



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CÓRREGO DOS MACACOS NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO MOGI GUAÇU, NO MUNICÍPIO DE MOGI GUAÇU – SP¹

Fernando Verdenacci Madruga¹; Fábio Augusto Gomes Vieira Reis²;
Gerson Araujo de Medeiros³; Lucilia do Carmo Girdano⁴

RESUMO

O crescimento contínuo e desorganizado da população e das cidades, associado à falta de saneamento têm levado a um quadro de degradação dos recursos hídricos das principais bacias hidrográficas brasileiras. O objetivo do presente trabalho é avaliar a influência do afluyente córrego dos Macacos na qualidade da água do rio Mogi Guaçu, em Mogi Guaçu - SP. O estudo foi realizado nos meses de julho e agosto de 2006, por meio da análise da qualidade da água no rio Mogi Guaçu, a montante e a jusante da confluência com o Córrego dos Macacos, e no referido córrego. Os seguintes parâmetros da qualidade de água químicos e biológicos foram avaliados: sólidos totais dissolvidos (STD), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), sulfeto (S), amônia (NH₃), nitrato (NO₃), fósforo (P), ferro (Fe) e coliformes totais. Os resultados demonstraram que a qualidade da água do rio Mogi Guaçu é alterada após a confluência com o córrego dos Macacos. As cargas diárias de STD, S, NH₃, NO₃, P e Fe, lançadas no rio Mogi Guaçu a partir do córrego dos Macacos, alcançaram 1077; 45; 14,8; 18,1; 1,8 e 3,0 kg.

Palavras-chave: qualidade da água; recursos hídricos, micro bacia.

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF MACACOS STREAM IN THE WATER QUALITY OF MOGI GUAÇU RIVER, IN THE COUNTY OF MOGI GUAÇU, STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL

ABSTRACT

The continuous and disorganized growth of the population and of the cities, associated to the absence of sanitation has caused to a degradation of the water resources at the main brazilian watersheds. The main goal of this research is to evaluate the influence of the Macacos stream on water quality of the Mogi Guaçu river, at county of Mogi Guaçu, state of São Paulo, Brazil. The experiment was carried out on months of July and August of 2006, by means of the analysis of the water quality in the Mogi Guaçu river, upstream and downstream of the confluence with the Macacos stream, and in him referred stream. The following biological and chemical parameters of the water quality were evaluated: total solids dissolved (TDS), dissolved oxygen (DO), biochemical demand of oxygen (BDO), chemical demand of oxygen (CDO), sulphite (S), ammonia (NH₃), nitrate (NO₃), phosphorus (P), iron (Fe) and total coliforms. The results showed that the water quality of the Mogi Guaçu river is changed after confluence with the Macacos stream. The daily load of TDS, S, NH₃, NO₃, P e Fe, dumped in the Mogi Guaçu river from Macacos stream, reached 1,077; 45; 14.8; 18.1; 1.8 and 3.0 kg.

Keywords: water quality, water resources, micro basin.

Trabalho recebido em 10/07/2008 e aceito para publicação em 10/08/2008.

¹ Engenheiro Ambiental do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal (UNIPINHAL).

² Geólogo, Doutor, Ecogeologia Consultoria Ambiental, Rua 8-B, n. 842, Vila Indaiá, Rio Claro – SP, CEP 13506-743. E-mail: fabio@ecogeologia.com.br;

³ Doutor; Faculdade de Tecnologia de Indaiatuba (FATEC-ID), Rua Dom Pedro I, n. 65, Bairro Cidade Nova, Indaiatuba – SP, CEP 13334-100. E-mail: gerson@fatecindaiatuba.edu.br

⁴ Ecóloga, Doutora, Docente da Faculdade Municipal Professor Franco Montoro (FMPFM), Ecogeologia Consultoria Ambiental, Rua 8-B, n. 842, Vila Indaiá, Rio Claro – SP, CEP 13506-743 e-mail: lcg@ecogeologia.com.br

1. INTRODUÇÃO

A degradação dos recursos hídricos é um dos mais evidentes reflexos da crise ambiental da sociedade contemporânea, a qual está alicerçada no crescimento populacional, na mudança dos hábitos de consumo, na geração da poluição pelos processos produtivos e pela falta de saneamento básico. Tal degradação tem levado a um quadro de escassez de água em importantes bacias hidrográficas brasileiras, mesmo naquelas com um regime pluviométrico favorável.

A água é poluída quando as atividades humanas a tornam inadequada para um uso específico. A natureza e a extensão da poluição podem ser definidas pelo uso intencionado das águas. Uma vez que os lençóis de águas são contaminados, torna-se extremamente difícil e proibitivamente caro corrigir o problema (REIS et al., 2008).

Um importante aspecto relacionado a poluição dos principais rios brasileiros, refere-se a carga de poluentes recebida de seus contribuintes, principalmente os que atravessam as áreas urbanas. Nesse aspecto, alguns autores têm verificado que os córregos urbanos apresentam-se poluídos, principalmente pelo lançamento de esgoto doméstico sem qualquer tratamento nos corpos d'água (OLIVEIRA et al., 2008; SILVA & JARDIM, 2007;

BRITES & GASTALDINI, 2007; ANDRADE et al., 2007; ROMITELLI & PATERNIANI, 2007; GIATTI et al., 2004; BORGES et al., 2003; SILVEIRA et al., 2003).

A bacia do rio Mogi Guaçu é uma das mais importantes bacias do leste do Estado de São Paulo, com uma população estimada em aproximadamente três milhões de habitantes, sendo considerada uma das áreas que apresentam escassez de água. Além dos problemas relacionados à quantidade de água no período de estiagem, há também aqueles ligados à qualidade da água pela contaminação de mananciais devido ao lançamento de esgotos domésticos dos principais municípios, como Araras, Pirassununga, Mogi-Guaçu e São João da Boa Vista. (MEDEIROS et al., 2008).

Uma importante informação para os órgãos de gestão das águas dessa bacia refere-se ao monitoramento da qualidade dos córregos de pequenas e micro bacias hidrográficas que afluem ao rio Mogi Guaçu, a fim de se elaborar estratégias para a sua conservação ou preservação. Os poucos estudos realizados nessa bacia demonstram um quadro de poluição das águas de seus principais contribuintes, notadamente nas áreas urbanas, como o rio Jaguari Mirim (MEDEIROS et al., 2008) e

o ribeirão dos Porcos (ALMEIDA et al., 2004).

O córrego dos Macacos é um curso d'água que atravessa a área urbana do município de Mogi Guaçu. Tal córrego apresenta problemas relacionados à qualidade de água, conforme observado por Reis et al. (2008).

Por ser um dos afluentes do rio Mogi Guaçu, torna-se relevante avaliar a sua qualidade e investigar qual o possível impacto que possa provocar no local de seu deságüe.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como principal objetivo avaliar a influência do Córrego dos Macacos, no trecho da área urbana no município de Mogi Guaçu (SP), sobre a qualidade da água do rio Mogi Guaçu na confluência desses dois corpos d'água.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área do estudo

A unidade de gerenciamento de recursos hídricos do Mogi Guaçu (UGRHI - 09) localiza-se na região do nordeste do Estado de São Paulo e sudoeste de Minas Gerais, ocupando uma área de 14.653 km², de forma aproximadamente retangular que se desenvolve no sentido Sudoeste-Noroeste (CBH - MOGI, 1999, 1995).

O rio Mogi Guaçu nasce no Estado de Minas Gerais, no município de Bom

Repouso. Nesse estado a bacia do rio Mogi Guaçu abrange dez municípios, atingindo uma população de 155.201 habitantes. No trecho paulista da bacia, o qual está compreendido entre os paralelos 21° 45' e 22 °45' S, tem-se uma população total de 1.209.008 habitantes, abrangendo cerca de trinta e oito municípios, destacando-se Araras, Itapira, Jaboticabal, Mogi Guaçu, Mogi Mirim, Pirassununga e São João da Boa Vista.

Mogi Guaçu localiza-se a 170 km da cidade de São Paulo, sendo o acesso feito pela rodovia SP-340 (rodovia Ademar de Barros). O município possui uma área de 813,14 km², com uma população de aproximadamente 124.000 habitantes. Esse município está situado geomorfologicamente próximo da região limite do Planalto Atlântico com a Depressão Periférica, sendo que os municípios vizinhos, Espírito Santo do Pinhal, São João da Boa Vista, Andradas, que estão inseridos no Planalto Atlântico, possuem relevos íngremes, enquanto que na Depressão Periférica predomina um relevo de ondulações suaves. Nesta área ocorrem os rios Corumbataí, Piracicaba, Tietê e o próprio Mogi Guaçu. Por estar próximo aos limites de várias formações geológicas e próximo a cursos de rios, esta região coincide com a maior abundância de depósitos aluvionares (Qa) (CBH-MOGI, 1999).

A formação do solo da região ocorreu por intemperismo de arenitos, argilitos, siltitos e rochas intrusivas basálticas e são de tonalidades avermelhadas (IPT, 1981). São caracterizados como solos minerais, com horizontes B latossólico. A textura vai de média argilosa a muito argilosa e com grandes profundidades. Ocorrem, também, manchas pequenas de Latossolos Roxos. Estes apresentam teor de ferro mais elevado e textura, às vezes, mais argilosa. Podem ocorrer folhelhos vermelhos e esverdeados, conglomerados, diamictitos e ritimitos. Os arenitos finos e siltitos podem

estar intercalados por lentes de arenito grosso e às vezes por lentes de conglomerados com seixos do embasamento cristalino.

A rede de esgoto está disponível em 31.585 domicílios, o abastecimento de água potável em 31.966 domicílios e a coleta de lixo em 32.347 domicílios (IBGE, 2002).

O presente estudo foi realizado no rio Mogi Guaçu e no córrego dos Macacos, o qual atravessa a área urbana do município de Mogi Guaçu. Na Figura 1 está assinalada a área de amostragem.

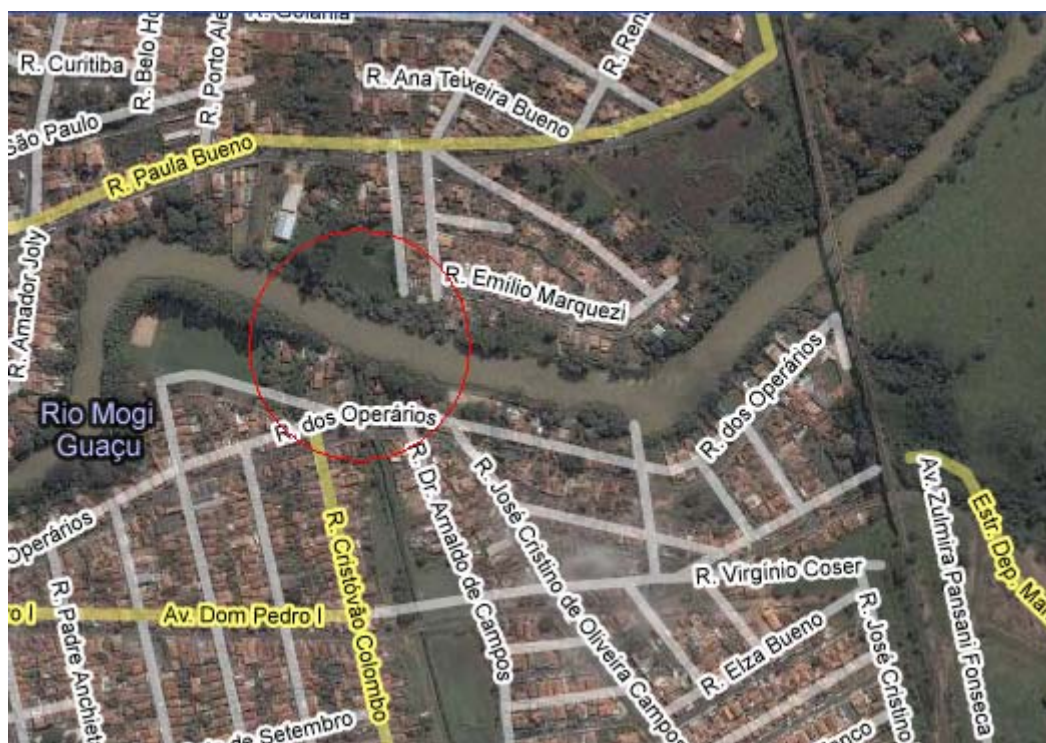


Figura 1. Confluência do rio Mogi Guaçu com o córrego dos Macacos, em Mogi Guaçu – SP.

2.2. Seleção dos locais de amostragem de água

Na primeira etapa do trabalho foi levantado o mapa topográfico de Mogi Guaçu, identificando toda a extensão do córrego, sendo demarcados preliminarmente possíveis pontos de interesse.

Posteriormente foi realizado o trabalho de campo em toda a extensão do córrego dos Macacos, identificando os pontos e observando as características ambientais gerais. Foi identificada a nascente do córrego e o local de seu deságüe no rio Mogi Guaçu (Figura 1), no qual foram realizadas as coletas da água para a análise de sua qualidade, visando identificar possíveis pontos de contaminação.

Escolheu-se um total de quatro pontos para a coleta de água no rio Mogi Guaçu. Os dois primeiros a 5 e 100 m a montante da confluência com o Córrego dos Macacos, os quais correspondem a PM1 e PM2 respectivamente. Os demais pontos a 5 e 100 m a jusante do local de deságüe do córrego dos Macacos, os quais serão denominados PJ1 e PJ2 respectivamente.

No córrego dos Macacos o ponto escolhido de amostragem localizou-se a 5 m da confluência com o rio Mogi Guaçu, o qual corresponde a PCM.

2.3. Medições fluviométricas

Nas datas da coleta obteve-se os dados de vazão do rio Mogi Guaçu, os quais foram fornecidos por uma empresa da cidade de Mogi Guaçu, a qual estima o caudal diário do rio a partir da leitura de uma régua limnimétrica e da curva chave da seção fluviométrica, conforme descrito por Santos et al. (2001). Já no córrego dos Macacos a vazão foi estimada a partir do método dos flutuadores (SANTOS et al., 2001), próximo à confluência com o rio Mogi Guaçu.

2.4. Análise da qualidade de água

As amostras de água para a análise química foram coletadas no período de julho a agosto de 2006, nas seguintes datas: 11, 18 e 25 de julho e 1º, 8 e 15 de agosto. Utilizou-se frascos de plástico de 3 L, sendo os seguintes parâmetros avaliados: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), oxigênio dissolvido (OD), sólidos totais dissolvidos (STD), sulfeto, amônia, nitrato, ferro e fósforo total.

Além dos parâmetros químicas, foram coletadas amostras em embalagem plástica de 100 mL apropriadas para a realização de análises microbiológicas de coliformes totais.

As análises foram realizadas pelo laboratório New Lab, situado na cidade de Mogi Mirim (SP), o qual adota as metodologias preconizadas pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1995).

Os resultados foram comparados com os limites recomendados pela resolução CONAMA 357/05 para rios de Classe 2 (CONAMA, 2005).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Resultados das medições fluviométricas

A Figura 2 apresenta os resultados das medições fluviométricas realizada no rio Mogi Guaçu e no córrego dos Macacos, no período de julho a agosto de 2006.

A vazão média, no período avaliado, atingiu 16,4 e 0,22 m³ s⁻¹ no rio Mogi Guaçu e no Córrego dos Macacos respectivamente. Observa-se nesse gráfico que os padrões de variação de vazão ao longo do tempo são diferentes entre ambos os corpos d'água, provavelmente devido a influência das captações de água no regime de vazão no rio Mogi Guaçu.

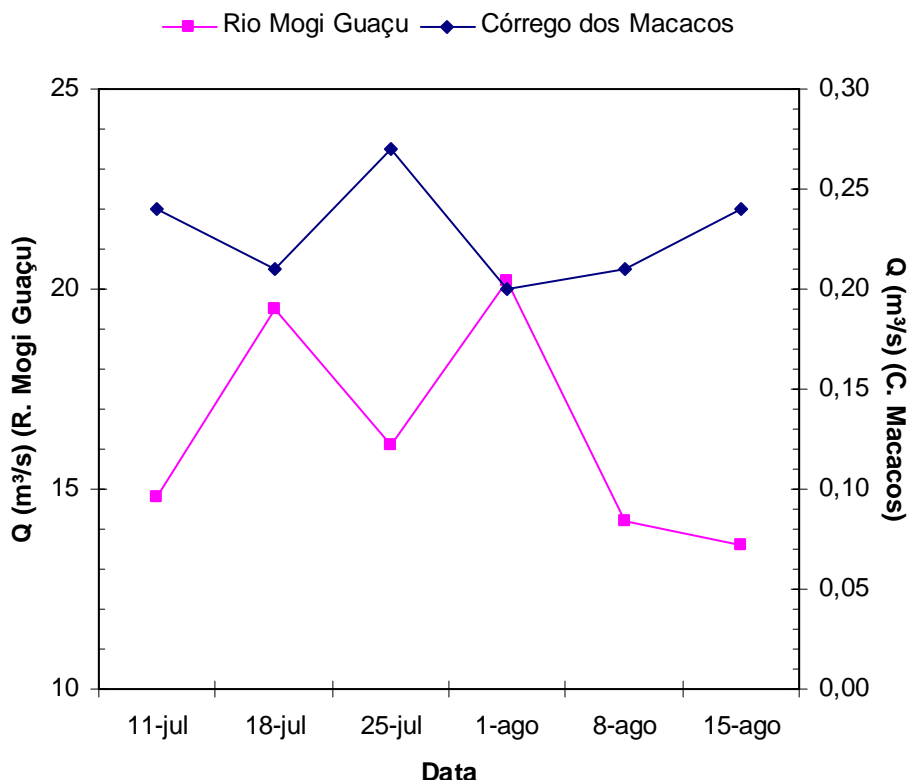


Figura 2. Variação da vazão nos rio Mogi Guaçu e no córrego dos Macacos, no período de julho a agosto de 2006.

3.2. Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

A Tabela 1 apresenta a variação dos sólidos totais dissolvidos (STD) em ambos os corpos d'água avaliados no presente estudo.

O valor médio de sólidos totais dissolvidos no rio Mogi Guaçu, a montante da confluência com o córrego dos Macacos, atingiu $23,0 \text{ mg L}^{-1}$ e apresentou uma amplitude de 14 a 47 mg L^{-1} , enquanto que a jusante desse local alcançou-se uma concentração média de $31,9 \text{ mg L}^{-1}$ e uma faixa de variação de 19 a 50 mg L^{-1} . Já na foz do córrego dos Macacos a média de STD foi de $55,7 \text{ mg L}^{-1}$, sendo o mínimo de 23 mg L^{-1} e o máximo de 89 mg L^{-1} . Tais concentrações foram inferiores aquela obtida por Silveira et al. (2003), em micro bacias urbanizadas de Santa Maria, RS, e que atingiu $180,0 \text{ mg L}^{-1}$. Portanto, houve um aumento na concentração média dos sólidos totais dissolvidos a jusante do encontro dos dois corpos d'água devido ao aporte do córrego dos Macacos, o qual equivale a $1.077 \text{ kg dia}^{-1}$ de STD. Apesar desse aporte, a concentração de STD esteve abaixo de 500 mg L^{-1} , a qual corresponde ao limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/05 para rios de classe 2.

3.3. Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Os resultados de demanda química de oxigênio são apresentados na Tabela 2. Nessa tabela pode-se observar uma degradação na qualidade da água de montante para jusante do ponto de deságüe do córrego dos Macacos no rio Mogi Guaçu.

Os valores médios de DQO, no rio Mogi Guaçu, a montante e a jusante da foz do córrego dos Macacos atingiram 11,4 e $17,0 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ respectivamente. Nesses mesmos locais a faixa de variação da DQO foi de 9 a $14 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ e de 11 a $22 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ respectivamente. Tais valores são próximos daqueles relatados por Medeiros et al. (2008) para o rio Jaguari Mirim, após a atravessar a área urbana de São João da Boa Vista, os quais variaram de 7 a $24 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$.

No córrego dos Macacos observaram-se valores superiores de DQO em relação aqueles do rio Mogi Guaçu, sendo a média de $\text{mg O}_2 \text{ L}^{-1}$, o mínimo de $17 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ e o máximo de $36 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$. Esses valores são inferiores aos verificados por outros autores que realizaram estudos em micro bacias hidrográficas urbanizadas, como Silveira et al. (2003) e Borges et al. (2003).

A resolução CONAMA 357/2005 não estabelece limites para esse parâmetro de qualidade da água.

Tabela 1. Valores de concentração de sólidos totais dissolvidos no rio Mogi Guaçu e no córrego dos Macacos, no município de Mogi Guaçu, no período de julho a agosto de 2006.

Data	Locais de Amostragem				
	PM1	PM2	PJ1	PJ2	PCM
	----- mg L ⁻¹ -----				
11 de julho	21	20	33	35	62
18 de julho	22	24	29	30	77
25 de julho	16	16	24	27	39
1º de agosto	44	47	50	52	89
8 de agosto	14	16	22	19	23
15 de agosto	17	19	29	33	44

Tabela 2. Valores da demanda química de oxigênio no rio Mogi Guaçu e no córrego dos Macacos, no município de Mogi Guaçu, no período de julho a agosto de 2006.

Data	Locais de Amostragem				
	PM1	PM2	PJ1	PJ2	PCM
	----- mg O ₂ L ⁻¹ -----				
11 de julho	14	14	21	18	23
18 de julho	10	11	17	20	29
25 de julho	12	11	15	15	17
1º de agosto	14	12	21	22	36
8 de agosto	10	9	14	16	17
15 de agosto	10	10	11	14	29

3.4. Oxigênio Dissolvido

Apresentam-se na Tabela 3 os resultados da análise de oxigênio dissolvido, realizadas no rio Mogi Guaçu e no córrego dos Macacos, em Mogi Guaçu – SP, no período de julho a agosto de 2006.

As análises desse parâmetro seguem o comportamento observado no SDT e

DQO, ou seja, uma degradação do rio Mogi Guaçu de montante para jusante da foz do córrego dos Macacos, além do fato desse córrego apresentar os piores índices de qualidade da água, em todas as datas avaliadas, quando comparados ao referido rio.

Tabela 3. Valores de oxigênio dissolvido no rio Mogi Guaçu e no córrego dos Macacos, no município de Mogi Guaçu, no período de julho a agosto de 2006.

Data	Locais de Amostragem				
	PM1	PM2	PJ1	PJ2	PCM
	----- mg O ₂ L ⁻¹ -----				
11 de julho	5,45	5,41	5,29	5,32	4,02
18 de julho	5,49	5,52	5,4	5,47	3,81
25 de julho	5,59	5,54	5,33	5,41	4,27
1º de agosto	5,16	5,11	4,79	4,87	3,45
8 de agosto	5,54	5,52	5,29	5,27	4,11
15 de agosto	5,41	5,33	5,02	4,98	3,56

Os valores médios, mínimos e máximos de OD no rio Mogi Guaçu, a montante e a jusante da foz do referido córrego, atingiram 5,42, 5,11 e 5,59 mg O₂ L⁻¹ e 5,20, 4,79 e 5,47 mg O₂ L⁻¹ respectivamente. No córrego dos Macacos o teor de OD médio alcançou 3,9mgO₂ L⁻¹, enquanto os valores mínimo e máximo foram de 3,45 e 4,27 mg O₂ L⁻¹ respectivamente.

A resolução CONAMA 357/2005 estabelece um limite mínimo para OD de 5,0 mg O₂ L⁻¹, para rios de classe 2. Portanto, o córrego dos Macacos não atendeu as exigências dessa resolução em qualquer das datas avaliadas. Além disso, no dia 1º de agosto, quando se observou o valor mínimo de OD nesse córrego, se verificou o único momento que o rio Mogi Guaçu não atendeu ao limite estabelecido

na resolução CONAMA 357/2005, a jusante da referida foz.

Medeiros et al. (2008) encontraram teores de OD superiores ao do presente trabalho no rio Jaguari Mirim, os quais variaram de 5,0 a 7,9 mg O₂ L⁻¹. Já Romitelli & Paterniani (2007), Silveira et al. (2007) e Brites & Gastaldini (2007) também observaram concentrações de OD inferiores aquele exigido pela resolução CONAMA 357/2005 em micro bacias hidrográficas urbanizadas.

3.5. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Podem-se observar os resultados de demanda bioquímica de oxigênio avaliados no rio Mogi Guaçu e no córrego dos Macacos, por meio da Tabela 4.

Tabela 4. Valores de demanda bioquímica de oxigênio no rio Mogi Guaçu e no córrego dos Macacos, no município de Mogi Guaçu, no período de julho a agosto de 2006.

Data	Locais de Amostragem				
	PM1	PM2	PJ1	PJ2	PCM
	----- mg O ₂ L ⁻¹ -----				
11 de julho	0,32	0,3	0,47	0,89	2,71
18 de julho	0,37	0,31	0,68	0,77	3,13
25 de julho	0,4	0,51	0,69	0,77	2,19
1º de agosto	0,73	0,62	1,02	1,07	2,99
8 de agosto	0,22	0,27	0,49	0,51	2,25
15 de agosto	0,34	0,22	0,47	0,52	2,01

Em todas as datas avaliadas ambos os corpos d' água apresentaram um valor de DBO inferior ao limite máximo estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005, o qual corresponde a 5,0 mg O₂ L⁻¹. Todavia deve-se destacar, mais uma vez, a degradação da qualidade de água no rio Mogi Guaçu a partir do ponto de deságüe do córrego dos Macacos.

Os valores médios, máximos e mínimos, no rio Mogi Guaçu, a montante e a jusante da foz do córrego dos Macacos, atingiram 0,38, 0,22 e 0,73 mg O₂ L⁻¹ e 0,70, 0,47 e 1,07 mg O₂ L⁻¹ respectivamente, enquanto no córrego dos Macacos observou-se 2,55, 2,01 e 3,13 mg O₂ L⁻¹ respectivamente. Esses valores de OD demonstram uma qualidade da água melhor quando comparados a outros estudos relacionados a micro e pequenas bacias hidrográficas urbanizadas, como os

desenvolvidos por Silveira et al. (2003) e Brites & Gastaldini (2007), nos quais foram ultrapassados o limite estabelecido pela referida resolução.

3.6. Sulfeto

A diferença no teor de sulfeto foi significativa quando se comparam os resultados no rio Mogi Guaçu e no córrego dos Macacos, além de demonstrar a influência do referido córrego na qualidade da água desse rio (Tabela 5).

Os valores médios observados no rio Mogi Guaçu, a montante e a jusante, e no córrego dos Macacos atingiram 0,0006, 0,0010 e 2,31 mg L⁻¹ respectivamente, enquanto as concentrações mínimas e máximas alcançaram 0,0001 e 0,0009 mg L⁻¹, 0,0006 e 0,0019 mg L⁻¹ e 1,87 e 2,96 mg L⁻¹ respectivamente.

Tabela 5. Valores de concentração de sulfeto no rio Mogi Guaçu e no córrego dos Macacos, no município de Mogi Guaçu, no período de julho a agosto de 2006.

Data	Locais de Amostragem				
	PM1	PM2	PJ1	PJ2	PCM
	----- mg L ⁻¹ -----				
11 de julho	0,0008	0,0008	0,0019	0,0011	2,23
18 de julho	0,0007	0,0009	0,0012	0,0011	2,85
25 de julho	0,0008	0,0009	0,0011	0,001	1,98
1º de agosto	0,0001	0,0001	0,0006	0,0009	2,96
8 de agosto	0,0005	0,0004	0,0007	0,0009	1,87
15 de agosto	0,0006	0,0006	0,001	0,0007	1,98

Tais valores representam uma diferença relativa de, aproximadamente, 230.000 %. O aporte de sulfeto no rio Mogi Guaçu devido às águas do córrego dos Macacos atinge cerca de 45,0 kg dia⁻¹.

3.7. Nitrogênio Amoniacal (NH₃)

Os resultados de nitrogênio amoniacal são apresentados na Tabela 6. Nessa tabela pode-se observar uma qualidade inferior da água de montante para jusante do ponto de deságüe do córrego dos Macacos no rio Mogi Guaçu.

Os resultados demonstram que ambos os corpos d'água apresentaram teores de nitrogênio amoniacal total inferiores ao limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005, o qual corresponde a 3,7 mg L⁻¹, em todos os pontos e datas avaliados.

Os valores médios, máximos e mínimos, no rio Mogi Guaçu, a montante e a jusante da foz do córrego dos Macacos, atingiram 0,041, 0,027 e 0,052 mg O₂ L⁻¹ e 0,060, 0,041 e 0,082 mg L⁻¹ respectivamente, enquanto no córrego dos Macacos observou-se 0,76, 0,51 e 1,11 mg L⁻¹ respectivamente.

Medeiros et al. (2008) e Romitelli & Paterniani (2007) observaram uma variação na concentração de nitrogênio amoniacal de 0,08 a 0,2 mg L⁻¹ e de 0,0001 a 4,0 mg L⁻¹ respectivamente, nos rios Jaguari Mirim e no Córrego Bonifácio, em Jundiaí, respectivamente.

O aporte de nitrogênio amoniacal no rio Mogi Guaçu, devido às águas do córrego dos Macacos, atinge cerca de 14,8 kg dia⁻¹.

Tabela 6. Valores de concentração de nitrogênio amoniacal no rio Mogi Guaçu e no córrego dos Macacos, no município de Mogi Guaçu, no período de julho a agosto de 2006.

Data	Locais de Amostragem				
	PM1	PM2	PJ1	PJ2	PCM
	----- mg L ⁻¹ -----				
11 de julho	0,049	0,044	0,066	0,082	0,68
18 de julho	0,038	0,04	0,058	0,071	0,97
25 de julho	0,048	0,052	0,067	0,063	0,57
1º de agosto	0,039	0,046	0,049	0,041	1,11
8 de agosto	0,027	0,028	0,042	0,047	0,51
15 de agosto	0,042	0,039	0,063	0,069	0,74

Tal valor é bem inferior ao observado por Silva & Jardim (2007) no rio Atibaia, em Campinas – SP, o qual variou de 30 a 5.000 kg dia⁻¹.

3.8. Nitrato (NO₃)

Na Tabela 7 são apresentados os resultados das análises de nitrato no rio Mogi Guaçu e no córrego dos Macacos.

Pode-se observar, a partir dos valores encontrados, que tanto o rio Mogi Guaçu quanto o seu afluente apresentaram concentrações de nitrato abaixo do limite estabelecido de 10 mg L⁻¹ pela resolução CONAMA 357/2005.

As concentrações de nitrato no córrego dos Macacos foram bem superiores aquelas verificadas no rio Mogi Guaçu e, como visto nos parâmetros SDT, DQO, OD, DBO, sulfeto e NH₃, causou

um impacto negativo na qualidade de água desse rio a partir do local de deságüe.

Os valores médios, máximos e mínimos de nitrato, a montante e a jusante da foz do córrego dos Macacos, atingiram 0,051, 0,032 e 0,071 mg L⁻¹ e 0,069, 0,049 e 0,099 mg L⁻¹ respectivamente, enquanto no córrego dos Macacos observou-se 3,24, 1,89 e 4,21 mg L⁻¹ respectivamente. Romitelli & Paterniani (2007) registraram uma concentração média de nitrato de 7,5 mg L⁻¹ e um máximo de 15 mg L⁻¹ no córrego Bonifácio. Já Medeiros et al. (2008) observaram uma variação de 0,1 a 1,0 mg L⁻¹ na concentração desse parâmetro de qualidade da água no rio Jaguari Mirim, afluente do rio Mogi Guaçu.

A carga poluente de nitrato carregada pelo córrego dos Macacos até o rio Mogi Guaçu corresponde, em média, a 18,1 kg dia⁻¹.

Tabela 7. Valores de concentração de nitrato no rio Mogi Guaçu e no córrego dos Macacos, no município de Mogi Guaçu, no período de julho a agosto de 2006.

Data	Locais de Amostragem				
	PM1	PM2	PJ1	PJ2	PCM
	----- mg L ⁻¹ -----				
11 de julho	0,063	0,071	0,099	0,072	3,5
18 de julho	0,042	0,038	0,049	0,055	4,12
25 de julho	0,05	0,043	0,058	0,068	3,07
1º de agosto	0,059	0,052	0,067	0,061	4,21
8 de agosto	0,036	0,032	0,06	0,054	2,67
15 de agosto	0,067	0,062	0,093	0,088	1,89

3.9. Ferro (Fe)

A partir da análise dos resultados de teor de ferro apresentados na Tabela 8, pode-se constatar que o rio Mogi Guaçu não ultrapassou o limite da concentração desse elemento químico preconizado pela resolução CONAMA 357/2005, para rios de classe 2, o qual corresponde a 0,30 mg L⁻¹. Todavia, esse limite foi ultrapassado em todas as determinações realizadas no córrego dos Macacos, o qual afetou negativamente a qualidade da água do rio Mogi Guaçu, a partir da confluência dos dois corpos d'água.

Os valores médios de Fe observados no rio Mogi Guaçu, a montante e a jusante, e no córrego dos Macacos atingiram 0,016, 0,072 e 0,50 mg L⁻¹ respectivamente, enquanto as concentrações mínimas e máximas alcançaram 0,004 e 0,033 mg L⁻¹, 0,016 e

0,27 mg L⁻¹ e 0,32 e 0,89 mg L⁻¹ respectivamente.

O aporte médio de ferro dissolvido lançado no rio Mogi Guaçu a partir da confluência com o córrego dos Macacos atinge 3,0 kg dia⁻¹.

3.10. Fósforo Total (P)

Os resultados da concentração do fósforo total são apresentados na Tabela 9, na qual pode-se observar uma piora na qualidade da água de montante para jusante do ponto de deságüe do córrego dos Macacos no rio Mogi Guaçu.

Nos dias 11 e 18 de julho e 1º de agosto o rio Mogi Guaçu, nos pontos a jusante da confluência com o córrego dos Macacos, apresentou teores de fósforo superiores ao limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005 para esse elemento químico, o qual corresponde a 0,1 mg L⁻¹.

Tabela 8. Valores de concentração de ferro no rio Mogi Guaçu e no córrego dos Macacos, no município de Mogi Guaçu, no período de julho a agosto de 2006.

Data	Locais de Amostragem				
	PM1	PM2	PJ1	PJ2	PCM
	----- mg L ⁻¹ -----				
11 de julho	0,01	0,011	0,27	0,17	0,47
18 de julho	0,004	0,012	0,018	0,016	0,38
25 de julho	0,016	0,018	0,022	0,024	0,39
1º de agosto	0,029	0,033	0,049	0,046	0,89
8 de agosto	0,016	0,018	0,024	0,17	0,32
15 de agosto	0,014	0,016	0,022	0,029	0,56

Tabela 9. Valores de concentração de fósforo total no rio Mogi Guaçu e no córrego dos Macacos, no município de Mogi Guaçu, no período de julho a agosto de 2006.

Data	Locais de Amostragem				
	PM1	PM2	PJ1	PJ2	PCM
	----- mg L ⁻¹ -----				
11 de julho	0,04	0,06	0,13	0,11	0,184
18 de julho	0,07	0,09	0,17	0,17	0,213
25 de julho	0,07	0,08	0,11	0,09	0,146
1º de agosto	0,08	0,11	0,17	0,19	0,219
8 de agosto	0,01	0,02	0,05	0,05	0,149
15 de agosto	0,012	0,09	0,016	0,019	0,256

Já no córrego dos Macacos esse limite foi superado em todas as datas de avaliação da qualidade da água.

Os valores médios de P, no rio Mogi Guaçu, a montante e a jusante da foz do córrego dos Macacos, atingiram 0,06 e 0,11 mg L⁻¹ respectivamente. Nesses mesmos locais a faixa de variação do

fósforo foi de 0,01 a 0,11 mg L⁻¹ e de 0,02 a 0,19 mg L⁻¹ respectivamente. Já no córrego dos Macacos os valores médio, mínimo e máximo foram de 0,19, 0,146 e 0,256 mg L⁻¹ respectivamente.

Borges et al. (2003) observaram uma variação no teor de fósforo de 0,01 a 0,07 mg L⁻¹ em dois córregos no município de

Jaboticabal – SP. Já Medeiros et al. (2008) observaram concentrações de fósforo variando de 0,1 a 1,0 mg L⁻¹ no rio Jaguari Mirim.

A concentração média do teor de fósforo e a vazão observada no córrego dos Macacos provocam um aporte de P no rio Mogi Guaçu de aproximadamente 1,8 kg dia⁻¹.

3.11. Coliformes Totais

As análises de coliformes totais, cujos resultados são apresentados na Tabela 10, indicam uma potencial poluição microbiológica tanto no rio Mogi Guaçu quanto no córrego dos Macacos. Esses resultados corroboram o observado por meio das análises químicas, no qual é demonstrada uma poluição devido ao

lançamento clandestino de esgotos durante a passagem do córrego na área urbana de Mogi Guaçu.

Os valores médios observados de coliformes totais no rio Mogi Guaçu, a montante e a jusante confluência com o córrego dos Macacos, alcançaram 2.886 e 3.487 NMP 100 mL⁻¹, enquanto no referido córrego a média foi de 4.408 NMP 100 mL⁻¹.

Outros autores observaram uma poluição microbiológica em pequenas e micro bacias com ocupação urbana, como Brites & Gastaldini (2007), Almeida et al. (2004), Silveira et al. (2003), Giatti et al. (2004) e Medeiros et al. (2008) e, em todos esses trabalhos, a poluição foi relacionada com o lançamento de esgoto sem tratamento nos corpos d'água.

Tabela 10. Valores das análises de coliformes totais no rio Mogi Guaçu e no córrego dos Macacos, no município de Mogi Guaçu, no período de julho a agosto de 2006.

Data	Locais de Amostragem				
	PM1	PM2	PJ1	PJ2	PCM
	----- NMP 100 mL ⁻¹ -----				
11 de julho	2870	2921	3899	3840	4231
18 de julho	3501	3417	3920	3945	4593
25 de julho	2712	2766	3400	3325	3867
1º de agosto	3982	3600	4267	4319	5238
8 de agosto	1782	1823	2289	2217	3624
15 de agosto	2589	2674	3298	3127	4896

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou a importância de se avaliar o impacto do deságue de pequenos córregos urbanos no rio Mogi Guaçu, pois a partir da confluência desse corpo d'água com o córrego dos Macacos, a qualidade química do rio piorou, chegando a estar fora dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005, para rios de classe 2, com relação aos parâmetros oxigênio dissolvido e fósforo.

Os piores índices químicos de qualidade de água do córrego dos Macacos foram obtidos no dia 1º de agosto, quando a vazão atingiu o seu mínimo, durante o período estudado. Esse córrego demonstrou estar poluído, pois não atingiu os níveis de qualidade estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 referentes ao ferro, fósforo, oxigênio dissolvido.

O rio Mogi Guaçu e o córrego dos Macacos apresentaram um potencial de contaminação microbiológica, corroborando os resultados das análises químicas, os quais demonstram a degradação, de forma mais acentuada, no referido córrego e sua influência nos recursos hídricos da região. Reis et al. (2005) realizaram um diagnóstico ambiental do córrego dos Macacos, quando avaliaram a qualidade da água na sua nascente e na sua foz. Os referidos autores verificaram que o córrego sofre uma

degradação ao longo de seu percurso, pelo lançamento de esgotos clandestinos, pois na nascente a água apresentava-se de boa qualidade.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. M. A. A. de et al. Qualidade microbiológica do córrego "Ribeirão dos Porcos" no município de Espírito Santo do Pinhal-SP. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal. v. 1, n. 1, p. 051-056, 2004.
- ANDRADE, E. M.; ARAUJO, L. F. P.; ROSA, M. F. et al. Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Acaraú, Ceará, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1791-1797, 2007.
- APHA - American Public Health Association. Microbiological examination of water. In: APHA (eds) **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 19 ed. Washington: APHA, 1995.
- BORGES, M. J.; GALBIATTI, J. A.; FERRAUDO, A. S. Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptores de esgoto em cursos d'água urbanos da bacia hidrográfica do córrego Jaboticabal. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 161-171, 2003.
- BRITES, A. P. Z.; GASTALDINI, M. C. C. Avaliação da carga poluente no sistema de drenagem de duas bacias hidrográficas urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 12, n. 4, p. 211-221, 2007.

- CBH – MOGI Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu. **Diagnóstico da bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu**. Pirassununga: CBH-MOGI, 1999, 252 p.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 357**. Brasília, DF: SEMA, 2005.
- FARIAS, M. S.; LIMA, V. L.; DANTAS NETO, J. et al. Avaliação dos níveis de boro e chumbo na água do Rio Cabelo – João Pessoa – PB. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, SP, v. 4, n. 1, p. 24-31, 2007. Disponível em: <<http://www.unipinhal.edu.br/ojs/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=78>>. Acesso em: 15 jul 2008.
- GIATTI, L. L.; ROCHA, A. A.; SANTOS, F. A. et al. Condições de saneamento básico em Iporanga, Estado de São Paulo. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 571-577, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102004000400014&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 23 Jul 2008.
- IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Online. Disponível na Internet <http://www.ibge.gov.br> >. Acessado em 05/03/2005.
- MEDEIROS, G. A.; LIMA, C. A. V.; HUSSAR, G. J. Diagnóstico ambiental do rio Jaguari-Mirim no município de São João da Boa Vista – SP. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 6, 2008, Serra Negra. **Anais...** Serra Negra: ASBEA, 2008. v. 1, p. 1-10. CD-ROM
- OLIVEIRA, V. M.; SILVA, M. S. G.; MEDEIROS, C. B. et al. Avaliações físicas, químicas e biológicas da microbacia do córrego Modeneis em Limeira-SP. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.5, n.1, p.086-096, 2008. Disponível em: <<http://www.unipinhal.edu.br/ojs/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=114>>. Acesso em: 23 07 2008.
- REIS, F. A. G. V.; LIBANIO, A.; LIMA, A. L. G. et al. Diagnóstico ambiental do córrego dos Macacos no município de Mogi Guaçu (SP). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 4, 2005, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Faculdades COC, 2005. v. 1, p. 1-4. CD-ROM
- ROMITELLI, L.; PATERNIANI, J. E. Diagnóstico ambiental de um trecho do Córrego Bonifácio, APA Jundiá - SP. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, SP, v. 4, n. 2, p. 14-25, 2007. Disponível em: <>. Acesso em: 15 jul 2008.
- SILVA, G. S.; JARDIM, W. F. Aplicação do método da carga máxima total diária (CMTD) para a amônia no rio Atibaia, região de Campinas/Paulínia – SP. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 160-168, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522007000200007&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 23 Jul 2008.
- SILVEIRA, G. L.; SILVA, C. E.; IRION, C. A. O. et al. Balanço de cargas poluidoras pelo monitoramento quali-quantitativo dos recursos hídricos em pequena bacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 5-11, 2003. 1998.