

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO DOS MACACOS, MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, RJ, BRASIL.

Lívia G. Muraro¹; Claudia Hamacher²; Marcos A. Fernandez³.

¹ *Graduada em Oceanografia pelo Departamento de Oceanografia e Hidrografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro UERJ, Rua São Francisco Xavier, 524 - bl F 4º andar*

Phone: +55 21 2587-7674, e-mail: lgebara@yahoo.com.br

² *D.Sc. em Química Analítica, Departamento de Química*

Pontifícia Universidade Católica - PUC/RJ, Rua Marques de São Vicente, 225 – ed. Cardeal Leme sl 676

Phone: +55 21 3114-1330, e-mail: claudiah@rdc.puc-rio.br

³ *Prof. D.Sc. do Depto. de Oceanografia e Hidrografia da UERJ, Área Química Analítica pelo Depto. de Química Ambiental da PUC/RJ, e-mail: hallfz@uerj.br*

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi estudar a qualidade da água do Rio dos Macacos, principal tributário da bacia fluvial da Lagoa Rodrigo de Freitas, na zona sul da cidade do Rio de Janeiro, através de medições de vazão e de análises de temperatura, condutividade, pH, nutrientes, carbono orgânico dissolvido e coliformes totais e fecais. Amostras de água foram coletadas mensalmente, em onze estações distribuídas ao longo do rio, de novembro de 2000 a junho de 2001.

O trecho à montante do rio apresentou-se não contaminado por estar fora da influência urbana, com altas concentrações de nitrato e oxigênio dissolvido e baixas concentrações das outras variáveis. No trecho intermediário do rio há um gradiente dos níveis de contaminação em direção à foz, principalmente de parâmetros associados à efluentes domésticos, como coliformes e amônia. O trecho próximo à foz mostrou-se o mais impactado. Neste existe um complexo sistema de canais onde a maior parte do fluxo d'água do Rio dos Macacos, durante o período estudado, foi direcionado não para a Lagoa Rodrigo de Freitas, como esperado, mas para o canal da Rua Visconde de Albuquerque, tendo como destino final a Praia do Leblon.

ABSTRACT

The objective of this work was to study water quality from Rio dos Macacos using flow measures and analysis of temperature, conductivity, pH, nutrients, dissolved organic carbon, total nitrogen and phosphorous and total and faecal coliforms. Rio dos Macacos is the main tributary from Rodrigo de Freitas Lagoon fluvial basin, located at southern Rio de Janeiro city. Water samples were collected monthly, at eleven sampling stations distributed along the river, from november 2000 to june 2001.

Stations located upstream appeared to be non-contaminated, as they are out of urban influence, presenting high concentration of nitrate and dissolved oxygen. A gradient of contamination levels ahead the mouth of the river was observed, specially of parameters related to domestic effluent loads, as coliforms and ammonium. The area close to the mouth of the river was showed to be the most impacted. There is a complex drainage structure, where most part of Rio dos Macacos water flux, at studied period, was headed to Visconde de Albuquerque channel, with final destination at Leblon Beach, instead of entering Rodrigo de Freitas Lagoon, as would be belief.

Palavras-Chave: qualidade de água, nutrientes. water quality, nutrients.

INTRODUÇÃO

O sistema estudado, Rio dos Macacos - bacia hidrográfica da Lagoa Rodrigo de Freitas, é uma área importante em termos culturais e turísticos da cidade do Rio de Janeiro, parte de uma área recreativa de fundamental importância para a população regional (a orla da lagoa, as trilhas para caminhadas e cachoeiras do Horto), onde o status de zona sul carioca influencia bastante no planejamento governamental. Tal ecossistema tem sofrido impacto principalmente de cunho doméstico, através de despejos diretos nos corpos d'água e de aportes de canais pluviais contaminados.

A bacia hidrográfica da Lagoa Rodrigo de Freitas, segundo Muehe & Valentini⁽¹⁾, faz parte do Compartimento de Jacarepaguá, o qual, de forma idêntica ao compartimento da Região dos Lagos, se caracteriza pela presença de cordões litorâneos, represando à sua retaguarda lagunas, como a própria Rodrigo de Freitas, a

Lagoa de Marapendi e o sistema lagunar interligado, Jacarepaguá-Camorim-Tijuca. Já segundo Fernandes *et al.*⁽²⁾, a Lagoa Rodrigo de Freitas é parte integrante da Sub-bacia Lagoa Rodrigo de Freitas que, por sua vez, integra a Bacia Hidrográfica do Atlântico Leste. O Rio dos Macacos, localizado à latitude de 22°57'59'' S e longitude de 43°13'12'' W⁽²⁾, é o principal tributário de tal sistema lagunar. Com cerca de 7,2km² de área de drenagem, o Rio dos Macacos, nasce na Serra da Carioca, mais precisamente nos contrafortes dos morros dos Queimados e Sumaré, em encostas de aproximadamente 520m de altitude, cruzando a Estrada Dona Castorina, drenando os bairros do Alto da Boa Vista, Horto Florestal e Jardim Botânico e desaguando na Lagoa Rodrigo de Freitas na altura do Clube Piraquê⁽³⁾.

Este estudo objetivou caracterizar a qualidade da água de um sistema fluvial de acordo com a urbanização ao seu redor.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia aplicada no estudo da qualidade da água do Rio dos Macacos é baseada em outros estudos similares realizados no Brasil e no exterior e nas sugestões de monitoramentos abordadas por autores e instituições especializadas na questão hídrica, como Muehe & Valentini⁽¹⁾, teses do Departamento de Geoquímica da UFF^(4,5,6,7), trabalhos desenvolvidos por pesquisadores da COPPE/UFRJ^(8,9); e órgãos ambientais de referência, como FEEMA⁽³⁾, SMAC⁽¹⁰⁾ e CPRM⁽¹¹⁾, no Rio de Janeiro.

Para a caracterização do corpo d'água, foram selecionadas onze estações de coleta, segundo as áreas de aportes de riachos e de efluentes domésticos, de locais de recreação, de captação de água e de maior e menor urbanização. Um outro critério para a escolha dos pontos de amostragem foi a acessibilidade ao rio e condições de medição do fluxo d'água. Foram realizadas coletas mensais nas estações ao longo do Rio dos Macacos, por um período de oito meses, de novembro de 2000 a junho de 2001, para caracterização sazonal e espacial do ambiente.

A metodologia analítica consistiu de análises físico-químicas e de nutrientes seguindo Grasshoff *et al.*⁽¹²⁾, e microbiológicas seguindo Cardoso *et al.*⁽¹³⁾, comportando as seguintes variáveis: temperatura, pH, condutividade, oxigênio dissolvido (OD), material particulado em suspensão (MPS), vazão de água, amônia (NH₄⁺), nitrato (NO₃⁻), nitrito (NO₂⁻), fosfato (PO₄³⁻), fósforo total (PT), nitrogênio total (NT), carbono orgânico dissolvido (COD) e colimetria: coliformes fecais (COLI F) e totais (COLI T).

As medidas de vazão das estações são de suma importância para poder-se determinar o balanço de massas do sistema ao longo do tempo. A vazão foi obtida através do seguinte cálculo^(5, 6, 7): $Q = A \times V$; onde: Q - vazão em m³.s⁻¹; A - área da seção transversal em m²; V - velocidade ou fluxo medido em m.s⁻¹.

Foi também realizado o tratamento estatístico dos dados, onde após aplicarmos o Teste de Lilliefors para normalidade, verificou-se uma distribuição não-normal ($p < 0,05$, n entre 77 e 89 para cada parâmetro). Optou-se então, pelo tratamento estatístico não paramétrico. Foram utilizados o Teste de Spearman para verificação do grau de correlação entre os parâmetros; o Teste de Kruskal-Wallis (K-W) com $n = 11$ - anova não paramétrica, testado para cada parâmetro no conjunto de oito coletas - para a avaliação da variação temporal (sazonalidade) de cada parâmetro; e o Teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) com $n = 4$, para a verificação de variabilidade espacial. No último caso, os valores de cada parâmetro medidos nas estações 1 a 4 foram testados contra os valores dos mesmos parâmetros para as mesmas coletas medidos nas estações 5 a 8. Este teste foi feito coleta por coleta. Em todos os testes, o nível de significância adotado foi 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como representação síntese dos resultados obtidos, apresentamos um diagrama do balanço de massa no rio (Fig. 01), onde observamos as principais fontes e saídas

do sistema ao longo dos pontos de coleta; e um gráfico (Fig. 02) de medianas das concentrações de amônia e fosfato e de valores de coliformes fecais, representando algumas das variáveis mais significativas para a caracterização da qualidade da água do rio.



Figura 01 - Diagrama esquemático do Rio dos Macacos mostrando as principais entradas e saídas de água do sistema e as estações de amostragem. O diagrama de cima apresenta as estações 1 a 8 e o de baixo apresenta as estações 9, 10 e 11.

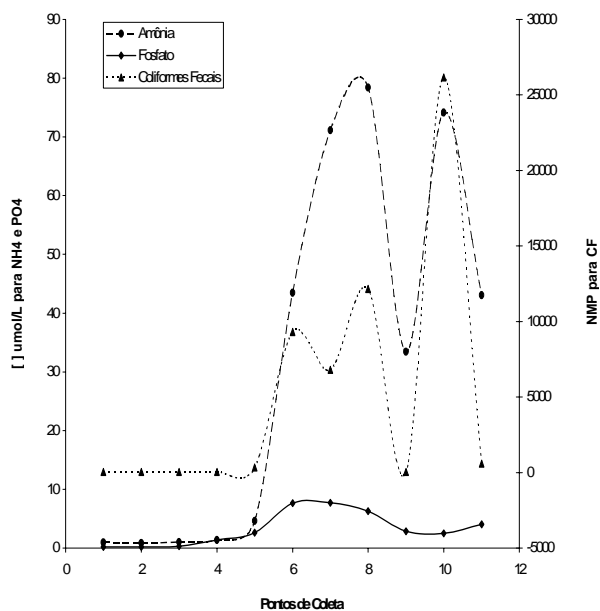


Figura 02 – Gráfico das medianas das concentrações de fosfato e amônia, baseadas na escala da esquerda e das medianas dos valores de coliformes fecais, baseadas na escala da direita, em distribuição temporal, ao longo do curso do Rio dos Macacos.

A interpretação desses resultados é discutida abaixo:

O comportamento dos parâmetros analisados mostrou-se diretamente relacionado a entrada e/ou saída de água do sistema fluvial. É bastante nítido o quadro dos nutrientes, coliformes totais e fecais e oxigênio dissolvido como característico da poluição doméstica na parte final do curso do rio.

A caracterização natural do Rio dos Macacos é de um ambiente oxidante, com background principalmente de nutrientes inorgânicos, devido à sua bacia de drenagem. Nesse caso, a pequena fração de matéria orgânica presente é originária de detritos de vegetação e animais. Tal situação é válida para as estações de amostragem 1, 2 e 3, consideradas adequadas para contato primário segundo o CONAMA 20⁽¹⁴⁾ (para águas de classe I e II). Por isso a estação 1 foi escolhida como ponto controle do trabalho, em geral, apresentando-se em melhores condições.

As estações de amostragem 4 e 5 apresentaram grau de contaminação intermediário. Apesar de em geral apresentarem baixas concentrações de nutrientes, já sofrem aporte visível de carga orgânica, proveniente da grande quantidade de lixo e detritos em suas margens e de pequenos despejos oriundos da ocupação na encosta desse trecho do rio.

A partir da estação 6 (já nas dependências do Parque Jardim Botânico, próximo ao muro divisor com a área do SERPRO - Serviço Federal de Processamentos de Dados), é caracterizada a entrada de efluentes de cunho doméstico. O aumento significativo de amônia, nitrito, e fosfato contribuiu para a elevação dos fluxos de NT e PT

neste ponto; além disso, valores mais altos para colimetria foram observados, confirmando o despejo, mesmo quando não visível.

A principal entrada do sistema ocorre claramente entre as estações 7 e 8, onde foram observadas altas concentrações de nutrientes, de carga orgânica e de colimetria. Este quadro caracteriza o segundo canal de rede pluvial, próximo à Rua Von Martius, como altamente contaminado por esgotos domésticos, que pode ter origem tanto residencial como comercial da área.

Existe uma quebra no gradiente do sistema na estação de amostragem 9, provavelmente devido à uma diluição com águas provenientes de tubulação de origem desconhecida logo abaixo da pavimentação da Rua Jardim Botânico.

A estação 10 apresenta-se altamente contaminada, recebendo efluentes de uma grande extensão urbana, uma vez que drena o Rio Cabeça mais à leste da bacia hidrográfica.

A Lagoa Rodrigo de Freitas na proximidade da desembocadura do rio (estação 11) mostrou-se relativamente menos contaminada que outros pontos do curso baixo do rio, indicando a pequena contribuição do rio para suas águas nos períodos amostrados.

CONCLUSÕES

1. Existe variação espacial dos índices de poluição do Rio dos Macacos. Esta é proporcional ao grau de urbanização de seus segmentos.

2. Não pôde ser constatada uma variação sazonal para os índices de poluição do Rio dos Macacos. Tanto pelo período do estudo ter sido anormalmente caracterizado por longos períodos de seca, principalmente no verão, como pela indisponibilidade de dados pluviométricos de maior frequência para comparação e interpretação dos dados. O que ocorre é a variação temporal de alguns parâmetros analisados na água (pH, temperatura, nitrato, COD e vazão d'água), relacionados à vazão de água no sistema que, por sua vez, está provavelmente ligada à frequência das pequenas chuvas locais e/ou ao manejo de comportas e elevatórias da rede hídrica de toda a área.

3. A poluição do Rio dos Macacos é essencialmente doméstica, constatando-se a presença de despejos irregulares nesse corpo d'água, seja através da lavagem das ruas pelas chuvas que são interceptadas pelos canais pluviais ligados ao Rio dos Macacos, seja pela ligação irregular de tubulações de esgoto doméstico nessa rede (fato reportado até na imprensa durante os últimos dois anos), ou pelo despejo de esgotos in natura no próprio rio.

4. O rio está compreendido em uma complexa rede de drenagem, que antes mesmo de entrar nos limites do Parque Jardim Botânico apresenta desvios de água, mas as principais alterações estão abaixo da Rua Jardim Botânico, sendo canalizado até a desembocadura com a Lagoa Rodrigo de Freitas. Este trecho apresentou quase ausência de fluxo d'água mensurável e uma comporta na foz do rio em péssimo estado de conservação, que mesmo tendo sido encontrada quase sempre aberta durante o período do trabalho, acumulava lixo e detritos maiores.

Tais fatores justificam o baixo fluxo do rio em direção à Lagoa, aliados à existência de outro canal de drenagem, o canal do Jóquei, que direciona as águas, tanto do Rio dos Macacos como do Rio Cabeça, ao canal da Rua Visconde de Albuquerque e, conseqüentemente, à Praia do Leblon.

A existência dessa complexa rede, juntamente com a análise dos nossos dados na estação 11 (já na Lagoa ao lado do Clube Piraquê), nos leva a concluir que a contribuição do Rio dos Macacos, durante o período estudado não foi significativa para a Lagoa Rodrigo de Freitas.

5. O sistema estudado pôde ser dividido em três segmentos diferentes: o primeiro similar a uma situação de equilíbrio e naturalidade do ecossistema (até a estação 3); o segundo como rio gradualmente impactado pela urbanização (até a estação 6); e o terceiro como um canal impactado sob total influência antrópica.

Tal fato nos leva a constatar ao longo de todo o trabalho o quão complexos são os sistemas fluviais urbanos e quão grande a necessidade de estudá-los melhor, para assim, poder-se manejá-los de forma correta, visando também a interação com os corpos d'água costeiros.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à: Depto. Química da PUC; Depto. Oceanografia da UERJ; Geodatum Geotecnologia e Consultoria Ambiental; Biodinâmica Engenharia e Meio Ambiente; FEEMA; Parque Jardim Botânico; Fund. Rio-Águas; Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC); Instituto Pereira Passos (IPP); SERLA; e demais colaboradores do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) MUEHE, D. & VALENTINI, E. 1998. O Litoral do Estado do Rio de Janeiro: uma caracterização físico-ambiental. FEMAR. Rio de Janeiro. 99p.
- (2) FERNANDES, D.; SANTOS, D. F.; ARAUJO, M. V. D. & SANTOS, A. L. 1996. Inventário das estações fluviométricas. V.1. DNAEE. Brasília.
- (3) FEEMA 1995. Lagoa Rodrigo de Freitas – Ações propostas para melhoria da Bacia. Relatório final do grupo de trabalho criado pelo decreto nº 13539.
- (4) CARNEIRO, M. E. R. 1992. Ciclo anual do aporte fluvial e o estoque de matéria biogênica no sistema lagunar de Piratininga - RJ. Dissertação de Mestrado. Curso de pós-graduação em Geociências. Departamento de Geoquímica. Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. 154p.
- (5) FIGUEIREDO, R. O. 1995. Fluxos hidrogeoquímicos e sua relação com fatores ambientais nas bacias de drenagem do sistema fluvio-lagunar de Maricá-Guarapina, RJ. Dissertação de Mestrado. Curso de pós-graduação em Geociências. Departamento de Geoquímica. Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. 115p.
- (6) CUNHA, L. C. 1996. Dinâmica de nutrientes e biomassa algal no sistema lagunar de Piratininga, Niterói, RJ: efeitos da instalação de uma comporta. Dissertação de Mestrado. Curso de pós-graduação em

Geociências. Departamento de Geoquímica. Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. 118p.

- (7) FARIAS, C. O. 1997. Fatores controladores do aporte atmosférico e transporte fluvial de substâncias inorgânicas dissolvidas na bacia do rio Ubatiba, Maricá, RJ. Dissertação de Mestrado. Curso de pós-graduação em Geociências. Departamento de Geoquímica. Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. 93p.
- (8) VALENTINI, E. 1994. Parecer técnico de vistoria de campo ao sistema lagunar de Maricá – RJ. Relatório Técnico COPPETEC: ET - s/n (dativo). Para SERLA RJ.
- (9) COSTA, H. 1998. Uma avaliação da qualidade das águas costeiras do Estado do Rio de Janeiro. FEMAR. Rio de Janeiro. 261p.
- (10) BUENO, M. C. D. & LUCARINY, C. D. G. 1998. Programa de monitoramento dos ecossistemas costeiros urbanos do município do Rio de Janeiro. Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMAC) / Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, RJ. 47p.
- (11) BIZERRIL, C. R. S. F.; TOSIN, P. C. & de ARAÚJO, L. M. N. (organizadores) 1998. Contribuição ao conhecimento da bacia do rio Paraíba do Sul: coletânea de estudos. ANEEL: CPRM. Rio de Janeiro. 128p.
- (12) GRASSHOFF, K.; EHRHARDT, M. & KREMLING, K. (ed.) 1983. Methods of seawater analysis. 2nd ed. Verlag Chemie. 187p.
- (13) CARDOSO, W. M.; da SILVA, G. G. & CANO, V. 1985. Análise microbiológica de alimentos. MERCK ed. Rio de Janeiro, RJ. 63p.
- (14) CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE 1992 - Resoluções do CONAMA, 1984/91. 4ª ed. Rev. e aum. Brasília, SEMAM - IBAMA, 245p.