

**IV-226 - QUALIDADE DAS ÁGUAS FLUVIAIS: ESTUDO DE CASO DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DE JACAREPAGUÁ-RJ****Alice Mendes de Freitas<sup>(1)</sup>**

Geógrafa pela Universidade Federal Fluminense. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (PEAMB/UERJ). Consultora.

**Thereza Christina de Almeida Rosso<sup>(2)</sup>**

Engenheira Civil pela Escola de Engenharia Kennedy. Mestre em Engenharia Civil, ênfase Recursos Hídricos pela COPEE/UFRJ; Doutora em Engenharia Oceânica, ênfase Engenharia Costeira pela COPPE/UFRJ. Professora da Faculdade de Engenharia da UERJ.

**Daniele Maia Bila<sup>(3)</sup>**

Engenheira Química pela UFRRJ. Mestre em Engenharia Química pela COPPE/UFRJ; Doutora em Engenharia Química COPPE/UFRJ. Professora da Faculdade de Engenharia da UERJ.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua São Francisco Xavier, 524, Complexo-Salas 5029/F, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 20559-9900, Brasil. e-mail: [alicemfreitas@hotmail.com](mailto:alicemfreitas@hotmail.com)

**Endereço<sup>(2)</sup>:** Rua São Francisco Xavier, 524, Complexo-Salas 5029/F, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 20559-9900, Brasil. e-mail: [rosso@uerj.br](mailto:rosso@uerj.br)

**Endereço<sup>(3)</sup>:** Rua São Francisco Xavier, 524, Complexo-Salas 5029/F, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 20559-9900, Brasil. e-mail: [danielebila@yahoo.com.br](mailto:danielebila@yahoo.com.br)

**RESUMO**

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 (Brasil 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 possivelmente tem como principal foco o despejo de esgotos domésticos nos cursos d'água sem tratamento adequado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Recursos hídricos, Qualidade da água, Poluição, Bacia hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá.

**INTRODUÇÃO**

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. Servem 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. 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 espaço 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 neste trabalho 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. Avalia-se 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. Para tanto, são analisados dados referentes aos parâmetros de qualidade das águas, obtidos junto ao órgão ambiental estadual, disponíveis para o 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 (Brasil 2005).

A temática abordada apresenta grande relevância, uma vez que 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. Entre os objetivos específicos destacam-se: *a)* caracterização dos principais aspectos do meio ambiente natural e dos aspectos sociais e área de estudo, assim como, identificação dos principais impactos ambientais que afetam os recursos hídricos, que ocorrem na bacia hidrográfica de Jacarepaguá, no período de 2003 a 2008; *b)* avaliação dos dados referentes aos parâmetros de qualidade das águas dos pontos de monitoramento localizados em alguns cursos d'água da bacia hidrográfica inferindo, a partir dos dados disponibilizados, a qualidade das águas fluviais; *c)* caracterização do atual estado de degradação dos recursos hídricos da região.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Apresenta-se inicialmente uma breve caracterização da região costeira da Baixada de Jacarepaguá: hidrografia da região, histórico de uso e ocupação com especial destaque à sua expansão a partir dos anos 70; aspectos sociais e dados populacionais bem como os principais impactos ambientais que ocorrem na bacia drenante.

A seguir, descreve-se a metodologia utilizada para a avaliação da qualidade da água dos pontos de monitoramento trimestral localizados nos cursos d'água. Os dados de análises foram obtidos junto ao órgão responsável pela gestão dos recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro, o Instituto Estadual de Meio Ambiente (INEA), Divisão de Qualidade de Água.

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.

Após a elaboração dos gráficos os parâmetros de qualidade da água foram avaliados de acordo com a Resolução CONAMA 357 (Brasil 2005) para Classe 2 de uso da água. 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.

Foram analisados os seguintes parâmetros: *a) físicos*: temperatura, condutividade e Sólidos Suspensos Totais; *b) químicos*: pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, Nitrogênio amoniacal, Nitrogênio Kjeldahl, Nitrito, Nitrato e Fósforo Total; *c) biológicos*: Coliformes Fecais (termotolerantes).

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO – 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. 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 300km<sup>2</sup> de área, sendo cerca de 176km<sup>2</sup> correspondentes à rede de drenagem e corpos d'água. Abrange as regiões administrativas de Jacarepaguá e Barra da Tijuca. 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 1** apresenta a localização dos bairros da região.



**Figura 1. Localização da bacia hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá e bairros. (IPP, 2009. Executado por: Alice Freitas, 2009).**

No contexto do gerenciamento dos recursos hídricos 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, definido pelo crescimento desordenado das ocupações urbanas, das desigualdades locais no âmbito social e dos aspectos de degradação ambiental.

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 reêncavo 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.

A toponímia *Jacarepaguá*, que na língua Tupi significa 'lagoa rasa dos jacarés' (*yakaré-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.

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 2 e 3** mostram a evolução temporal do processo de expansão urbana nas áreas da Baixada de Jacarepaguá.

Em termos populacionais, a Baixada de Jacarepaguá apresentou grande crescimento 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. No período compreendido entre 1970 e 2000, as Regiões Administrativas de Jacarepaguá e Barra da Tijuca - Área de Planejamento 4 - 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%.

Com relação a distribuição da população nas regiões administrativas que compõem a bacia hidrográfica 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.

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.

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.

### **Complexo lagunar e rede de drenagem**

O complexo lagunar de Jacarepaguá é formado por três lagunas principais: lagoa da Tijuca, lagoa de Jacarepaguá e lagoa de Marapendi, bastante extensas e alongadas, e a chamada lagoa de Camorim (**Figura 4**).

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 1** apresenta os cursos d'água contribuintes do complexo lagunar de Jacarepaguá.





Figura 2a. 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 2b. Início da ocupação no entorno das lagoas e do Canal da Barra (Década de 1960). (Fonte: Freitas, 2007).



Figura 3a. Área urbana consolidada em toda a orla e entorno do Canal da Barra (Década de 1990). Fonte: Freitas, 2007.



Figura 3b. Entorno do Canal da Barra está ocupada por residências (Ano 2001). Fonte: Freitas, 2007.

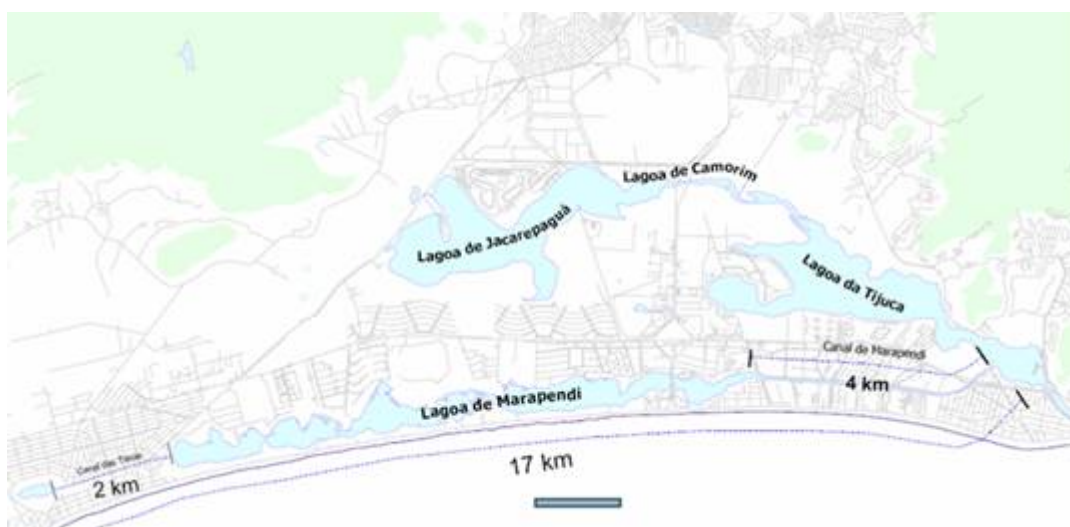


Figura 4. Localização das lagoas. Fonte: SMA, 2003.

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.

**Tabela 1. Cursos d'água contribuintes do complexo lagunar.**

Lagoa	Área (km <sup>2</sup> )	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Cursos d'água
Jacarepaguá	3,7	103	Rios Guerengê, 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<sup>1</sup>, 2006.

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 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 de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro (SMA/RJ), dividiu o Macrocompartimento Hidrográfico de Jacarepaguá, em unidades de planejamento menores: a) Micro bacia da Joatinga - 0,22km<sup>2</sup>; b) Micro bacia da Prainha1 - 32km<sup>2</sup>; c) Micro bacia do Rio da Barra - 2,29km<sup>2</sup>; d) Micro bacia do Rio Muzema1 - 66km<sup>2</sup>; e) Sub bacia da Zona dos Canais - 72,07km<sup>2</sup>; f) Sub bacia de Grumari - 8,09km<sup>2</sup>; g) Sub bacia do Rio do Anil - 24,82km<sup>2</sup>; h) Sub bacia do Rio Camorim - 11,76km<sup>2</sup>; i) Sub bacia do Rio da Cachoeira - 22,71km<sup>2</sup>; j) Sub bacia do Rio das Pedras - 10,48km<sup>2</sup>; k) Sub bacia do Rio dos Passarinhos - 8,49km<sup>2</sup>; l) Sub bacia do Arroio Fundo/Rio Grande - 56,65km<sup>2</sup>; m) Sub bacia do Rio Guerengê - 21,9km<sup>2</sup> (Ver **Figura 5**).

### **Precipitação**

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 6** apresenta as médias da precipitação para os anos de 1997 a 2005. 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.

<sup>1</sup> FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente – atual INEA – Instituto Estadual do Ambiente.



Figura 5. Sub-bacias hidrográficas. Fonte: IPP, 2009. Executado por: Alice Freitas.

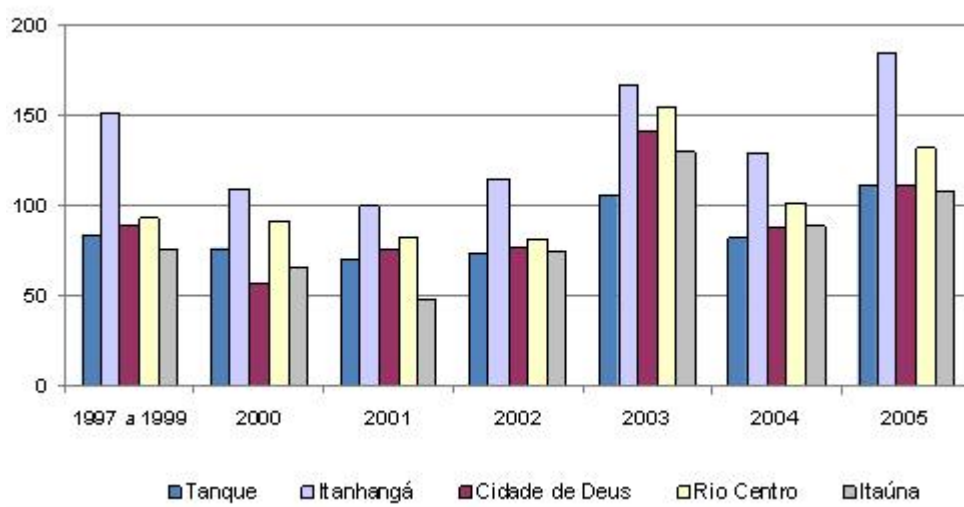


Figura 6. Média anual da precipitação das estações localizadas na bacia de Jacarepaguá. Fonte: IPP, 2009.

### 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 (ver **Figura 7**). 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 7. 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 (ver Figuras 8a e 8b).



Figura 8. a) Projeto Ecobarreira do INEA no rio Arroio Fundo. As águas visivelmente poluídas e o acúmulo de lixo; b) 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, entre 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.

### 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. Ver exemplo na Figura 9.





**Figura 9. 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. (Ver **Figura 10**).



**Figura 10. 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 nº 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” (ARAÚJO, 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. (Ver **Figuras 11a e 11b**).



**Figura 11. a) Ocupações irregulares da favela do Autódromo situadas às margens do rio Pavuninha; b) Ocupações irregulares em uma favela situada em área de risco às margens do rio Arroio Pavuna. Foto: Alice Freitas, Data: 16/01/2009.**

#### ***Saneamento básico na bacia hidrográfica de Jacarepaguá***

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 2**, 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.

**Tabela 2. 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). 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).

## AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

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.

### 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 12**. Os valores de temperatura variaram entre o mínimo de 19°C nos rios: Cachoeira, Camorim, Guerengüê, 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.

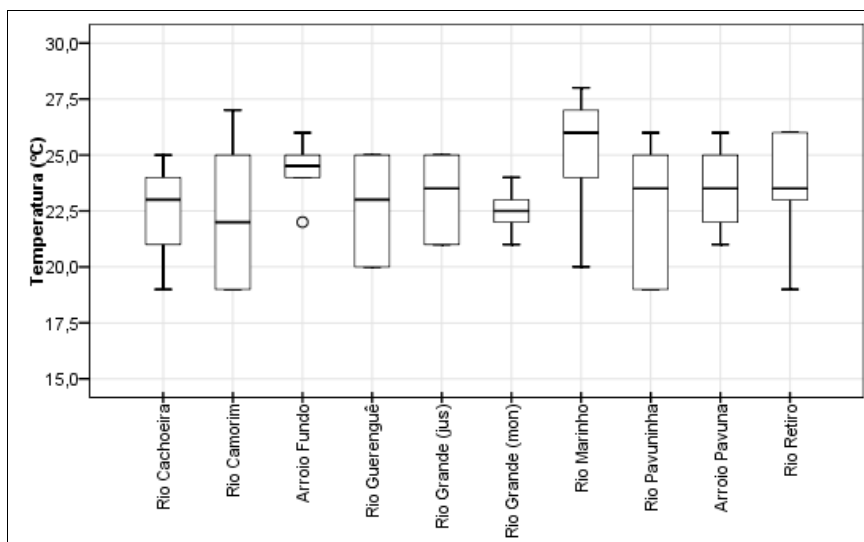
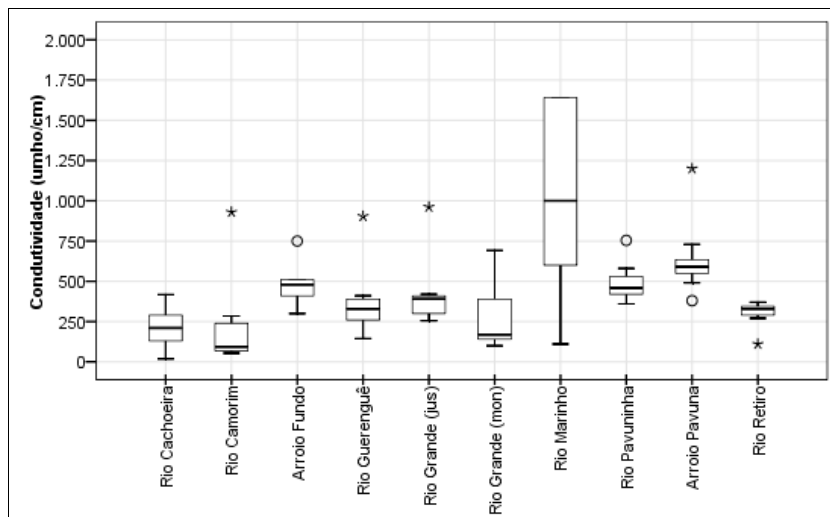


Figura 12. Resultados de temperatura (°C) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

### Condutividade

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

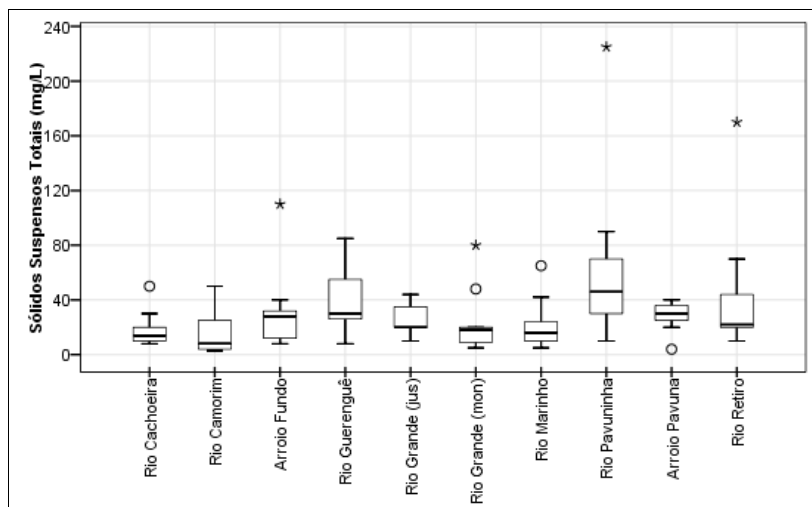
357/2005 não estabelece limites legais para o parâmetro condutividade. A distribuição dos valores da condutividade obtidos para os cursos d'água avaliados é apresentada na **Figura 13**. Tendo como referência a indicação da CETESB, os valores encontrados do parâmetro para os cursos d'água quase que em sua totalidade estiveram acima de 100  $\mu$  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.



**Figura 13. Resultados de condutividade (umho/cm) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.**

#### Sólidos Suspensos Totais

Os sólidos suspensos compreendem a matéria orgânica e inorgânica coloidal com diâmetro maior que 0,45  $\mu$ 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 anaeróbia. A distribuição dos valores dos sólidos suspensos totais obtidos para os cursos d'água avaliados é apresentada na **Figura 14**. 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).

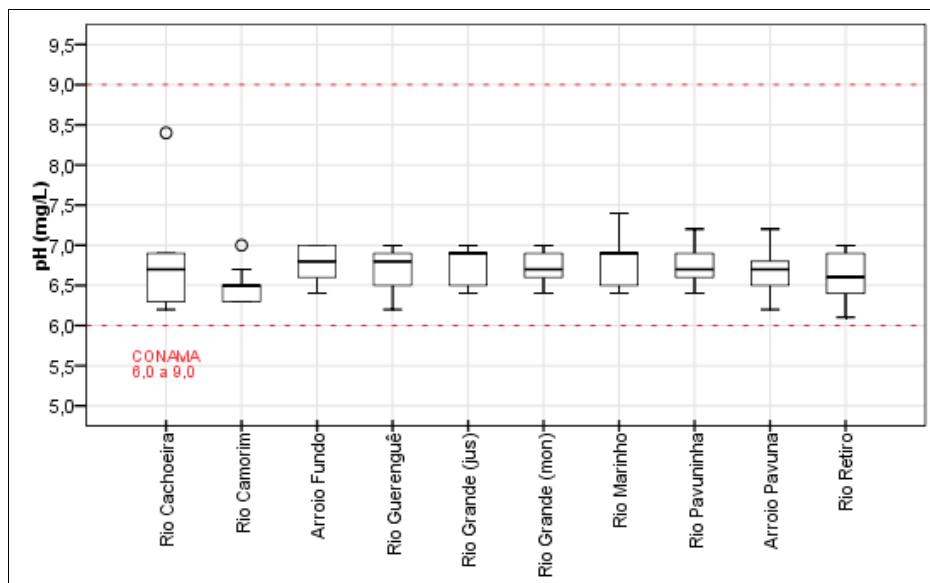


**Figura 14. Resultados dos sólidos suspensos totais (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.**



### Potencial hidrogeniônico – pH

A distribuição dos valores de pH obtidos para os cursos d'água avaliados é apresentada na **Figura 15**. Os valores de pH para os curso d'água em análise não apresentaram grande variação entre as amostras avaliadas, como demonstra a **Figura 15**. 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 Guerengüê, 7,0 a 7,5 no rio Grande e 7,0 para o rio Pavuninha. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece para as águas doce de classe 2 valores de pH variando de 6,0 a 9,0



**Figura 15. Resultados de pH nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.**

### 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 Pessoa (2005), também afirmam que o oxigênio dissolvido é um dos principais parâmetros para caracterizar a qualidade da água, existindo uma concentração 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 16**. 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 Guerengüê, 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.

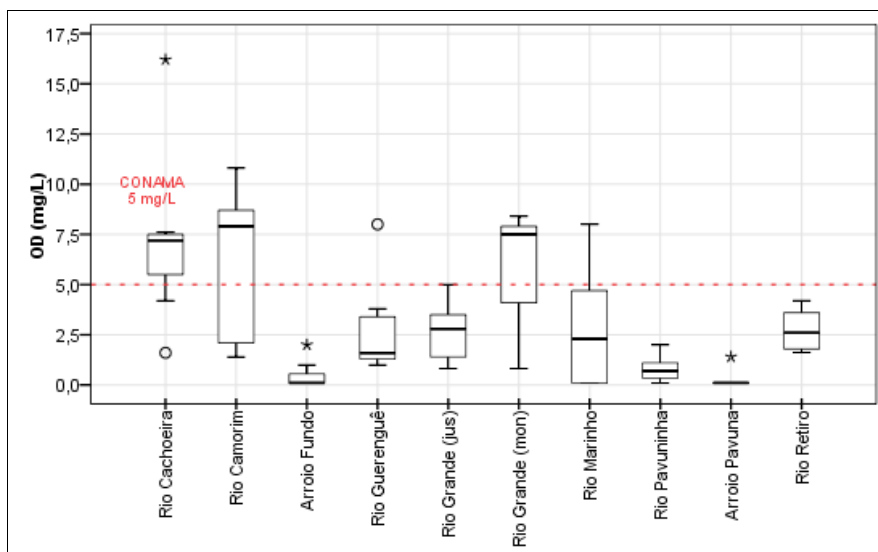


Figura 16. Resultados de oxigênio dissolvido (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

#### **Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO<sub>5</sub>**

Para o parâmetro DBO<sub>5</sub> 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 DBO<sub>5</sub> são os aportes de matéria orgânica, como os esgotos sanitários. A DBO<sub>5</sub> 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 DBO<sub>5</sub> obtidos para os cursos d'água avaliados é apresentada na **Figura 17**. 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 17**. 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<sub>5</sub> 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<sub>5</sub> 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.

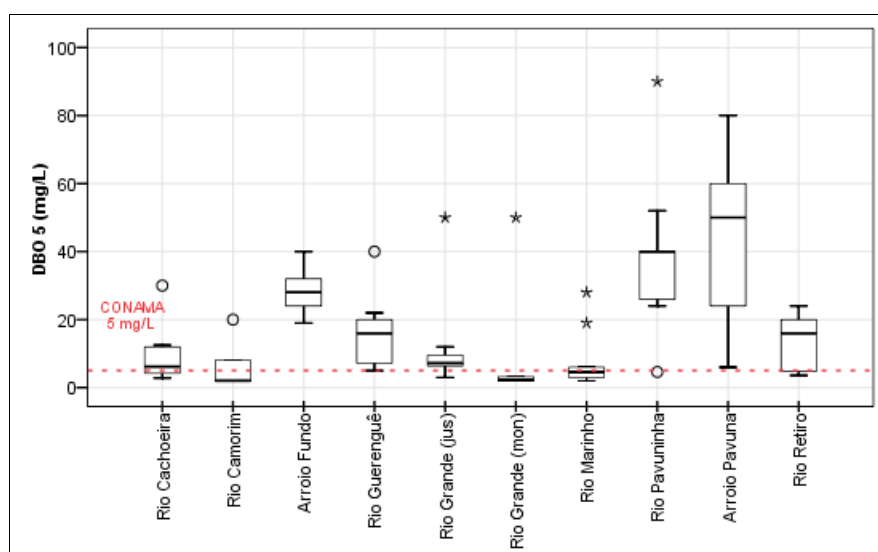
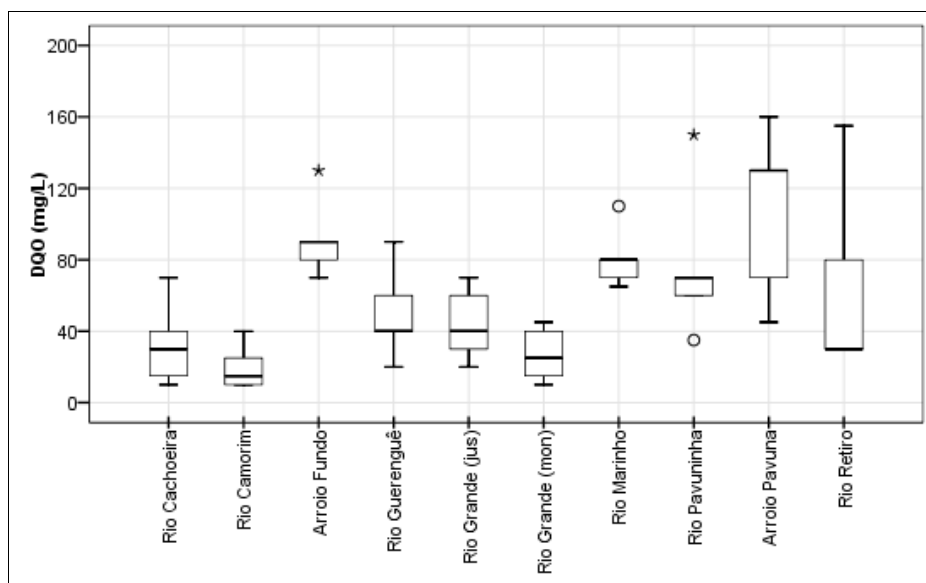


Figura 17. Resultados de DBO5 (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

### **Demanda Química de Oxigênio - DQO**

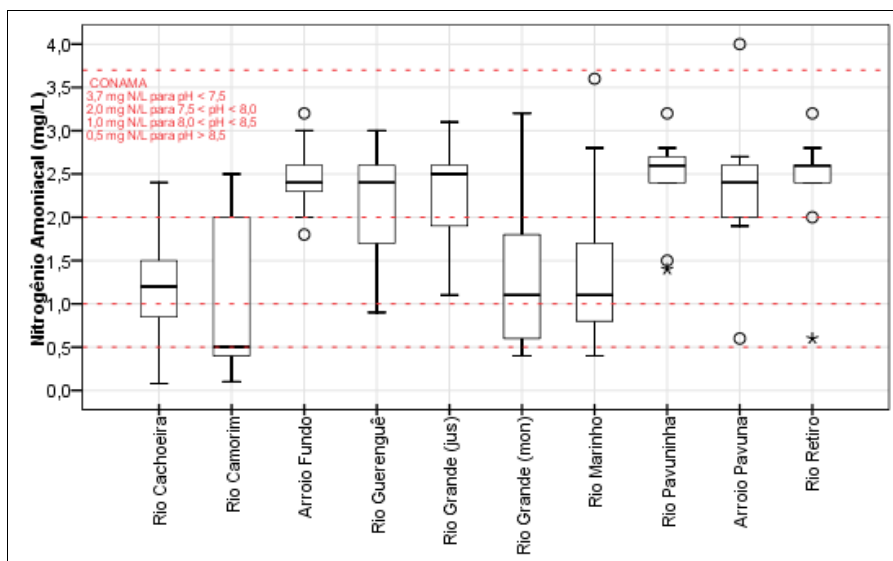
A demanda química de oxigênio pode ser utilizada para medir o potencial poluidor de esgotos domésticos e principalmente de despejos industriais. A DQO corresponde à quantidade de oxigênio necessária para oxidar a fração orgânica e inorgânica de uma amostra que seja oxidável por substâncias químicas (JORDÃO e PESSÔA, 2006). O teste de DQO possui relativa vantagem em relação ao de DBO, 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 (JORDÃO e PESSÔA, 2006). Nos cursos d'água avaliados, os resultados demonstraram uma grande variação nas concentrações encontradas, como é possível verificar na **Figura 18**. 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.



**Figura 18. Resultados de DQO (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.**

### **Nitrogênio Amoniacal**

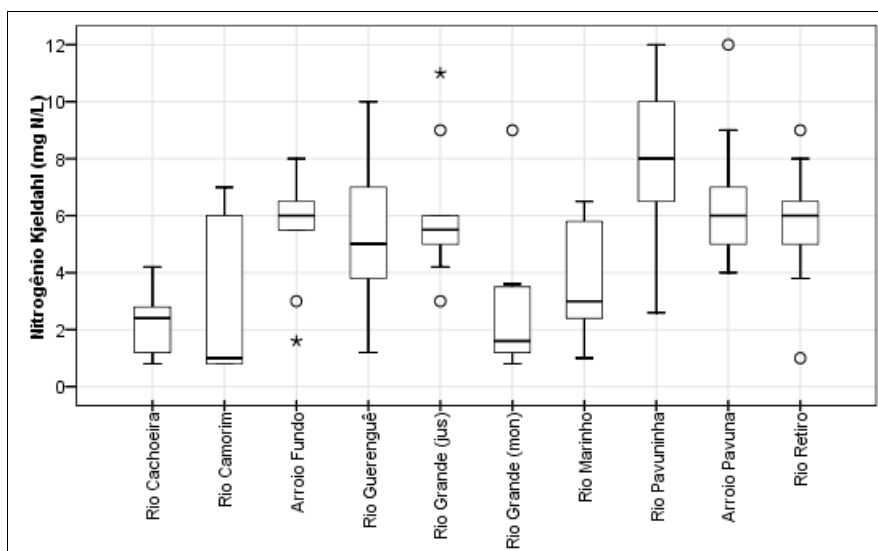
Os valores de concentração encontrados para todos os pontos de monitoramento com relação ao parâmetro de nitrogênio amoniacal encontram-se dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 que, determina a concentração de 3,7 mg/L quando o valor de pH da amostra for menor que 7,5; 2,0 mg/L 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 19**. 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.



**Figura 19. Resultados de nitrogênio amoniacal (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.**

### 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 20**. 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.

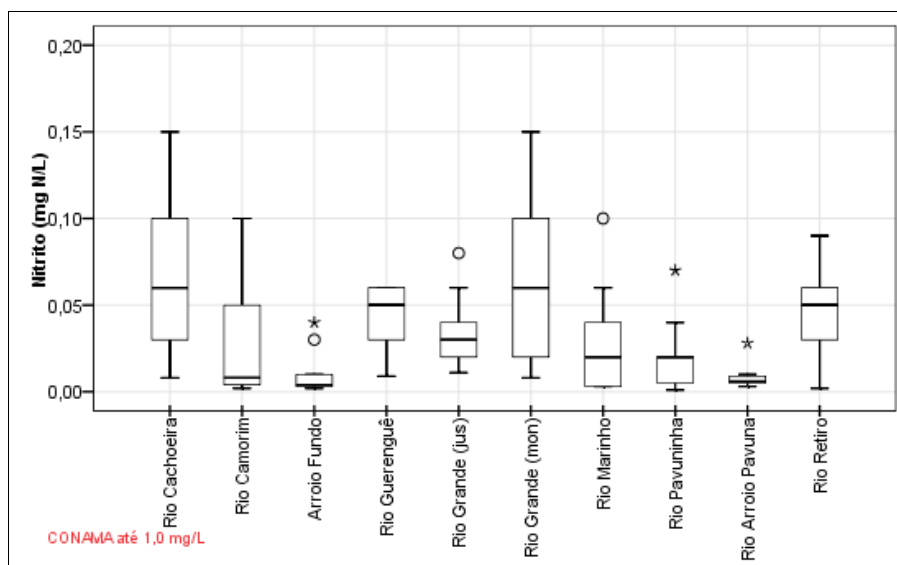


**Figura 20. Resultados de nitrogênio Kjeldahl (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.**



### 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 21**. 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)).



**Figura 21** Resultados de nitrito (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

### 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 22**. 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.

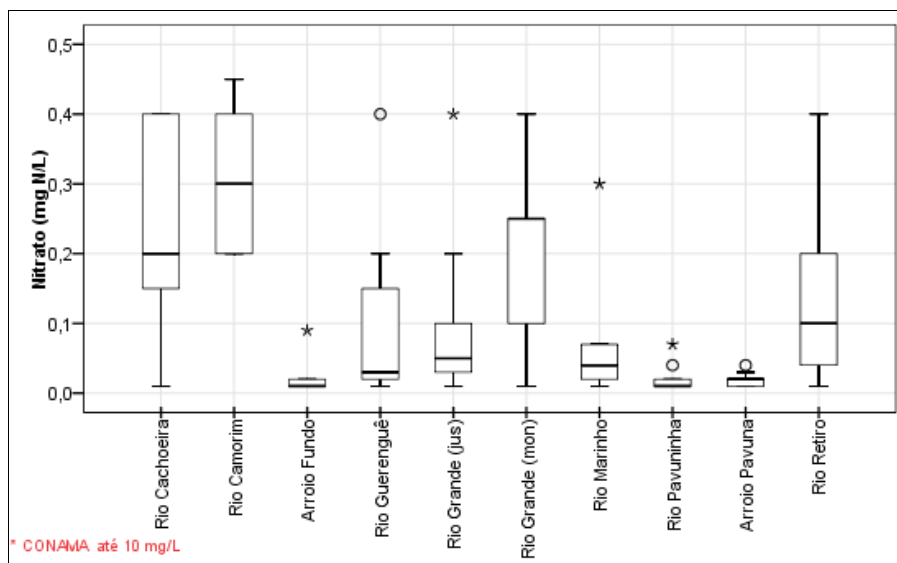


Figura 22. Resultados de nitrato (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

### 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 23** apresenta os valores determinados para fósforo total nos 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.

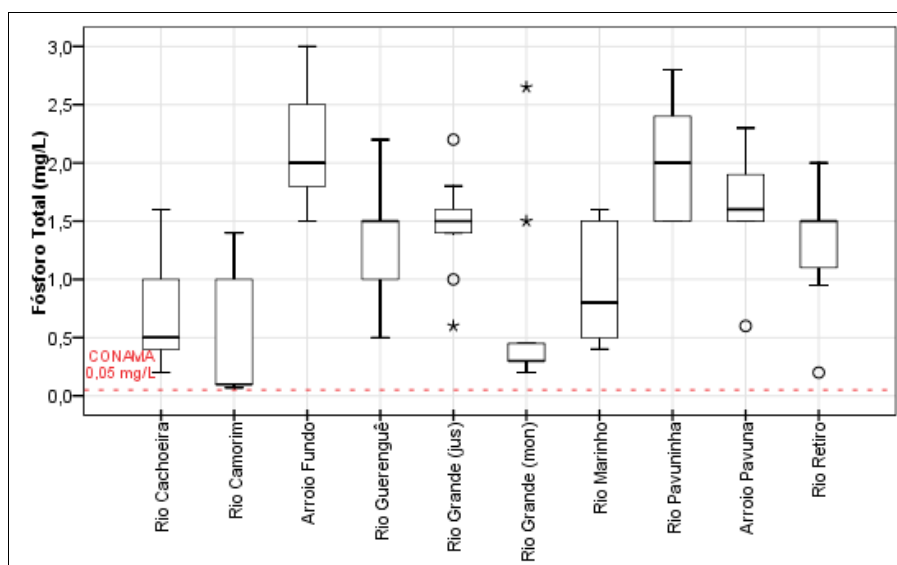
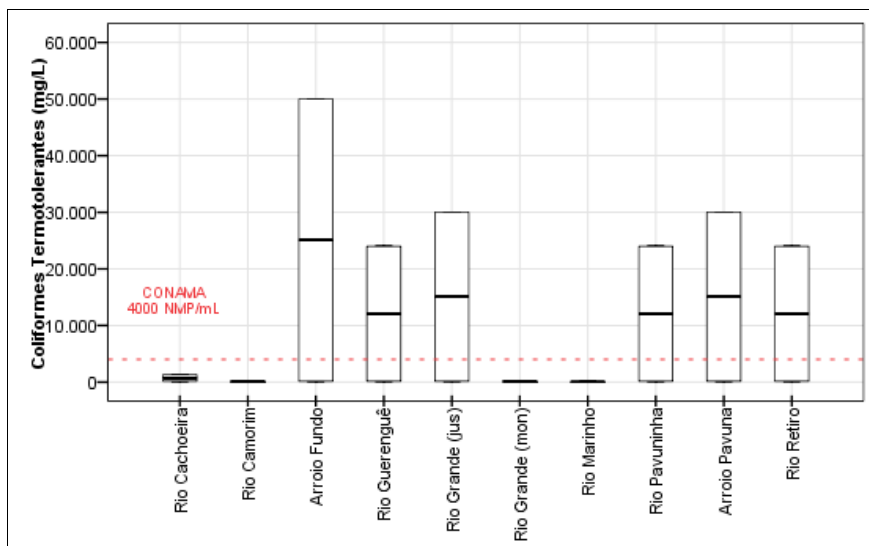


Figura 23. Resultados de fósforo total (mg/L) nos pontos de monitoramento dos cursos d'água avaliados.

### 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 24** para a presença de coliformes fecais nos pontos de monitoramento demonstraram grande variação entre os canais que sofrem intensa contaminação pelos esgotos sanitários.



**Figura 24. 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, Guerengüê, 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, Guerengüê, 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.

## RESULTADOS

a) **Rio Cachoeira** – Oxigênio dissolvido apresentou resultados 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. DBO<sub>5</sub> mais de 70% das amostras coletadas apresentaram valores acima do limite do CONAMA 357/2005. Fósforo total todas as amostras ficaram acima do limite da legislação e para coliformes fecais o resultado do ano de 2005 foi o único que ficou acima do limite legal.

b) **Rio Camorim**: Foi o único que apresentou resultados para coliformes dentro do preconizada pelo CONAMA 357/2005. Para os parâmetros DBO<sub>5</sub> e fósforo total os valores de concentração ultrapassaram o limite legal.

- c) **Rio Pavuninha:** Para parâmetro fósforo total todas as amostras ficaram acima do limite da legislação que é 0,1mg/L, assim como, para oxigênio dissolvido encontrando-se abaixo do mínimo estabelecido legalmente. Com relação à presença de coliformes fecais os resultados de 2005 e 2008, ultrapassaram o limite legal. Os valores encontrados para DBO<sub>5</sub> também ultrapassaram o máximo estabelecido pelo CONAMA 357/2005.
- d) **Rio Guerengê:** Para parâmetro fósforo total, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio, e coliformes fecais, quase todas as amostras ficaram acima do limite da legislação, ou abaixo do mínimo estabelecido no caso do oxigênio dissolvido.
- e) **Arroio Pavuna:** Os parâmetros fósforo total, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio apresentaram todos os valores das amostras fora do limite estabelecido pelo CONAMA 357/2005, assim como, os resultados para coliformes fecais nos anos de 2003 e 2008.
- f) **Rio Grande:** O parâmetro oxigênio dissolvido apresentou amostras com valores inferiores ao mínimo legal e grande variação no conjunto de amostras. Para parâmetro fósforo total, todas as amostras ficaram acima do limite da legislação e, para coliformes fecais, o resultado em 2005 ultrapassou o limite legal. Em trecho à jusante, o rio Grande apresentou uma qualidade de água inferior quando comparada ao trecho montante. 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.
- g) **Arroio Fundo:** Os parâmetros fósforo total, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio apresentaram todos os valores das amostras fora dos limites estabelecidos pelo CONAMA 357/2005, sendo que os valores de fósforo encontrado no Arroio Fundo foram os maiores encontrados entre todos os pontos de monitorados. Com relação aos coliformes fecais os resultados de 2005 e 2008 apresentaram-se acima do limite legal.
- h) **Rio das Pedras:** 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.
- i) **Rio Marinho:** Para coliformes fecais somente o resultado de 2005 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.

## CONCLUSÕES

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 permitem destacar as principais conclusões:

- a) todos os cursos d'água avaliados apresentaram resultados para os parâmetros: fósforo total, DBO<sub>5</sub> e oxigênio dissolvido acima dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005;
- b) 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 Guerengê;
- c) 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;
- d) 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;



e) o ponto de monitoramento localizado no trecho à montante do rio Grande também apresentou valores de coliformes acima do limite legal;

Nota-se a partir dos resultados 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 qualidade de água nos cursos d'água e, sobretudo, na gestão eficiente dos recursos hídricos, diante dos processos de urbanização e intervenção no meio ambiente.

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.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. BRASIL - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 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.
5. 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.
6. CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Qualidade da Água. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: jun. 2009.
7. 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.
8. CORRÊA, R.L. O espaço urbano. São Paulo: Editora Ática, 1993.
9. FEEMA. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. Complexo Lagunar de Jacarepaguá: diagnóstico de qualidade de água - período 2001/2005. Relatório interno. 2006.
10. FREITAS, A.M. Qualidade das Águas Fluviais: Estudo de Caso da Bacia Hidrográfica de Jacarepaguá – RJ. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
11. IBGE. Censo Demográfico 2000. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2001.
12. 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.
13. IPP. Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. Armazém de Dados. Disponível em: <<http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br>>. Acesso em: jun. 2009.
14. IPP. Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. Plano estratégico da cidade do Rio de Janeiro. 2002. Disponível em: <[www.rio.rj.gov.br/planoestrategico](http://www.rio.rj.gov.br/planoestrategico)>. Acesso em: jun. 2009.
15. JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C.A. Tratamento de esgotos domésticos. 4. ed., Rio de Janeiro, 2005.
16. LESSA, C. O Rio de todos os Brasis. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Record, 2005.
17. LIMA, L.S.; FILHO, H.J.I.; CHAVES, F.J.M. Determinação de demanda bioquímica de oxigênio para teores  $\leq 5\text{mg/L-1 O}_2$ . Revista Analytica, v. 25, out/nov 2006.

18. 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.