para os parâmetros: pH, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato. A **tabela 7.6** apresenta os resultados obtidos para alguns parâmetros analisados no rio Grande à montante.

Tabela 7.6 Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Grande (montante).

| Parâmetro | Média | Mediana | Máximo | Mínimo |
|----------------------------|--------------|---------|---------------|-------------|
| pH | 6,8 | 6,85 | 7,0 | 6,4 |
| OD (mg/L) | 6,11 | 7,5 | 8,40 | 0,80 |
| DBO ₅ (mg/L) | 8,40 | 2,7 | 50,0 | 2,0 |
| N. amoniacal (mg/L) | 1,60 | 1,15 | 4,20 | 0,40 |
| Nitrito (mg/L) | 0,077 | 0,075 | 0,15 | 0,01 |
| Nitrato (mg/L) | 0,20 | 0,25 | 0,40 | 0,01 |
| Fósforo total (mg/L) | 0,72 | 0,40 | 2,65 | 0,20 |
| Coliformes fecais (NMP/mL) | 32155 | 240 | 160000 | 79 |

Porém, para o parâmetro oxigênio dissolvido obtiveram-se amostras com valores inferiores ao mínimo legal, este parâmetro teve-se grande variação no conjunto de amostras.

Para parâmetro fósforo total, todas as amostras ficaram acima do limite da legislação. E para coliformes fecais, obteve-se uma amostra (2005) que, ultrapassou o limite legal elevando a média do conjunto de amostras.

Em trecho à jusante, o rio Grande apresentou uma qualidade de água inferior quando comparada ao trecho montante. A **tabela 7.7** apresenta os resultados obtidos para alguns parâmetros analisados no rio Grande à jusante.

Tabela 7.7 Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Grande (jusante).

| Parâmetro | Média | Mediana | Máximo | Mínimo |
|----------------------------|--------------|--------------|---------------|-------------|
| pH | 6,8 | 6,9 | 7,0 | 6,4 |
| OD (mg/L) | 2,67 | 2,6 | 5,0 | 0,80 |
| DBO ₅ (mg/L) | 13,5 | 9,5 | 50,0 | 3,0 |
| N. amoniacal (mg/L) | 2,43 | 2,60 | 3,20 | 1,10 |
| Nitrito (mg/L) | 0,030 | 0,300 | 0,08 | 0,01 |
| Nitrato (mg/L) | 0,09 | 0,05 | 0,40 | 0,01 |
| Fósforo total (mg/L) | 1,40 | 1,5 | 2,2 | 0,6 |
| Coliformes fecais (NMP/mL) | 18619 | 490 | 900000 | 160 |

O rio Grande apresenta valores de oxigênio dissolvido bem abaixo dos encontrados no local de monitoramento à montante, assim como, valores de DBO bem acima dos limites legais e superiores ao seu outro trecho monitorado.

A maioria dos valores encontrados para fósforo total ficou acima do limite legal. Para coliformes fecais somente uma amostra (2005) ficou muita acima do limite máximo da Resolução CONAMA 357/2005.

▪ Arroio Fundo

No arroio Fundo os parâmetros avaliados que estiveram dentro dos limites legais foram: pH, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato. A **tabela 7.8** apresenta os valores para alguns parâmetros analisados no Arroio Fundo.

Tabela 7.8 Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Arroio Fundo.

| Parâmetro | Média | Mediana | Máximo | Mínimo |
|-------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| pH | 6,8 | 6,8 | 7,0 | 6,4 |
| OD (mg/L) | 0,41 | 0,10 | 2,0 | 0,10 |
| DBO ₅ (mg/L) | 28,56 | 28,0 | 40,0 | 19,0 |
| N. amoniacal (mg/L) | 2,48 | 2,40 | 3,20 | 1,80 |
| Nitrito (mg/L) | 0,011 | 0,040 | 0,04 | 0,01 |

| | | | | |
|----------------------------|--------------|-------------|--------------|------------|
| Nitrato (mg/L) | 0,02 | 0,01 | 0,09 | 0,01 |
| Fósforo total (mg/L) | 2,08 | 2,0 | 3,0 | 1,5 |
| Coliformes fecais (NMP/mL) | 13815 | 2550 | 50000 | 160 |

Os parâmetros fósforo total, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio apresentaram todos os valores das amostras fora dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, sendo que os valores de fósforo encontrado no Arroio Fundo foram os maiores encontrados entre todos os pontos de monitorados. Para coliformes fecais, obtiveram-se duas amostras (2005 e 2008) dentro do período analisado que ultrapassou o limite legal, deixando a média geral bem acima do preconizado pela legislação.

7.2.6. Sub-bacia do rio das Pedras

▪ **Rio Retiro**

O rio Retiro está inserido na sub-bacia do Rio das Pedras, os cursos d'água dessa bacia nascem do Maciço da Tijuca. Parte da sub-bacia se encontra nas áreas elevadas do maciço, a qual se caracteriza de uma área ainda com densa cobertura vegetal e baixa densidade demográfica e de áreas urbanas. A região onde se localiza a sub-bacia se caracteriza como uma área urbana, com elevada densidade demográfica e ocupações irregulares. A **tabela 7.9** apresenta os valores para alguns parâmetros analisados no rio Marinho.

Tabela 7.9 Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Retiro.

| Parâmetro | Média | Mediana | Máximo | Mínimo |
|----------------------------|--------------|-------------|---------------|-------------|
| pH | 6,7 | 6,80 | 7,0 | 6,1 |
| OD (mg/L) | 8,78 | 3,0 | 80 | 1,60 |
| DBO ₅ (mg/L) | 17,2 | 20,0 | 32,0 | 3,6 |
| N. amoniacal (mg/L) | 2,49 | 2,60 | 3,20 | 0,60 |
| Nitrito (mg/L) | 0,041 | 0,040 | 0,09 | 0,01 |
| Nitrato (mg/L) | 0,11 | 0,05 | 0,40 | 0,01 |
| Fósforo total (mg/L) | 1,55 | 1,50 | 2,50 | 0,20 |
| Coliformes fecais (NMP/mL) | 38232 | 5400 | 160000 | 160 |

Os resultados dos parâmetros de qualidade de água para o rio Retiro pH, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato se apresentaram dentro dos limites legais. Para oxigênio dissolvido, os valores mínimos e a mediana ficaram abaixo do mínimo legal. Para o parâmetro fósforo total todas as amostras ficaram acima do limite da legislação. Com

relação aos coliformes fecais o rio Retiro apresentou elevada concentração nas amostras coletadas.

7.2.7. Sub-bacia da zona dos canais

▪ **Rio Marinho**

O rio Marinho está inserido na sub-bacia da Zona dos Canais, situada no extremo oeste da bacia hidrográfica de Jacarepaguá. O rio Marinho é formado a partir dos rios Portão, Bonito e Piabas e deságua na Lagoa de Jacarepaguá. O ponto de monitoramento no curso d'água localiza-se no trecho à jusante do rio Marinho, próximo à sua foz.

A bacia da Zona dos Canais possui uma densa rede de drenagem e seus cursos d'água nascem do maciço da Pedra Branca. Ao longo das últimas décadas os cursos d'água contribuintes da bacia sofreram diversas intervenções hidráulicas: o Canal de Sernambetiba foi executado pelo DNOS na década de 30; alguns canais foram retificados (ex. Portelo, Cortado e Urubu), entre outras.

A região onde se localiza a sub-bacia se caracteriza como uma área peri-urbana, com baixa densidade demográfica e não possui muitas áreas predominantemente urbanas. Entretanto, se configura como uma região em plena expansão urbana, onde se pode observar o crescimento do número de condomínios e seu forte apelo com relação à natureza, em virtude de suas características ainda bucólicas e por estar situada próxima ao Maciço da Pedra Branca. A **tabela 7.10** apresenta os valores para parâmetros analisados no rio Marinho.

Tabela 7.10 Resultados da análise estatística aplicada aos dados de qualidade da água do rio Retiro.

| Parâmetro | Média | Mediana | Máximo | Mínimo |
|----------------------------|--------------|----------------|---------------|---------------|
| pH | 6,8 | 6,75 | 7,4 | 6,4 |
| OD (mg/L) | 2,38 | 1,7 | 8,0 | 0,10 |
| DBO ₅ (mg/L) | 13,80 | 5,0 | 64,0 | 2,0 |
| N. amoniacal (mg/L) | 1,51 | 1,20 | 3,60 | 0,40 |
| Nitrito (mg/L) | 0,026 | 0,012 | 0,10 | 0,01 |
| Nitrato (mg/L) | 0,06 | 0,03 | 0,30 | 0,01 |
| Fósforo total (mg/L) | 24,11 | 26,0 | 28,0 | 20,0 |
| Coliformes fecais (NMP/mL) | 32055 | 90 | 160000 | 24 |

Os resultados dos parâmetros de qualidade de água para o rio Marinho se apresentaram de forma geral dentro dos limites legais, tais como: pH, DBO₅, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato. Para coliformes fecais, obtive-se uma amostra (2005) den-

tro do período analisado que ultrapassou o limite legal. Para o parâmetro fósforo total todas as amostras ficaram acima do limite da legislação e com relação ao oxigênio dissolvido a média e a mediana demonstrou valores inferiores ao mínimo legal.

CAPÍTULO 8. CONCLUSÕES

A urbanização traz consigo diversas alterações no ciclo hidrológico, alterações no regime hídrico das bacias hidrográficas, e implica em alterações nos aspectos quantitativos e qualitativos das águas.

O processo de ocupação urbana da Baixada de Jacarepaguá a partir da década de 1970, promoveu inúmeros impactos ambientais que afetaram, os diferentes grupos sociais, que habitam a região, e afetaram principalmente o meio ambiente, mais especificamente os recursos hídricos. Dentre os principais problemas da ocupação desordenada são as ocupações irregulares localizadas nas margens dos cursos d'água, a partir das quais são lançados diretamente no corpo hídrico esgotos sem qualquer tratamento. Além disto, há os riscos de enchentes e erosões das margens do canal.

O problema das inundações recobre toda a cidade do Rio de Janeiro, não somente a baixada de Jacarepaguá, as características do sítio urbano acrescido do crescimento desordenado, da precariedade da infra-estrutura de saneamento, dos processos erosivos nas encostas, do lançamento de lixo nos cursos d'água, agravam cada vez mais esta situação.

A regulação da apropriação do espaço urbano também deve ser melhor compreendida pois, a crescente ocupação desordenada de áreas de risco, áreas de preservação permanente e áreas ambientalmente frágeis refletem diretamente na degradação dos ambientes fluviais e qualidade das águas urbanas.

A rápida e intensa ocupação urbana da região, impulsionada pela especulação imobiliária, gerou inúmeros problemas ambientais, principalmente devido à precariedade nos serviços de saneamento. Isso porque, dentre os componentes necessários à ocupação urbana, a adoção de um sistema em rede para a coleta, o destino final e o tratamento de esgotos foram colocados em segundo plano em virtude dos interesses imobiliários que se projetaram na região.

Portanto, vê-se que os parâmetros de intervenção urbana preconizavam a valorização do preço da terra, em benefício dos grandes agentes imobiliários. Ou seja, as intervenções do Estado tendem a refletir o interesse dos grandes incorporadores imobiliários mesmo que, para tanto, haja a degradação da qualidade dos recursos hídricos na região. Entretanto, nota-se que as próprias características da ocupação urbana, como os assentamentos informais e a expansão sem planejamento, tendem a dificultar

a implantação da infra-estrutura básica necessária, demandando de diversas outras intervenções.

Em função da disponibilidade de dados estatísticos acerca do monitoramento da qualidade da água na bacia, foram avaliados os dados disponibilizados pelo órgão estadual de meio ambiente (INEA) responsável pela gestão dos recursos hídricos. Os dados compreendem os resultados das amostragens realizadas no período de 2003 a 2008. As variáveis estatísticas dos parâmetros foram determinadas através do software estatístico e utilizou-se gráficos *box-plot*, para avaliar a variação dos principais parâmetros de qualidade da água para cada curso d'água e sua correlação com os parâmetros preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005.

Os cursos d'água da bacia de Jacarepaguá, em destaque aqueles avaliados neste trabalho expressam a degradação pela qual vem sofrendo em virtude das intervenções antrópicas que se projetam na bacia hidrográfica. Os resultados obtidos a partir da verificação dos dados permite destacar as principais conclusões acerca da qualidade dos cursos d'água as quais se caracterizam como as principais contribuições do estudo realizado:

- todos os cursos d'água avaliados apresentaram resultados para os parâmetros: fósforo total, DBO_5 e oxigênio dissolvido acima dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005;
- os rios que percorrem áreas urbanizadas e estão inseridos nas bacias onde há maior densidade populacional apresentam qualidade de água inferior aos demais. Entre eles podemos destacar o rio Grande, Arroio Fundo e Guerenguê;
- o rio Camorim foi o único curso d'água que apresentou resultados para coliformes fecais dentro do limite legal. Ao longo de seu percurso na bacia, o rio Camorim, atravessa áreas de vegetação preservada do maciço da Pedra Branca e somente em seu trecho à jusante encontra ocupações urbanas, sendo uma das sub-bacias menos urbanizadas da baixada de Jacarepaguá;
- o rio Marinho apesar de estar localizado em uma área peri-urbana, com baixa densidade populacional apresentou valores acima do limite legal para coliformes fecais;
- o ponto de monitoramento localizado no trecho à montante do rio Grande também apresentou valores de coliformes acima do limite legal;
- com relação à poluição dos cursos d'água por metais, destaca-se os resultados para alumínio, nos quais todos os cursos d'água ficaram acima do padrão legal; ferro, somente os rios Marinho e Cachoeira, apresentaram resultados dentro do limite legal; manganês, os rios Cachoeira, Camorim, Grande (montante),

Marinho e Pavuninha ficaram abaixo do limite legal; e mercúrio, para o qual todos apresentaram valores acima do limite legal.

Nota-se a partir, dos resultados para os parâmetros de qualidade de água avaliados que a poluição nos cursos d'água da baixada de Jacarepaguá que, possivelmente o principal aspecto da poluição hídrica é devido ao despejo de esgotos domésticos nos cursos d'água sem tratamento adequado.

A avaliação da qualidade de água efetuada, permite vislumbrar uma situação preocupante da degradação dos cursos d'água na bacia de Jacarepaguá, principalmente diante da ausência de medidas específicas e eficazes que visem à melhoria da qualidades de água nos cursos d'água e, sobretudo, na gestão eficiente dos recursos hídricos, diante dos processos de urbanização e intervenção no meio ambiente.

Durante a elaboração do trabalho verificou-se a complexidade relacionada às bacias hidrográficas urbanas, nas quais estão inseridos diversos num mesmo espaço, fatores físicos e sociais que influenciam no sistema como um todo, sendo necessário um estudo mais aprofundado sobre a qualidade de água dos cursos d'água em áreas urbanas.

Constata-se, portanto, a necessidade de se implementar modelos de planejamento urbano e de gestão de recursos hídricos integrados que, considerem os componentes ambientais que integram a paisagem de determinado recorte espacial, buscando um equilíbrio em relação às intervenções no meio ambiente e de sua ocupação, de forma que a utilização dos recursos naturais se faça racionalmente, buscando sempre a minimização dos impactos.

Cabe ressaltar algumas limitações que justifiquem a realização de novos trabalhos sobre a área em estudo: monitoramento realizado apesar de indicar a coleta de dados trimestral nos cursos d'água, não é realizado nesta periodicidade, o que têm implicação no conjunto de dados e conseqüentemente no resultado amostral; e além dos dados de qualidade de água é importante a coleta de informações sobre a vazão dos cursos d'água no ponto de monitoramento da qualidade de água, para avaliar as condições de qualidade em eventos de chuva extremos e, correlacionar com os períodos sazonais de estiagem e cheias.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. *Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil*. Brasília: ANA/Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, 2005.

ANA. Agência Nacional de Águas. *Geo Brasil: Recursos Hídricos*. Brasília: MMA/ANA, 2007.

ARAÚJO, R.E.T. *Urbanização da Baixada de Jacarepaguá, degradação dos corpos hídricos e saúde pública: os casos da Hepatite A, da Leptospirose e da Esquistossomose*. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói: UFF, 2007.

AZEVEDO, M.V. *Estudo da relação entre Hepatite A e condições de balneabilidade em cenários de saneamento precário na região de Mangaratiba, Baía de Sepetiba-RJ*. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro: ENSP, 2000.

BARTH, F.T. *Evolução nos aspectos institucionais e no gerenciamento de recursos hídricos no Brasil*. In: FREITAS, M.A.V. (Org.). *O Estado das Águas no Brasil: perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos*. Brasília: ANEEL, SRH/MMA, OMM, 1999.

BENETTI, A.; BIDONE, F. *O meio ambiente e os recursos hídricos*. IN: TUCCI, C.E.M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2001.

BOLLMANN, H.A. & ANDREOLI, O.R. *Água no Sistema Urbano*. In: ANDREOLI, C.V. *et al.* *Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados*. Curitiba: Ed. Graf. Capital, 2005.

BRAGA, R.; CARVALHO, P.F.C. *Recursos hídricos e planejamento urbano e regional*. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal-IGCE-UNESP, 2003.

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado, 1988. 140 p

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. *Decreta o Código de Águas*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jul. 1934.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. *Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2 set. 1981.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 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, Poder Executivo, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. *Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 11 jan. 2007.

BRASIL. *Gestão dos Recursos Naturais: subsídios à elaboração da Agenda 21 Brasileira*. Brasília: MMA/IBAMA, 2000.

CAMPOS, J.D. *Cobrança pelo uso da água nas transposições da Bacia do Rio Paraíba do Sul envolvendo o setor elétrico*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: UFRJ, 2001.

CANADA. Environment Canada. *Monitoring Surface Water Quality – a guide for citizens, students and communities in Atlantic Canada*. Canada: New Brunswick, 1994.

CARMOUZE, J. P. *O Metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas*. São Paulo: Editora Edgard Blücher – FAPESP, 1994.

CEDAE. Companhia de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro. *Saneamento Barra e Jacarepaguá*. Disponível em: <<http://www.cedae.rj.gov.br>>. Acesso em: jun. 2009.

CERETTA, M. C. Avaliação dos aspectos da qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do Arroio Cadena – Município de Santa Maria – RS. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria: UFSM, 2004.

CERQUEIRA, L.F.; PIMENTEL DA SILVA, L. *Os Impactos dos assentamentos informais de baixa renda nos recursos hídricos: o caso das comunidades peri-urbanas de Jacarepaguá - RJ*. In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte: ABES, 2007.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Qualidade da Água*. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: jun. 2009.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – Apêndice A: significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas de amostragem, 2008*. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: jun. 2009.

CHAPMAN, T.G. *Entropy as a measure of hydrologic data uncertainty and model performance*. Journal of Hydrology, v. 85, p. 111-126, 1986.

CHARRIERE, G.; MOSSEL, D. A. A.; BEAUDEAU, P.; LECLERC, H. *Assesment of the marker value of various components of the coli-aerogenes group of Enterobacteriaceae and of a selection of Enterococcus spp. For the official monitoring of drinking water supplies*. Journal of Applied Bacteriology, v. 76, p. 336-344, 1994.

COELHO, M.C.N. *Impactos ambientais em áreas urbanas – teorias, conceitos e métodos de pesquisa*. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (Orgs.) Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

COIMBRA, R.C. *Monitoramento da qualidade da água*. In: PORTO, R.L. (Org.) Hidrologia Ambiental. São Paulo: EDUSP/ABRH, 1991.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986. *Dispõe sobre a classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 jul. 1986.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. *Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 dez. 1997.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Brasil). Resolução nº 12, de 19 de julho de 2000. *Estabelece procedimentos para o enquadramento de corpos de água em classes segundo os usos preponderantes*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 jul. 2000.

CORRÊA, R.L. *O espaço urbano*. São Paulo: Editora Ática, 1993.

COSTA, H. S. M. *Desenvolvimento urbano sustentável: uma contradição de termos?* Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, n. 2, mar. 2000.

CPRH. Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. *Programa PNMA - Índice e indicadores de qualidade da água*. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br>>. Acesso em: jun. 2009.

CUNHA, S.B.; GUERRA A.J.T. *Degradação Ambiental*. In: CUNHA S.B.; GUERRA A.J.T. (Orgs.) *Geomorfologia e Meio Ambiente*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

d' AGUILA, P.S.; ROQUE, O.C.C.; MIRANDA, C.A.S.; FERREIRA, A.P. *Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu*. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 16, p. 791-798, jul/set, 2000.

DANTAS, E. S. R. *Impacto financeiro da cobrança estadual pelo uso dos recursos hídricos sobre o setor de saneamento e vice-versa*. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: UFRJ, 2007.

DREW, D. *Processos interativos homem-meio*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1983.

EPA. U.S. Environmental Protection Agency. *Nitrogen, Kjeldahl, Total*. Estados Unidos: EPA, 2009. 7 p. Disponível em: <<http://www.epa.gov/waterscience/methods>> Acesso em: set0. 2009

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Control of water pollution from agriculture*. Roma: FAO, 1996. 75p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/W2598E/W2598E00.htm>> Acesso em: jul. 2009

FARIAS, M. S. S. *Monitoramento da qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio Cabelo*. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande: UFCG, 2006.

FEEMA. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. *Complexo Lagunar de Jacarepaguá: diagnóstico de qualidade de água - período 2001/2005*. Relatório interno. 2006.

FREITAS, A.M. *Impactos ambientais na rede de drenagem da Bacia Hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá*. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói.

FREITAS, M.B.; BRILHANTE, O.M.; ALMEIDA, L.M. *Importância da qualidade de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio*. Caderno de Saúde Pública, v. 17, n. 3, p. 651-660, mai/jun 2001.

GUPTA, A. *Urban hydrology and sedimentation in the humid tropics*. COSTA, J., SPRINGER, J. *Developments and Applications of Geomorphology*. 1984.

HOLT, M. S. *Sources of chemical contaminants and routes into the freshwater environment*. Food and Chemical Toxicology, v. 38, p. 21-27, 2000.

IBGE. *Censo Demográfico 2000*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2001.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. *Monitoramento da qualidade das águas superficiais na Bacia do Rio Doce em 2007*. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/noticias/1/735-monitoramento-revela-melhora-na-qualidade-da-agua-da-bacia-do-rio-doce>>. Acesso em: jun. 2009.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. *Informação e Monitoramento Ambiental e Gestão das Águas e do Território*. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/index/index.asp>>. Acesso: jun. 2009.

IPP. Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. *Armazém de Dados*. Disponível em: <<http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br>>. Acesso em: jun. 2009.

IPP. Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. *Plano estratégico da cidade do Rio de Janeiro*. 2002. Disponível em: <www.rio.rj.gov.br/planoestrategico>. Acesso em: jun. 2009.

JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C.A. *Tratamento de esgotos domésticos*. 4. ed., Rio de Janeiro, 2005.

KRAMER, M. H.; HERWALDT, B. L.; CRAUN, G. F.; CALDERON, R. L.; JURANEK, D. D. *Waterborne disease: 1993 and 1994*. Journal of American Water Work Association, v. 88, p. 66-80, 1996.

LESSA, C. O. *Rio de todos os Brasis*. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Record, 2005.

LIBÂNIO, P.A.C.; CHERNICHARO, C.A.L.; NASCIMENTO, N.O. *A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública*. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 10, n. 3, p. 219-228, jul/set 2005.

LIMA, E.C.R. *Qualidade de água da Baía de Guanabara e saneamento: uma abordagem sistêmica*. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: UFRJ, 2006.

LIMA, L.S.; FILHO, H.J.I.; CHAVES, F.J.M. *Determinação de demanda bioquímica de oxigênio para teores $\leq 5\text{mg/L}^{-1} \text{O}_2$* . Revista Analytica, v. 25, out/nov 2006.

LOBO, V.C. *Uma análise da atuação dos agentes sociais no processo de produção do espaço urbano da Baixada de Jacarepaguá*. In: Anais VI Congresso Brasileiro de Geógrafos, 2004, Goiânia: Congresso Brasileiro de Geógrafos, 2004.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. *A situação do monitoramento das águas no Brasil – instituições e iniciativas*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 5, n. 3, p. 113-135, jul/set. 2000.

MARQUES, J.S. *A participação dos rios no processo de sedimentação da Baixada de Jacarepaguá*. 1990. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro.

MARQUES, R.; SOUZA, L.C. *Matas ciliares e recarga hídrica*. In: ANDREOLI, C.V. et al. *Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados*. Curitiba: Ed. Graf. Capital, 2005.

MEYBECK. M.; HELMER, R. *An introduction to water quality*. In: CHAPMAN, D. *Water Quality Assessments - a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring*. UNESCO/WHO/UNEP, 1996.

MEYBECK. M.; HELMER, R. *The quality of rivers: from pristine state to global pollution*. Paleogeog. Paleoclimat. Paleoecol. (Global Planet Change Sect.), v. 75, p. 283-309, 1989.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (Brasil). *A questão da drenagem urbana no Brasil: elementos para formulação de uma política nacional de drenagem urbana*. Brasília: Ministério das Cidades, 2003.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. *Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos 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, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

MUÑOZ, H.R. *Razões para um debate sobre as interfaces da gestão de recursos hídricos no contexto da Lei das Águas de 1997*. In: Muñoz, H.R. (Org.) *Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafio da Lei das Águas de 1997*. Brasília: MMA, 2000.

NIEWEGLOWSKI, A.M.A. *Indicadores de qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Toledo*. 2004. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

OLIVEIRA, L.C.K. *O papel do monitoramento e da previsão de vazões no gerenciamento de bacias hidrográficas*. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PAGNOCCHESCHI, B. *A Política Nacional de Recursos Hídricos no cenário da integração das políticas públicas*. In: MUÑOZ, H.R. (Org.) *Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da Lei de Águas de 1997*. Brasília: MMA, 2000.

PEREIRA, D. S. P.; BALTAR, L. A. A. *Saneamento e recursos hídricos: os desafios da integração e a urgência da prioridade*. In: MUÑOZ, H.R. (Org.) *Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da Lei de Águas de 1997*. Brasília: MMA, 2000.

PORTO, M. F. A. *Sistemas de gestão da qualidade das águas: uma proposta para o caso brasileiro*. Tese (Livre Docência) - Universidade de São Paulo, São Paulo: USP, 2002.

RIO DE JANEIRO. Lei nº 5.101, de 4 de outubro de 2007. *Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências*. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, Poder Executivo, Rio de Janeiro, RJ, 5 out. 2007.

RIO DE JANEIRO. Lei nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003. *Dispõe sobre a cobrança dos recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências*. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, Poder Executivo, Rio de Janeiro, RJ, 16 dez. 2003.

RODRIGUES, R.G. *Fundo estadual de recursos hídricos do Rio de Janeiro: diagnóstico do seu funcionamento e desafios*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: UFRJ, 2007.

RUTKOWSKI, E.W. *Bacia ambiental: a gestão socioambiental das águas urbanas*. In: VI Encontro Nacional de Águas Urbanas, 2007, São Carlos.

SANDERS, T. G. *et al. Design of network for monitoring water quality*. Highlands Ranch. Water Resources Publications, 1983.

SANTOS, M. *A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção*. 4ª Ed. São Paulo: Edusp, 2006.

SANTOS NETO, G.M. *Avaliação do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara e do Programa Nova Baixada para o saneamento básico na Baixada Fluminense*. Dissertação (Mestrado em Sistema de Gestão) – Universidade Federal Fluminense, Niterói: UFF, 2002.

SANTOS, R.F.; RUTKOWSKI, E.W. *Planejamento ambiental como estratégia para reabilitação de águas urbanas: um estudo de caso (Rio Cotia, São Paulo, Brasil)*. In: Congresso Ibérico sobre Planificación y Gestión de Aguas, Zaragoza (Espanha), 1998.

SEABRA, O. C. *Conteúdos da Urbanização: dilemas do método*. In: SILVA, J.B. *et al* (Orgs.) *A Cidade e o Urbano*. Fortaleza: Edições UFC, 1997.

SEROA DA MOTTA, R. *Questões regulatórias do setor de saneamento no Brasil*. Rio de Janeiro: IPEA, 2004.

SETTI, A.A.; LIMA, J.F.W.; CHAVES, A.G.M.; PEREIRA, I.C. *Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos*. Brasília: ANEEL, 2000.

SMA. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. *Grupo de trabalho para recuperação ambiental da Lagoa de Marapendí*. Rio de Janeiro: SMA, 2003.

SOARES, P.F. *Projeto e avaliação de desempenho de redes de monitoramento de qualidade da água utilizando o conceito de entropia*. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica). - Universidade de São Paulo, São Paulo: USP, 2001.

SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DE RIOS E LAGOAS (Rio de Janeiro). Portaria nº 567, de 7 de maio de 2007. *Estabelece critérios gerais e procedimentos técnicos e administrativos para cadastro, requerimento e emissão de outorga de direito de uso de*

recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, Poder Executivo, Rio de Janeiro, RJ.

TEBBUTT, T.H.Y. *Principles of water quality control.* England: Pergamon Press-Oxford, 1977.

TOGORO, E. S. *Qualidade da água e integridade biótica: estudo de caso num trecho fluminense do Rio Paraíba do Sul.* 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: UERJ, 2006.

TUCCI, C.E.M. *Hidrologia: ciência e aplicação.* Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2001a.

TUCCI, C.E.M. *Gestão da água no Brasil.* Brasília: UNESCO, 2001b.

TUROLLA, F. A. *Política de Saneamento Básico: Avanços Recentes e Opções Futuras e Políticas Públicas.* Brasília: IPEA, 2002.

VIANNA, H. *Baixada de Jacarepaguá: sertão e “zona sul”.* Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes. Departamento Geral de Patrimônio e Cultura, Rio de Janeiro: SMCT, 1992.

WALKER, D.; BAUMGARTNER, D. FITZSIMMONS, K.; GERBA, C.P. *Surface water pollution.* In: PEPPER, I.; GERBA, C.P.; BRUSSEAU, M.L. Environmental and pollution science. 2 ed. Academic Press, 2006.

ANEXO A

Ministério do Meio Ambiente
Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA
Resolução nº 357, de 17 de março de 2005

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pelos arts. 6º, inciso II e 8º, inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e

Considerando a vigência da Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre a balneabilidade;

Considerando o art. 9º, inciso I, da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, e demais normas aplicáveis à matéria;

Considerando que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza;

Considerando que a Constituição Federal e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, visam controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida;

Considerando que o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação;

Considerando os termos da Convenção de Estocolmo, que trata dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004;

Considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;

Considerando que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade;

Considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas;

Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos;

Considerando a necessidade de se reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos das águas, melhor especificar as condições e padrões de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento; e

Considerando que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a

melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água; resolve:

Art. 1º Esta Resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

CAPÍTULO I DAS DEFINIÇÕES

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

- I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;
- II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;
- III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;
- IV - ambiente lêntico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;
- V - ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;
- VI - aquicultura: o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático;
- VII - carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo;
- VIII - cianobactérias: microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos a saúde;
- IX - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;
- X - classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros;
- XI - coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44° - 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal;
- XII - condição de qualidade: qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade;
- XIII - condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;
- XIV - controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;
- XV - corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente;
- XVI - desinfecção: remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos;
- XVII - efeito tóxico agudo: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto período de exposição;
- XVIII - efeito tóxico crônico: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais

como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele;

XIX - efetivação do enquadramento: alcance da meta final do enquadramento;

XX - enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;

XXI - ensaios ecotoxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos;

XXII - ensaios toxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos visando avaliar o potencial de risco à saúde humana;

XXIII - *Escherichia coli* (*E. Coli*): bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima β -glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas;

XXIV - metas: é o desdobramento do objeto em realizações físicas e atividades de gestão, de acordo com unidades de medida e cronograma preestabelecidos, de caráter obrigatório;

XXV - monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;

XXVI - padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;

XXVII - parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;

XXVIII - pesca amadora: exploração de recursos pesqueiros com fins de lazer ou esporte;

XXIX - programa para efetivação do enquadramento: conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água estabelecidas para o enquadramento do corpo hídrico;

XXX - recreação de contato primário: contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui-aquático) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada;

XXXI - recreação de contato secundário: refere-se àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo);

XXXII - tratamento avançado: técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir à água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica;

XXXIII - tratamento convencional: clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH;

XXXIV - tratamento simplificado: clarificação por meio de filtração e desinfecção e correção de pH quando necessário;

XXXV - tributário (ou curso de água afluente): corpo de água que flui para um rio maior ou para um lago ou reservatório;

XXXVI - vazão de referência: vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação

das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente-SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGRH;

XXXVII - virtualmente ausentes: que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar; e

XXXVIII - zona de mistura: região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente.

CAPÍTULO II

DA CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA

Art.3º As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

Seção I

Das Águas Doces

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e

e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

Seção II

Das Águas Salinas

Art. 5º As águas salinas são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- b) à proteção das comunidades aquáticas; e
- c) à aqüicultura e à atividade de pesca.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) à pesca amadora; e
- b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

Seção II

Das Águas Salobras

Art. 6º As águas salobras são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e,
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à aqüicultura e à atividade de pesca;
- d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e

e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) à pesca amadora; e
- b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

CAPÍTULO III DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Seção I

Das Disposições Gerais

Art. 7º Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.

Parágrafo único. Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta Resolução, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos, ressalvado o disposto no § 3º do art. 34, desta Resolução.

Art. 8º O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público.

§ 1º Também deverão ser monitorados os parâmetros para os quais haja suspeita da sua presença ou não conformidade.

§ 2º Os resultados do monitoramento deverão ser analisados estatisticamente e as incertezas de medição consideradas.

§ 3º A qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas.

§ 4º As possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados nesta Resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos.

§ 5º Na hipótese dos estudos referidos no parágrafo anterior tornarem-se necessários em decorrência da atuação de empreendedores identificados, as despesas da investigação correrão as suas expensas.

§ 6º Para corpos de água salobras continentais, onde a salinidade não se dê por influência direta marinha, os valores dos grupos químicos de nitrogênio e fósforo serão os estabelecidos nas classes correspondentes de água doce.

Art. 9º A análise e avaliação dos valores dos parâmetros de qualidade de água de que trata esta Resolução serão realizadas pelo Poder Público, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou contratado, que deverá adotar os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis.

§ 1º Os laboratórios dos órgãos competentes deverão estruturar-se para atenderem ao disposto nesta Resolução.

§ 2º Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática poderão ser investigados quanto à presença eventual dessas substâncias.

Art. 10. Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

§ 1º Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

§ 2º Os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

§ 3º Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência.

§ 4º O disposto nos §§ 2º e 3º não se aplica às baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos de água em que não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

Art. 11. O Poder Público poderá, a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões de qualidade, para um determinado corpo de água, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica.

Art. 12. O Poder Público poderá estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência.

Art. 13. Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água.

Seção II

Das Águas Doces

Art. 14. As águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

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

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂;

- i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;
- j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);
- l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e
- m) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

| TABELA I - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES | |
|--|---|
| PADRÕES | |
| PARÂMETROS | VALOR MÁXIMO |
| Clorofila <i>a</i> | 10 µg/L |
| Densidade de cianobactérias | 20.000 cel/mL ou mm ³ /L |
| Sólidos dissolvidos totais | 500 mg/L |
| PARÂMETROS INORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Alumínio dissolvido | 0,1 mg/L Al |
| Antimônio | 0,005mg/L Sb |
| Arsênio total | 0,01 mg/L As |
| Bário total | 0,7 mg/L Ba |
| Berílio total | 0,04 mg/L Be |
| Boro total | 0,5 mg/L B |
| Cádmio total | 0,001 mg/L Cd |
| Chumbo total | 0,01mg/L Pb |
| Cianeto livre | 0,005 mg/L CN |
| Cloreto total | 250 mg/L Cl |
| Cloro residual total (combinado + livre) | 0,01 mg/L Cl |
| Cobalto total | 0,05 mg/L Co |
| Cobre dissolvido | 0,009 mg/L Cu |
| Cromo total | 0,05 mg/L Cr |
| Ferro dissolvido | 0,3 mg/L Fe |
| Fluoreto total | 1,4 mg/L F |
| Fósforo total (ambiente lêntico) | 0,020 mg/L P |
| Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico) | 0,025 mg/L P |
| Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários) | 0,1 mg/L P |
| Lítio total | 2,5 mg/L Li |
| Manganês total | 0,1 mg/L Mn |
| Mercúrio total | 0,0002 mg/L Hg |
| Níquel total | 0,025 mg/L Ni |
| Nitrato | 10,0 mg/L N |
| Nitrito | 1,0 mg/L N |
| Nitrogênio amoniacal total | 3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5 |
| Prata total | 0,01 mg/L Ag |
| Selênio total | 0,01 mg/L Se |
| Sulfato total | 250 mg/L SO ₄ |

| | |
|--|--|
| Sulfeto (H ₂ S não dissociado) | 0,002 mg/L S |
| Urânio total | 0,02 mg/L U |
| Vanádio total | 0,1 mg/L V |
| Zinco total | 0,18 mg/L Zn |
| PARÂMETROS ORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Acrilamida | 0,5 µg/L |
| Alacloro | 20 µg/L |
| Aldrin + Dieldrin | 0,005 µg/L |
| Atrazina | 2 µg/L |
| Benzeno | 0,005 mg/L |
| Benzidina | 0,001 µg/L |
| Benzo(a)antraceno | 0,05 µg/L |
| Benzo(a)pireno | 0,05 µg/L |
| Benzo(b)fluoranteno | 0,05 µg/L |
| Benzo(k)fluoranteno | 0,05 µg/L |
| Carbaril | 0,02 µg/L |
| Clordano (cis + trans) | 0,04 µg/L |
| 2-Clorofenol | 0,1 µg/L |
| Criseno | 0,05 µg/L |
| 2,4-D | 4,0 µg/L |
| Demeton (Demeton-O + Demeton-S) | 0,1 µg/L |
| Dibenzo(a,h)antraceno | 0,05 µg/L |
| 1,2-Dicloroetano | 0,01 mg/L |
| 1,1-Dicloroetano | 0,003 mg/L |
| 2,4-Diclorofenol | 0,3 µg/L |
| Diclorometano | 0,02 mg/L |
| DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD) | 0,002 µg/L |
| Dodecacloro pentaciclodecano | 0,001 µg/L |
| Endossulfan (α + β + sulfato) | 0,056 µg/L |
| Endrin | 0,004 µg/L |
| Estireno | 0,02 mg/L |
| Etilbenzeno | 90,0 µg/L |
| Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina) | 0,003 mg/L C ₆ H ₅ O |
| Glifosato | 65 µg/L |
| Gution | 0,005 µg/L |
| Heptacloro epóxido + Heptacloro | 0,01 µg/L |
| Hexaclorobenzeno | 0,0065 µg/L |
| Indeno(1,2,3-cd)pireno | 0,05 µg/L |
| Lindano (γ-HCH) | 0,02 µg/L |
| Malation | 0,1 µg/L |
| Metolacloro | 10 µg/L |
| Metoxicloro | 0,03 µg/L |
| Paration | 0,04 µg/L |
| PCBs - Bifenilas policloradas | 0,001 µg/L |
| Pentaclorofenol | 0,009 mg/L |
| Simazina | 2,0 µg/L |
| Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno | 0,5 mg/L LAS |
| 2,4,5-T | 2,0 µg/L |
| Tetracloroeto de carbono | 0,002 mg/L |
| Tetracloroetano | 0,01 mg/L |
| Tolueno | 2,0 µg/L |
| Toxafeno | 0,01 µg/L |
| 2,4,5-TP | 10,0 µg/L |

| | |
|---|----------------|
| Tributilestanho | 0,063 µg/L TBT |
| Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB) | 0,02 mg/L |
| Tricloroeteno | 0,03 mg/L |
| 2,4,6-Triclorofenol | 0,01 mg/L |
| Trifluralina | 0,2 µg/L |
| Xileno | 300 µg/L |

III - Nas águas doces onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

| TABELA II - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES | |
|---|---------------|
| PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO | |
| PARÂMETROS INORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Arsênio total | 0,14 µg/L As |
| PARÂMETROS ORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Benzidina | 0,0002 µg/L |
| Benzo(a)antraceno | 0,018 µg/L |
| Benzo(a)pireno | 0,018 µg/L |
| Benzo(b)fluoranteno | 0,018 µg/L |
| Benzo(k)fluoranteno | 0,018 µg/L |
| Criseno | 0,018 µg/L |
| Dibenzo(a,h)antraceno | 0,018 µg/L |
| 3,3-Diclorobenzidina | 0,028 µg/L |
| Heptacloro epóxido + Heptacloro | 0,000039 µg/L |
| Hexaclorobenzeno | 0,00029 µg/L |
| Indeno(1,2,3-cd)pireno | 0,018 µg/L |
| PCBs - Bifenilas policloradas | 0,000064 µg/L |
| Pentaclorofenol | 3,0 µg/L |
| Tetracloroeto de carbono | 1,6 µg/L |
| Tetracloroeteno | 3,3 µg/L |
| Toxafeno | 0,00028 µg/L |
| 2,4,6-triclorofenol | 2,4 µg/L |

Art 15. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;

IV - turbidez: até 100 UNT;

V - DBO 5 dias a 20 °C até 5 mg/L O₂;

VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂;

VII - clorofila *a*: até 30 µg/L;

VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm³/L; e,

IX - fósforo total:

a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e,

b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

Art. 16. As águas doces de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de ciano actérias não deverão exceder 50.000 cel/ml, ou 5mm³/L;

i) DBO 5 dias a 20°C até 10 mg/L O₂;

j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂;

l) turbidez até 100 UNT;

m) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; e,

n) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

| TABELA III - CLASSE 3 - ÁGUAS DOCES | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| PADRÕES | |
| PARÂMETROS | VALOR MÁXIMO |
| Clorofila <i>a</i> | 60 µg/L |
| Densidade de cianobactérias | 100.000 cel/mL ou mm ³ /L |
| Sólidos dissolvidos totais | 500 mg/L |
| PARÂMETROS INORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Alumínio dissolvido | 0,2 mg/L Al |

| | |
|--|---|
| Arsênio total | 0,033 mg/L As |
| Bário total | 1,0 mg/L Ba |
| Berílio total | 0,1 mg/L Be |
| Boro total | 0,75 mg/L B |
| Cádmio total | 0,01 mg/L Cd |
| Chumbo total | 0,033 mg/L Pb |
| Cianeto livre | 0,022 mg/L CN |
| Cloreto total | 250 mg/L Cl |
| Cobalto total | 0,2 mg/L Co |
| Cobre dissolvido | 0,013 mg/L Cu |
| Cromo total | 0,05 mg/L Cr |
| Ferro dissolvido | 5,0 mg/L Fe |
| Fluoreto total | 1,4 mg/L F |
| Fósforo total (ambiente lântico) | 0,05 mg/L P |
| Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico) | 0,075 mg/L P |
| Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários) | 0,15 mg/L P |
| Lítio total | 2,5 mg/L Li |
| Manganês total | 0,5 mg/L Mn |
| Mercúrio total | 0,002 mg/L Hg |
| Níquel total | 0,025 mg/L Ni |
| Nitrato | 10,0 mg/L N |
| Nitrito | 1,0 mg/L N |
| Nitrogênio amoniacal total | 13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5 5,6 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0 mg/L N, para pH > 8,5 |
| Prata total | 0,05 mg/L Ag |
| Selênio total | 0,05 mg/L Se |
| Sulfato total | 250 mg/L SO ₄ |
| Sulfeto (como H ₂ S não dissociado) | 0,3 mg/L S |
| Urânio total | 0,02 mg/L U |
| Vanádio total | 0,1 mg/L V |
| Zinco total | 5 mg/L Zn |
| PARÂMETROS ORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Aldrin + Dieldrin | 0,03 µg/L |
| Atrazina | 2 µg/L |
| Benzeno | 0,005 mg/L |
| Benzo(a)pireno | 0,7 µg/L |
| Carbaril | 70,0 µg/L |
| Clordano (cis + trans) | 0,3 µg/L |
| 2,4-D | 30,0 µg/L |
| DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD) | 1,0 µg/L |
| Demeton (Demeton-O + Demeton-S) | 14,0 µg/L |
| 1,2-Dicloroetano | 0,01 mg/L |
| 1,1-Dicloroetano | 30 µg/L |
| Dodecacloro Pentaciclodecano | 0,001 µg/L |
| Endossulfan (α + β + sulfato) | 0,22 µg/L |

| | |
|--|--|
| Endrin | 0,2 µg/L |
| Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina) | 0,01 mg/L C ₆ H ₅ OH |
| Glifosato | 280 µg/L |
| Gution | 0,005 µg/L |
| Heptacloro epóxido + Heptacloro | 0,03 µg/L |
| Lindano (γ-HCH) | 2,0 µg/L |
| Malation | 100,0 µg/L |
| Metoxicloro | 20,0 µg/L |
| Paration | 35,0 µg/L |
| PCBs - Bifenilas policloradas | 0,001 µg/L |
| Pentaclorofenol | 0,009 mg/L |
| Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno | 0,5 mg/L LAS |
| 2,4,5-T | 2,0 µg/L |
| Tetracloroeto de carbono | 0,003 mg/L |
| Tetracloroeteno | 0,01 mg/L |
| Toxafeno | 0,21 µg/L |
| 2,4,5-TP | 10,0 µg/L |
| Tributilestanho | 2,0 µg/L TBT |
| Tricloroeteno | 0,03 mg/L |
| 2,4,6-Triclorofenol | 0,01 mg/L |

Art. 17. As águas doces de classe 4 observarão as seguintes condições e padrões:

- I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- II - odor e aspecto: não objetáveis;
- III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;
- IV - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;
- V - fenóis totais (substâncias que reagem com 4 - aminoantipirina) até 1,0 mg/L de C₆H₅OH;
- VI - OD, superior a 2,0 mg/L O₂ em qualquer amostra; e,
- VII - pH: 6,0 a 9,0.

Seção III

Das Águas Salinas

Art. 18. As águas salinas de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

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

b) materiais flutuantes virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade

de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) carbono orgânico total até 3 mg/L, como C;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂; e

j) pH: 6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade.

II - Padrões de qualidade de água:

| TABELA IV - CLASSE 1 - ÁGUAS SALINAS | |
|--|--|
| PADRÕES | |
| PARÂMETROS INORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Alumínio dissolvido | 1,5 mg/L Al |
| Arsênio total | 0,01 mg/L As |
| Bário total | 1,0 mg/L Ba |
| Berílio total | 5,3 µg/L Be |
| Boro total | 5,0 mg/L B |
| Cádmio total | 0,005 mg/L Cd |
| Chumbo total | 0,01 mg/L Pb |
| Cianeto livre | 0,001 mg/L CN |
| Cloro residual total (combinado + livre) | 0,01 mg/L Cl |
| Cobre dissolvido | 0,005 mg/L Cu |
| Cromo total | 0,05 mg/L Cr |
| Ferro dissolvido | 0,3 mg/L Fe |
| Fluoreto total | 1,4 mg/L F |
| Fósforo Total | 0,062 mg/L P |
| Manganês total | 0,1 mg/L Mn |
| Mercúrio total | 0,0002 mg/L Hg |
| Níquel total | 0,025 mg/L Ni |
| Nitrato | 0,40 mg/L N |
| Nitrito | 0,07 mg/L N |
| Nitrogênio amoniacal total | 0,40 mg/L N |
| Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total) | 0,031 mg/L P |
| Prata total | 0,005 mg/L Ag |
| Selênio total | 0,01 mg/L Se |
| Sulfetos (H ₂ S não dissociado) | 0,002 mg/L S |
| Tálio total | 0,1 mg/L Tl |
| Urânio Total | 0,5 mg/L U |
| Zinco total | 0,09 mg/L Zn |
| PARÂMETROS ORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Aldrin + Dieldrin | 0,0019 µg/L |
| Benzeno | 700 µg/L |
| Carbaril | 0,32 µg/L |
| Clordano (cis + trans) | 0,004 µg/L |
| 2,4-D | 30,0 µg/L |
| DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD) | 0,001 µg/L |
| Demeton (Demeton-O + Demeton-S) | 0,1 µg/L |
| Dodecacloro pentaciclodecano | 0,001 µg/L |
| Endossulfan (α + β + sulfato) | 0,01 µg/L |
| Endrin | 0,004 µg/L |
| Etilbenzeno | 25 µg/L |
| Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina) | 60 µg/L C ₆ H ₅ OH |
| Gution | 0,01 µg/L |
| Heptacloro epóxido + Heptacloro | 0,001 µg/L |
| Lindano (γ-HCH) | 0,004 µg/L |
| Malation | 0,1 µg/L |
| Metoxicloro | 0,03 µg/L |
| Monoclorobenzeno | 25 µg/L |
| Pentaclorofenol | 7,9 µg/L |

| | |
|---|---------------|
| PCBs - Bifenilas Policloradas | 0,03 µg/L |
| Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno | 0,2 mg/L LAS |
| 2,4,5-T | 10,0 µg/L |
| Tolueno | 215 µg/L |
| Toxafeno | 0,0002 µg/L |
| 2,4,5-TP | 10,0 µg/L |
| Tributilestanho | 0,01 µg/L TBT |
| Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB) | 80 µg/L |
| Tricloroeteno | 30,0 µg/L |

III - Nas águas salinas onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

| TABELA V - CLASSE 1 - ÁGUAS SALINAS | |
|---|---------------|
| PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO | |
| PARÂMETROS INORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Arsênio total | 0,14 µg/L As |
| PARÂMETROS ORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Benzeno | 51 µg/L |
| Benzidina | 0,0002 µg/L |
| Benzo(a)antraceno | 0,018 µg/L |
| Benzo(a)pireno | 0,018 µg/L |
| Benzo(b)fluoranteno | 0,018 µg/L |
| Benzo(k)fluoranteno | 0,018 µg/L |
| 2-Clorofenol | 150 µg/L |
| 2,4-Diclorofenol | 290 µg/L |
| Criseno | 0,018 µg/L |
| Dibenzo(a,h)antraceno | 0,018 µg/L |
| 1,2-Dicloroetano | 37 µg/L |
| 1,1-Dicloroeteno | 3 µg/L |
| 3,3-Diclorobenzidina | 0,028 µg/L |
| Heptacloro epóxido + Heptacloro | 0,000039 µg/L |
| Hexaclorobenzeno | 0,00029 µg/L |
| Indeno(1,2,3-cd)pireno | 0,018 µg/L |
| PCBs - Bifenilas Policloradas | 0,000064 µg/L |
| Pentaclorofenol | 3,0 µg/L |
| Tetracloroeteno | 3,3 µg/L |
| 2,4,6-Triclorofenol | 2,4 µg/L |

Art 19. Aplicam-se às águas salinas de classe 2 as condições e padrões de qualidade da classe 1, previstos no artigo anterior, à exceção dos seguintes:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

c) carbono orgânico total: até 5,00 mg/L, como C; e

d) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5,0 mg/L O₂.

II - Padrões de qualidade de água:

| TABELA VI - CLASSE 2 - ÁGUAS SALINAS | |
|--|---------------------|
| PADRÕES | |
| PARÂMETROS INORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Arsênio total | 0,069 mg/L As |
| Cádmio total | 0,04 mg/L C |
| Chumbo total | 0,21 mg/L P |
| Cianeto livre | 0,001 mg/L CN |
| Cloro residual total (combinado + livre) | 19 µg/L Cl |
| Cobre dissolvido | 7,8 µg/L Cu |
| Cromo total | 1,1 mg/L Cr |
| Fósforo total | 0,093 mg/L P |
| Mercúrio total | 1,8 µg/L Hg |
| Níquel | 74 µg/L Ni |
| Nitrato | 0,70 mg/L N |
| Nitrito | 0,20 mg/L N |
| Nitrogênio amoniacal total | 0,70 mg/L N |
| Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total) | 0,0465 mg/L P |
| Selênio total | 0,29 mg/L S |
| Zinco total | 0,12 mg/L Z |
| PARÂMETROS ORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Aldrin + Dieldrin | 0,03 µg/L |
| Clordano (cis + trans) | 0,09 µg/L |
| DDT (p-p' DDT + p-p' DDE + p-p' DDD) | 0,13 µg/L |
| Endrin | 0,037 µg/L |
| Heptacloro epóxido + Heptacloro | 0,053 µg/L |
| Lindano (γ-HCH) | 0,16 µg/L |
| Pentaclorofenol | 13,0 µg/L |
| Toxafeno | 0,210 µg/L |
| Tributilestanho | 0,37 µg/L TEB |

Art. 20. As águas salinas de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

- I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- II - óleos e graxas: toleram-se iridescências;
- III - substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- IV - corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;
- V - resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
- VI - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- VII - carbono orgânico total: até 10 mg/L, como C;
- VIII - OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/ L O₂; e
- IX - pH: 6,5 a 8,5 não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidades.

Seção IV

Das Águas Salobras

Art. 21. As águas salobras de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

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

b) carbono orgânico total: até 3 mg/L, como C;

c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/ L O₂;

d) pH: 6,5 a 8,5;

e) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

f) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;

g) substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;

h) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes; e

i) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, bem como para a irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, não deverá ser excedido o valor de 200 coliformes termotolerantes por 100mL. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

II - Padrões de qualidade de água:

| TABELA VII - CLASSE 1 - ÁGUAS SALOBRAS | |
|--|--|
| PADRÕES | |
| PARÂMETROS INORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Alumínio dissolvido | 0,1 mg/L Al |
| Arsênio total | 0,01 mg/L As |
| Berílio total | 5,3 µg/L Be |
| Boro | 0,5 mg/L B |
| Cádmio total | 0,005 mg/L Cd |
| Chumbo total | 0,01 mg/L Pb |
| Cianeto livre | 0,001 mg/L CN |
| Cloro residual total (combinado + livre) | 0,01 mg/L Cl |
| Cobre dissolvido | 0,005 mg/L Cu |
| Cromo total | 0,05 mg/L Cr |
| Ferro dissolvido | 0,3 mg/L Fe |
| Fluoreto total | 1,4 mg/L F |
| Fósforo total | 0,124 mg/L P |
| Manganês total | 0,1 mg/L Mn |
| Mercúrio total | 0,0002 mg/L Hg |
| Níquel total | 0,025 mg/L Ni |
| Nitrato | 0,40 mg/L N |
| Nitrito | 0,07 mg/L N |
| Nitrogênio amoniacal total | 0,40 mg/L N |
| Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total) | 0,062 mg/L P |
| Prata total | 0,005 mg/L Ag |
| Selênio total | 0,01 mg/L Se |
| Sulfetos (como H ₂ S não dissociado) | 0,002 mg/L S |
| Zinco total | 0,09 mg/L Zn |
| PARÂMETROS ORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Aldrin + dieldrin | 0,0019 µg/L |
| Benzeno | 700 µg/L |
| Carbaril | 0,32 µg/L |
| Clordano (cis + trans) | 0,004 µg/L |
| 2,4-D | 10,0 µg/L |
| DDT (p,p'DDT+ p,p'DDE + p,p'DDD) | 0,001 µg/L |
| Demeton (Demeton-O + Demeton-S) | 0,1 µg/L |
| Dodecacloro pentaciclodecano | 0,001 µg/L |
| Endrin | 0,004 µg/L |
| Endossulfan (α + β + sulfato) | 0,01 µg/L |
| Etilbenzeno | 25,0 µg/L |
| Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina) | 0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH |
| Gution | 0,01 µg/L |
| Heptacloro epóxido + Heptacloro | 0,001 µg/L |
| Lindano (γ-HCH) | 0,004 µg/L |
| Malation | 0,1 µg/L |
| Metoxicloro | 0,03 µg/L |
| Monoclorobenzeno | 25 µg/L |
| Paration | 0,04 µg/L |
| Pentaclorofenol | 7,9 µg/L |
| PCBs - Bifenilas Policloradas | 0,03 µg/L |

| | |
|---|----------------|
| Substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno | 0,2 LAS |
| 2,4,5-T | 10,0 µg/L |
| Tolueno | 215 µg/L |
| Toxafeno | 0,0002 µg/L |
| 2,4,5-TP | 10,0 µg/L |
| Tributilestanho | 0,010 µg/L TBT |
| Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB) | 80,0 µg/L |

III - Nas águas salobras onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

| TABELA VIII - CLASSE 1 - ÁGUAS SALOBRAS | |
|---|---------------|
| PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO | |
| PARÂMETROS INORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Arsênio total | 0,14 µg/L As |
| PARÂMETROS ORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Benzeno | 51 µg/L |
| Benzidina | 0,0002 µg/L |
| Benzo(a)antraceno | 0,018 µg/L |
| Benzo(a)pireno | 0,018 µg/L |
| Benzo(b)fluoranteno | 0,018 µg/L |
| Benzo(k)fluoranteno | 0,018 µg/L |
| 2-Clorofenol | 150 µg/L |
| Criseno | 0,018 µg/L |
| Dibenzo(a,h)antraceno | 0,018 µg/L |
| 2,4-Diclorofenol | 290 µg/L |
| 1,1-Dicloroetano | 3,0 µg/L |
| 1,2-Dicloroetano | 37,0 µg/L |
| 3,3-Diclorobenzidina | 0,028 µg/L |
| Heptacloro epóxido + Heptacloro | 0,000039 µg/L |
| Hexaclorobenzeno | 0,00029 µg/L |
| Indeno(1,2,3-cd)pireno | 0,018 µg/L |
| Pentaclorofenol | 3,0 µg/L |
| PCBs - Bifenilas Policloradas | 0,000064 µg/L |
| Tetracloroetano | 3,3 µg/L |
| Tricloroetano | 30 µg/L |
| 2,4,6-Triclorofenol | 2,4 µg/L |

Art. 22. Aplicam-se às águas salobras de classe 2 as condições e padrões de qualidade da classe 1, previstos no artigo anterior, à exceção dos seguintes:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) carbono orgânico total: até 5,00 mg/L, como C;

c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂; e

d) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

II - Padrões de qualidade de água:

| TABELA IX - CLASSE 2 - ÁGUAS SALOBRAS | |
|--|---------------|
| PADRÕES | |
| PARÂMETROS INORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Arsênio total | 0,069 mg/L As |
| Cádmio total | 0,04 mg/L Cd |
| Chumbo total | 0,210 mg/L Pb |
| Cromo total | 1,1 mg/L Cr |
| Cianeto livre | 0,001 mg/L CN |
| Cloro residual total (combinado + livre) | 19,0 µg/L Cl |
| Cobre dissolvido | 7,8 µg/L Cu |
| Fósforo total | 0,186 mg/L P |
| Mercúrio total | 1,8 µg/L Hg |
| Níquel total | 74,0 µg/L Ni |
| Nitrato | 0,70 mg/L N |
| Nitrito | 0,20 mg/L N |
| Nitrogênio amoniacal total | 0,70 mg/L N |
| Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total) | 0,093 mg/L P |
| Selênio total | 0,29 mg/L Se |
| Zinco total | 0,12 mg/L Zn |
| PARÂMETROS ORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Aldrin + Dieldrin | 0,03 µg/L |
| Clordano (cis + trans) | 0,09 µg/L |
| DDT (p-p' DDT + p-p' DDE + p-p' DDD) | 0,13 µg/L |
| Endrin | 0,037 µg/L |
| Heptacloro epóxido+ Heptacloro | 0,053 µg/L |
| Lindano (γ-HCH) | 0,160 µg/L |
| Pentaclorofenol | 13,0 µg/L |
| Toxafeno | 0,210 µg/L |
| Tributilestanho | 0,37 µg/L TBT |

Art. 23. As águas salobras de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - pH: 5 a 9;

II - OD, em qualquer amostra, não inferior a 3 mg/L O₂;

III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

IV - materiais flutuantes: virtualmente ausentes;

V - substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;

VI - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

VII - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente; e

VIII - carbono orgânico total até 10,0 mg/L, como C.

CAPÍTULO IV

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Art. 24. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedecem às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento:

I - acrescentar outras condições e padrões, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica; e

II - exigir a melhor tecnologia disponível para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo curso de água superficial, mediante fundamentação técnica.

Art. 25. É vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Resolução.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, excepcionalmente, autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões estabelecidos no art. 34, desta Resolução, desde que observados os seguintes requisitos:

I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;

II - atendimento ao enquadramento e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;

III - realização de Estudo de Impacto Ambiental-EIA, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;

IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento; e

V - fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional.

Art. 26. Os órgãos ambientais federal, estaduais e municipais, no âmbito de sua competência, deverão, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos, listadas ou não no art. 34, desta Resolução, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas pelo enquadramento para o corpo de água.

§ 1º No caso de empreendimento de significativo impacto, o órgão ambiental competente exigirá, nos processos de licenciamento ou de sua renovação, a apresentação de estudo de capacidade de suporte de carga do corpo de água receptor.

§ 2º O estudo de capacidade de suporte deve considerar, no mínimo, a diferença entre os padrões estabelecidos pela classe e as concentrações existentes no trecho desde a montante, estimando a concentração após a zona de mistura.

§ 3º Sob pena de nulidade da licença expedida, o empreendedor, no processo de licenciamento, informará ao órgão ambiental as substâncias, entre aquelas previstas nesta Resolução para padrões de qualidade de água, que poderão estar contidas no seu efluente.

§ 4º O disposto no § 1º aplica-se também às substâncias não contempladas nesta Resolução, exceto se o empreendedor não tinha condições de saber de sua existência nos seus efluentes.

Art. 27. É vedado, nos efluentes, o lançamento dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs mencionados na Convenção de Estocolmo, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004.

Parágrafo único. Nos processos onde possa ocorrer a formação de dioxinas e furanos deverá ser utilizada a melhor tecnologia disponível para a sua redução, até a completa eliminação.

Art. 28. Os efluentes não poderão conferir ao corpo de água características em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento.

§ 1º As metas obrigatórias serão estabelecidas mediante parâmetros.

§ 2º Para os parâmetros não incluídos nas metas obrigatórias, os padrões de qualidade a serem obedecidos são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado.

§ 3º Na ausência de metas intermediárias progressivas obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.

Art. 29. A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não poderá causar poluição ou contaminação das águas.

Art. 30. No controle das condições de lançamento, é vedada, para fins de diluição antes do seu lançamento, a mistura de efluentes com águas de melhor qualidade, tais como as águas de abastecimento, do mar e de sistemas abertos de refrigeração sem recirculação.

Art. 31. Na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes efluentes ou lançamentos individualizados, os limites constantes desta Resolução aplicar-se-ão a cada um deles ou ao conjunto após a mistura, a critério do órgão ambiental competente.

Art. 32. Nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.

§ 1º Nas demais classes de água, o lançamento de efluentes deverá, simultaneamente:

I - atender às condições e padrões de lançamento de efluentes;

II - não ocasionar a ultrapassagem das condições e padrões de qualidade de água, estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência; e

III - atender a outras exigências aplicáveis.

§ 2º No corpo de água em processo de recuperação, o lançamento de efluentes observará as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final.

Art. 33. Na zona de mistura de efluentes, o órgão ambiental competente poderá autorizar, levando em conta o tipo de substância, valores em desacordo com os estabelecidos para a respectiva classe de enquadramento, desde que não comprometam os usos previstos para o corpo de água.

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

Art. 34. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis:

§ 1º O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

§ 2º Os critérios de toxicidade previstos no § 1º devem se basear em resultados de ensaios ecotoxicológicos padronizados, utilizando organismos aquáticos, e realizados no efluente.

§ 3º Nos corpos de água em que as condições e padrões de qualidade previstos nesta Resolução não incluam restrições de toxicidade a organismos aquáticos, não se aplicam os parágrafos anteriores.

§ 4º Condições de lançamento de efluentes:

I - pH entre 5 a 9;

II - temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura;

III - materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

IV - regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;

V - óleos e graxas:

1 - óleos minerais: até 20mg/L;

2- óleos vegetais e gorduras animais: até 50mg/L; e

VI - ausência de materiais flutuantes.

§ 5º Padrões de lançamento de efluentes:

| TABELA X - LANÇAMENTO DE EFLUENTES | |
|--|---|
| PADRÕES | |
| PARÂMETROS INORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Arsênio total | 0,5 mg/L As |
| Bário total | 5,0 mg/L Ba |
| Boro total | 5,0 mg/L B |
| Cádmio total | 0,2 mg/L Cd |
| Chumbo total | 0,5 mg/L Pb |
| Cianeto total | 0,2 mg/L CN |
| Cobre dissolvido | 1,0 mg/L Cu |
| Cromo total | 0,5 mg/L Cr |
| Estanho total | 4,0 mg/L Sn |
| Ferro dissolvido | 15,0 mg/L Fé |
| Fluoreto total | 10,0 mg/L F |
| Manganês dissolvido | 1,0 mg/L Mn |
| Merúrio total | 0,01 mg/L Hg |
| Níquel total | 2,0 mg/L Ni |
| Nitrogênio amoniacal total | 20,0 mg/L N |
| Prata total | 0,1 mg/L Ag |
| Selênio total | 0,30 mg/L Se |
| Sulfeto | 1,0 mg/L S |
| Zinco total | 5,0 mg/L Zn |
| PARÂMETROS ORGÂNICOS | VALOR MÁXIMO |
| Clorofórmio | 1,0 mg/L |
| Dicloroetano | 1,0 mg/L |
| Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina) | 0,5 mg/L C ₆ H ₅ OH |
| Tetracloroeto de Carbono | 1,0 mg/L |
| Tricloroetano | 1,0 mg/L |

Art. 35. Sem prejuízo do disposto no inciso I, do § 1º do art. 24, desta Resolução, o órgão ambiental competente poderá, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência, estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, aos lançamentos de efluentes que possam, dentre outras consequências:

I - acarretar efeitos tóxicos agudos em organismos aquáticos; ou

II - inviabilizar o abastecimento das populações.

Art. 36. Além dos requisitos previstos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis, os efluentes provenientes de serviços de saúde e estabelecimentos nos quais haja despejos infectados com microorganismos patogênicos, só poderão ser lançados após tratamento especial.

Art. 37. Para o lançamento de efluentes tratados no leito seco de corpos de água intermitentes, o órgão ambiental competente definirá, ouvido o órgão gestor de recursos hídricos, condições especiais.

CAPÍTULO V

DIRETRIZES AMBIENTAIS PARA O ENQUADRAMENTO

Art. 38. O enquadramento dos corpos de água dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos-CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

§ 1º O enquadramento do corpo hídrico será definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos.

§ 2º Nas bacias hidrográficas em que a condição de qualidade dos corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes pretendidos, deverão ser estabelecidas metas obrigatórias, intermediárias e final, de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramentos, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais.

§ 3º As ações de gestão referentes ao uso dos recursos hídricos, tais como a outorga e cobrança pelo uso da água, ou referentes à gestão ambiental, como o licenciamento, termos de ajustamento de conduta e o controle da poluição, deverão basear-se nas metas progressivas intermediárias e final aprovadas pelo órgão competente para a respectiva bacia hidrográfica ou corpo hídrico específico.

§ 4º As metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, deverão ser atingidas em regime de vazão de referência, excetuados os casos de baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos hídricos onde não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

§ 5º Em corpos de água intermitentes ou com regime de vazão que apresente diferença sazonal significativa, as metas progressivas obrigatórias poderão variar ao longo do ano.

§ 6º Em corpos de água utilizados por populações para seu abastecimento, o enquadramento e o licenciamento ambiental de atividades a montante preservarão, obrigatoriamente, as condições de consumo.

CAPÍTULO VI

DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 39. Cabe aos órgãos ambientais competentes, quando necessário, definir os valores dos poluentes considerados virtualmente ausentes.

Art. 40. No caso de abastecimento para consumo humano, sem prejuízo do disposto nesta Resolução, deverão ser observadas, as normas específicas sobre qualidade da água e padrões de potabilidade.

Art. 41. Os métodos de coleta e de análises de águas são os especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas.

Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Art. 43. Os empreendimentos e demais atividades poluidoras que, na data da publicação desta Resolução, tiverem Licença de Instalação ou de Operação, expedida e não impugnada, poderão a critério do órgão ambiental competente, ter prazo de até três anos, contados a partir de sua vigência, para se adequarem às condições e padrões novos ou mais rigorosos previstos nesta Resolução.

§ 1º O empreendedor apresentará ao órgão ambiental competente o cronograma das medidas necessárias ao cumprimento do disposto no *caput* deste artigo.

§ 2º O prazo previsto no *caput* deste artigo poderá, excepcional e tecnicamente motivado, ser prorrogado por até dois anos, por meio de Termo de Ajustamento de Conduta, ao qual se dará publicidade, enviando-se cópia ao Ministério Público.

§ 3º As instalações de tratamento existentes deverão ser mantidas em operação com a capacidade, condições de funcionamento e demais características para as quais foram aprovadas, até que se cumpram as disposições desta Resolução.

§ 4º O descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo será objeto de resolução específica, a ser publicada no prazo máximo de um ano, a contar da data de publicação desta Resolução, ressalvado o padrão de lançamento de óleos e graxas a ser o definido nos termos do art. 34, desta Resolução, até a edição de resolução específica.

Art. 44. O CONAMA, no prazo máximo de um ano, complementarará, onde couber, condições e padrões de lançamento de efluentes previstos nesta Resolução.

Art. 45. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução acarretará aos infratores as sanções previstas pela legislação vigente.

§ 1º Os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, no âmbito de suas respectivas competências, fiscalizarão o cumprimento desta Resolução, bem como quando pertinente, a aplicação das penalidades administrativas previstas nas legislações específicas, sem prejuízo do sancionamento penal e da responsabilidade civil objetiva do poluidor.

§ 2º As exigências e deveres previstos nesta Resolução caracterizam obrigação de relevante interesse ambiental.

Art. 46. O responsável por fontes potencial ou efetivamente poluidoras das águas deve apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, declaração de carga poluidora, referente ao ano civil anterior, subscrita pelo administrador principal da empresa e pelo responsável técnico devidamente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica.

§ 1º A declaração referida no *caput* deste artigo conterá, entre outros dados, a caracterização qualitativa e quantitativa de seus efluentes, baseada em amostragem representativa dos mesmos, o estado de manutenção dos equipamentos e dispositivos de controle da poluição.

§ 2º O órgão ambiental competente poderá estabelecer critérios e formas para apresentação da declaração mencionada no *caput* deste artigo, inclusive, dispensando-a se for o caso para empreendimentos de menor potencial poluidor.

Art. 47. Equiparam-se a perito, os responsáveis técnicos que elaborem estudos e pareceres apresentados aos órgãos ambientais.

Art. 48. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução sujeitará os infratores, entre outras, às sanções previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e respectiva regulamentação.

Art. 49. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 50. Revoga-se a Resolução CONAMA nº 020, de 18 de junho de 1986.

MARINA SILVA
Presidente do CONAMA