

Avaliação das condições sanitárias e ambientais da sub-bacia do córrego Barbosa no município de Marília/SP

Assessment of sanitary and environment conditions of the Barbosa stream basin in Marilia municipality, SP/Brazil

RIALA6/1173

Armando CASTELLO BRANCO JR.*, Carina ANDRADE, Felipe Navarro IZIQUE, Roberta LAUER, Willian Tavares MOREIRA

* Endereço para correspondência: rua Julio Albertoni, 141, Marília, SP/ Brasil. CEP 17.514-090, e-mail: acastbr@flash.tv.br. Faculdade de Ciências da Saúde/ Universidade de Marília, UNIMAR, Marília, SP/Brasil.

Recebido: 11/09/2008 – Aceito para publicação: 11/11/2008

RESUMO

Foi avaliada e monitorada a qualidade da água da sub-bacia do córrego Barbosa, afluente do rio do peixe no município de Marília-SP, no centro-oeste paulista. Foram demarcadas sete estações de coleta ao longo dos mananciais que formam a sub-bacia (córrego das Clínicas, Água do Bonfim e Barbosa). As coletas de amostras de água foram feitas mensalmente no período de março a outubro de 2007, nas quais foram realizadas análises físico-químicas e biológicas (microbiológica e parasitológica). Os aspectos físico-químicos avaliados foram temperatura, oxigênio dissolvido, dureza, amônia, cloro, ferro, fosfato, pH, turbidez e cloreto, foram feitos em campo com o uso de *kits* de reagentes de ensaio colorimétrico. Para efetuar a análise microbiológica e parasitológica da água foram empregados respectivamente os protocolos da Portaria MS nº 518 e do Ministério da Saúde do Brasil (2004). As características físico-químicas e biológicas da água da sub-bacia do córrego de Barbosa mostraram-se fora dos limites estabelecidos para córrego Classe II, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/ 2005. Esses achados indicam o não atendimento às condições de qualidade previstas em lei e, ainda, a possibilidade de causar risco a saúde do homem e na preservação das comunidades aquáticas.

Palavras-chave. qualidade de água, bacia hidrográfica, recursos hídricos, poluição.

ABSTRACT

The water quality of Barbosa stream basin situated in Marília region was evaluated and monitored according to environmental legislation. The water quality was assessed by means of physical, chemical and biological analysis. Seven samples stations were settled along the Barbosa stream basin, and water samples were monthly collected from March to October, 2007. The evaluated physical-chemical characteristics were water temperature, dissolved oxygen, pH, turbidity, ammonium, total phosphate, chloride, iron, water hardness and chlorine. Physical and chemical analyses were performed on a field condition using colorimetric assay kit. Microbiological and parasitic analyses were carried out in a regular laboratory, following 518/2004 Health Governmental Decree and Brazilian Health Ministry (2004) protocols, respectively. The water quality from Barbosa stream basin showed to be out of legal limits established for Class II water stream according to 357/ 2005 CONAMA Resolution. These findings indicate that the water from Barbosa stream basin may cause human health harm and even to the freshwater and aquatic communities preservation.

Key words. water quality, water resources, pollution.

INTRODUÇÃO

Considerando-se a pequena porcentagem de água doce disponível para uso no nosso planeta e sua crescente demanda para diversos fins, verifica-se a necessidade urgente de estudos que contribuam para a política de gestão destes recursos hídricos em nosso estado¹. Apesar da aparente fartura de recursos hídricos, já há bacias hídricas que ultrapassam seu ponto de saturação de uso no estado de São Paulo².

Além de estar cada vez mais escassa em algumas regiões do país, a água está se convertendo em um elemento que não pode ser usado para a maioria dos usos humanos devido à contaminação causada pelo lançamento de efluentes domiciliares, industriais e hospitalares *in natura* nos corpos d'água. O município de Marília, no centro-oeste do estado de São Paulo, é um dos muitos locais onde tal situação ainda ocorre.

A sub-bacia do córrego Barbosa é o principal afluente do rio do Peixe (21ª UGRHI) antes da captação de água para o município de Marília. Esta sub-bacia recebe aproximadamente 40% do esgoto municipal lançado *in natura* em suas águas apesar de haver uma densa legislação normativa. Verifica-se que esta sub-bacia se encontra em estado de destruição e desaparecimento eminente pelo desenvolvimento desordenado da cidade evidenciado pela ocupação inadequada do solo e urbanização das cabeceiras dos mananciais que alimentam este e outros córregos. O uso e a ocupação das terras ao redor desta sub-bacia são tipicamente para agricultura e pecuária restando fragmentos de mata ciliar ao longo dos cursos d'água.

O presente estudo tem por objetivos avaliar e monitorar a qualidade físico-química e biológica da água da sub-bacia do córrego Barbosa, afluente do rio do Peixe, município de Marília-SP, e a investigação quanto ao seu enquadramento perante a legislação ambiental vigente no Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na sub-bacia do Córrego Barbosa localizada na região do alto rio do Peixe no Estado de São Paulo, pertencendo à periferia do município de Marília-SP (Figura 1), entre as latitudes 22°13' e 22°20' S e longitudes 49°55' e 50°01' O, possuindo uma área de aproximadamente 135km² e altitudes que variam de 400 a 500m em relação ao nível do mar.

Para a análise da qualidade da água foi feito o mapeamento da área da sub-bacia e a demarcação de 7 estações de coleta de água ao longo dos três principais mananciais que compõem a sub-bacia, a saber: córrego das Clínicas, córrego Água do Bonfim e córrego Barbosa (Figura 2).

Foram demarcadas duas estações de coleta no córrego Água do Bonfim, respectivamente após trecho de córrego de cerca de 500m e 1.120m da encosta à montante. O primeiro ponto ocorreu em área parcialmente coberta por vegetação ripária enquanto o segundo ficava em área totalmente descoberta de vegetação. Foi demarcada apenas uma estação de coleta no córrego das Clínicas após trecho de cerca de 2km de extensão desde a encosta da nascente. O último e maior manancial, o córrego Barbosa, é formado pela junção das águas dos córregos Água do Bonfim e das Clínicas. Assim, foram demarcadas quatro estações de coleta no córrego Barbosa, respectivamente, após trechos de cerca de 50m, 800m,

1.700m e 3.400m após seu início (junção das águas dos córregos anteriores). As estações de coleta número 1, 2 e 3 do córrego Barbosa foram demarcadas em áreas sem qualquer vegetação ripária enquanto na estação número 4 havia uma vegetação em fase inicial de sucessão (Figura 2).

As amostragens foram realizadas mensalmente durante o período de março a outubro de 2007 compreendendo as estações do outono à primavera, sempre no período matutino entre 8h e 12h, totalizando 7 amostragens mensais, uma em cada ponto, sempre todas feitas no mesmo dia. As amostras foram retiradas no centro de cada seção, na zona sub-superficial de maior correnteza, direcionando-se a boca do frasco coletor contra a correnteza³. No total, foram feitas 56 amostragens ao longo do período do estudo para cada parâmetro físico-químico e biológico.

As análises físico-químicas foram feitas sempre à campo com o auxílio de kit Alphakit® para determinação de 10 parâmetros físico-químicos avaliados: temperatura, oxigênio dissolvido (OD), dureza, amônia, cloro, ferro, fosfato, pH, turbidez e cloreto. A temperatura e a turbidez foram medidas diretamente no corpo d'água com termômetro portátil e disco de Secchi enquanto as demais análises foram baseadas em critérios colorimétricos por ocasião das coletas de água.

A análise biológica da água foi feita tanto em termos microbiológicos como parasitológicos seguindo-se os protocolos definidos pelo Ministério da Saúde do Brasil⁴ e Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde do Brasil⁵.

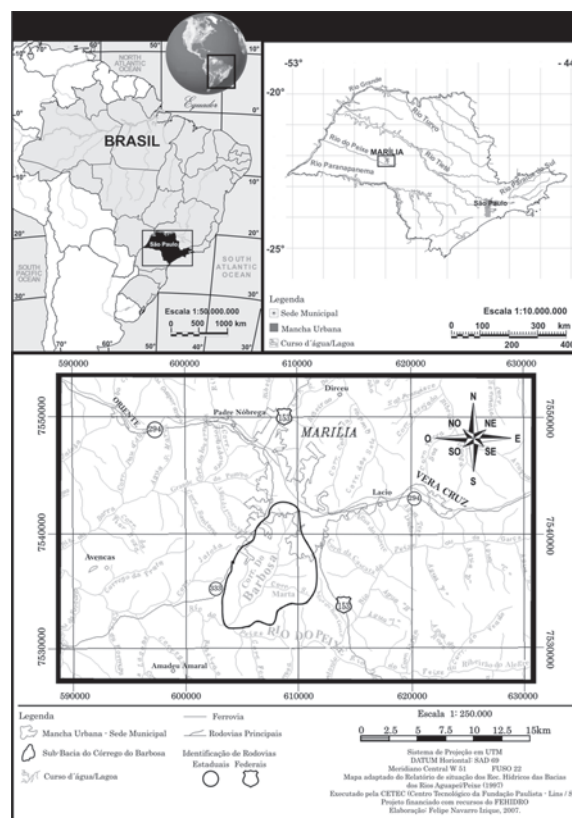


Figura 1. Localização da Sub-Bacia do Córrego do Barbosa, município de Marília - SP.



Figura 2. Visão aérea da área de estudo da sub-bacia do córrego Barbosa apresentando relevo em “cuestas” e pontos de amostragem de água. A. Bonfim: córrego Água do Bonfim; Clínicas: córrego das Clínicas; Barbosa: córrego Barbosa. Google Earth, aquisição em novembro de 2008.

Em cada ponto de amostragem foi calculada a vazão do córrego pelo método do flutuador. Dados relativos à pluviosidade mensal no município foram colhidos junto à Casa da Agricultura do município de Marília - SP.

Análise de correlação entre os resultados de alguns parâmetros físico-químicos (fosfato, ferro e OD) e as vazões mensais de cada manancial da sub-bacia foi feita pelo software NCSS 2007[®].

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os resultados relativos às análises físico-químicas e microbiológicas da água da sub-bacia do córrego Barbosa durante todo o período de estudo.

A análise parasitológica da água revelou total ausência de cistos de protozoários patogênicos ao homem. No entanto, revelou a presença de grande quantidade de larvas do nematódeo *Strongyloides* sp., agente causador da Estrongiloidose em diversos mamíferos, inclusive no homem. Outras formas infectantes de helmintos nunca foram evidenciadas nas amostras.

A Figura 3 apresenta os dados relativos à pluviosidade no município de Marília e a vazão média da sub-bacia do córrego Barbosa durante o período do estudo.

As vazões médias dos córregos Água do Bomfim, das Clínicas e Barbosa foram, respectivamente, de 26,8L/s; 94,3L/s e 150,3L/s durante o período de estudo. O córrego Água do Bonfim apresentou valores mínimo e máximo de vazão de 13,0 e 59,0L/s enquanto o córrego das Clínicas variou de vazão mínima de 21 L/s até o máximo de 127L/s. O córrego Barbosa, o maior de todos, apresentou vazão mínima de 111,0L/s e máxima de 197,0L/s.

DISCUSSÃO

Não apenas as águas da sub-bacia do córrego Barbosa, mas toda a bacia do rio do Peixe (UGRHI 21) é classificada como pertencendo à classe 2. As águas da classe 2 podem ser utilizadas para abastecimento doméstico após tratamento convencional; irrigação, sem nenhuma restrição, exceto quando a cultura for de hortaliças, devendo assim, passar por tratamento e; dessedentação de animais sem nenhuma restrição^{6,7}. Assim, os parâmetros para qualidade da água classe 2 são definidos na forma de lei tanto na esfera federal⁶ como estadual⁷.

Quanto ao parâmetro Ferro dissolvido temos que, segundo a Resolução CONAMA nº357/ 2005⁶, o limite é de 0,3mg/L Fe. De acordo com a Tabela 1, verifica-se que os três mananciais, Córrego das Clínicas, Córrego Água do Bonfim e Córrego Barbosa, apresentaram-se em discordância quanto a este parâmetro. Na realidade, as análises revelaram que o parâmetro Ferro estava fora dos padrões em 17,0% (n=8); 25,0% (n=16) e 60,0% (n=32) das amostras realizadas, respectivamente aos córregos. O ferro confere à água sabor adstringente e coloração avermelhada, decorrente de sua precipitação. Apesar de não representar risco sanitário mesmo sendo ingerida com teores de ferro acima do padrão, percebe-se que as águas ferruginosas mancham roupas e aparelhos sanitários além do ferro poder ficar depositado em tubulações. O ferro, em concentrações elevadas, também tem conseqüências no processo de tratamento da água servida à população interferindo na disponibilidade de cloro e entrando no sistema de distribuição de água adiante^{8,9,10}.

É interessante salientar que a concentração de ferro ao longo do córrego Água do Bonfim permaneceu a mesma ou reduziu ao longo de seu trajeto considerando-se a amostragem

no ponto 1 e no ponto 2, distantes cerca de 600m, sugerindo não haver outras fontes de descarga ao longo do córrego. No entanto, ao longo do córrego Barbosa, do trecho entre os pontos de coleta 1 e 4, distantes cerca de 3.350m, verificou-se um aumento da concentração de ferro indicando haver fontes de descarga ao longo de seu curso. Esta fonte pode ser o próprio solo uma vez que a região é caracterizada pelo solo do tipo podzolizado, ou seja, rico em ferro.

Embora o parâmetro ferro não seja contemplado explicitamente no Decreto SP nº 8468/76⁷, há citação quanto à obrigatoriedade de ausência de substâncias que comuniquem gosto ou odor. Assim, também há desacordo com tal legislação neste parâmetro.

Quanto ao parâmetro fósforo (fosfato) dissolvido temos que, segundo a Resolução CONAMA nº357/ 2005⁶, o limite para ambientes lóticos é de 0,1mg/L. De acordo com a Tabela 1, verifica-se que os três mananciais sempre se apresentaram acima deste limite em todas as amostragens. No mínimo, o limite estava ultrapassado em 7,5 vezes chegando ao valor máximo igual a 25 vezes maior que o limite definido por lei. A presença elevada de fósforo pode ser explicada pela descarga de efluentes, especialmente domésticos, principalmente na forma de detergentes^{9,11}. Estes detergentes quando incorporados à água também causam sabor desagradável além da formação de espumas em águas sob agitação. Este quadro de formação de espuma sempre foi verificado em quaisquer pontos dos mananciais onde havia quedas d'água.

Embora o fósforo seja um elemento fundamental para o metabolismo dos seres vivos, tais como, armazenamento de energia (ATP) e a estruturação da membrana plasmática (fosfolídeos)¹², concentrações elevadas de fosfato tornam-se tóxicas^{9,13}.

Além do fósforo incorporado pelos efluentes deve ser levada em consideração a incorporação tanto aérea como pela lixiviação do solo uma vez que a região do estudo é eminentemente agro-pastoril e assim, a participação de defensivos agrícolas e da pecuária é potencialmente grande. Salienta-se que a mata ciliar quase inexistente nesta bacia colaborando para a fácil incorporação de material via lixiviação^{9,13,14,15}.

A análise da concentração de fosfato ao longo dos córregos Água do Bonfim e Barbosa, cursos onde havia mais de um ponto de coleta, revelou dinâmicas diferentes. Enquanto no córrego Água do Bonfim percebeu-se a manutenção das concentrações de fosfato ou mesmo a sua redução entre um ponto de amostragem e outro, distantes cerca de 600m; no córrego Barbosa verificou-se geralmente um aumento em sua concentração entre os pontos de amostragem 1 e 4, distantes cerca de 3.350m. Estes resultados evidenciam que, no primeiro caso, não haveria outras fontes de descarga e, à princípio, os fragmentos de mata ciliar poderiam estar evitando a lixiviação de fosfato de origem agro-pastoril para o curso d'água. Tal situação não estaria acontecendo no segundo caso, córrego Barbosa, onde o curso d'água corta uma região de pastagem e monoculturas, quase sem a presença de matas ciliares. Desta forma, a incorporação de fosfato de origem agro-pastoril poderia estar se processando com facilidade conforme já verificado por outros autores^{9,13,14,15}.

A grande quantidade de fosfato pode ser considerada como fator desencadeador do processo de eutrofização destas águas¹⁴ tanto quanto o nitrato e assim, provocam o crescimento acelerado de algas que também conferem odor e gosto desagradáveis^{9,13} além de contribuir para a redução dos teores de OD¹⁶.

Verifica-se assim, que tanto a alta concentração de fosfato como a de ferro podem causar odores^{9,13,17,18}. Odor desagradável foi verificado em todos os cursos d'água estudados, especialmente no córrego das Clínicas. Salienta-se que, de acordo com a legislação vigente, águas enquadradas como classe 2 não podem apresentar odor desagradável^{6,7}.

Quanto ao parâmetro temperatura da água, verificou-se uma amplitude de 17°C variando de 15°C até 32°C acompanhando a variação da temperatura ambiente que oscilou entre 18°C e 35°C ao longo do período do estudo. A oscilação de temperatura verificada em todos os mananciais da sub-bacia apresentou-se bastante elevada. Tem-se que a principal variável que controla a temperatura da água de pequenos cursos é a radiação solar¹⁹. Assim, temos que na área em estudo, esta grande variação pode ser explicada tanto pela pequena quantidade de material suspenso na massa líquida, representado pela turbidez (neste estudo, sempre dentro dos parâmetros normais da legislação), quanto pela falta de vegetação ripária promovendo o sombreamento de trechos dos córregos. Esta abordagem também foi corroborada por diversos autores^{16,19-21}. Considerando-se ainda que, organismos aquáticos geralmente têm amplitudes mais estreitas de tolerância à temperatura e que os limites superiores de temperatura são mais críticos, pois interferem na taxa de OD, considera-se que as altas temperaturas verificadas também colaborem para a ausência de vertebrados aquáticos além dos demais parâmetros físico-químicos já relatados, especialmente o OD^{14,17}.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005⁶ e com o Decreto SP nº 8468/ 76⁷, o nível de OD mínimo permitido e compatível com a vida aeróbica em cursos d'água é de 5ppm (mg/L). De acordo com os dados da Tabela 1, verifica-se que as concentrações médias dos córregos das Clínicas e Barbosa estão abaixo deste limite. Na realidade, o córrego das Clínicas apresentou-se impróprio quanto ao parâmetro OD em 100% das análises realizadas (n=8) enquanto que o córrego Barbosa se apresentou em desacordo em 65,0% das amostras realizadas (n=32). Já o córrego Água do Bonfim apresentou 33,3% das análises (n=16) fora do limite de OD.

Vale salientar que em momento algum foi verificada a presença de vertebrados aquáticos com exceção de girinos e alevinos na região próxima à cabeceira do córrego Água do Bonfim. Além disto, temos que a descarga de efluente doméstico em cursos d'água aumenta a concentração de matéria orgânica e de nutrientes que podem afetar a produtividade do sistema, aumentando a matéria em suspensão e colaborando para a redução do OD^{17,22,23}. Como conseqüência, populações de organismos aquáticos podem sofrer alterações qualitativas e quantitativas¹⁴.

A análise das concentrações de OD nos córregos Água do Bonfim e Barbosa, cursos onde havia mais de um ponto de amostragem, permite a visualização de dinâmicas diferentes. No córrego Água do Bonfim sempre se verificou um aumento da concentração de OD entre os pontos de amostragem 1 e 2, revelando que a auto-depuração foi efetivando-se ao longo de seu curso dentro dos seus 1.200 m de extensão. No entanto, no córrego Barbosa, verificou-se a manutenção das concentrações de OD, em níveis abaixo do tolerado (5mg/L), indicando que devido a carga de matéria orgânica em oxidação a extensão de 3.350m, entre um ponto e outro, ainda não foi suficiente para a autodepuração do corpo d'água.

Tabela 01. Resultados verificados quanto aos parâmetros de qualidade de água nos pontos de coleta dos córregos da sub-bacia do Córrego Barbosa ao longo do período de março a outubro de 2007 e padrões de qualidade das águas segundo Resolução Conama nº 357/ 2005 e Decreto SP nº 8468/ 76.

Parâmetros (unid. medida)	Córrego	Concentração Mínima	Concentração Média	Concentração Máxima	s	PC	Conama 357 (classe2)	Decr. 8468 (classe 2)
OD (mg/L)	Clínicas	2,2	3,06	3,8	0,51	1		
	Água Bonfim	3,4	5,85	8,8	1,61	1/ 2	≥ 5,0	≥ 5,0
	Barbosa	2,4	4,47	6,0	0,96	1/ 2/ 3/ 4		
Fosfato (mg/L)	Clínicas	0,75	1,54	2,0	0,46	1		
	Água Bonfim	0,75	1,40	2,0	0,62	1/ 2	≤ 0,1	Nd
	Barbosa	0,75	1,45	2,5	0,47	1/ 2/ 3/ 4		
Ferro (mg/L)	Clínicas	0,25	0,33	0,5	0,13	1		
	Água Bonfim	0,2	0,40	1,0	0,30	1/ 2	≤ 0,3	Nd
	Barbosa	0,2	0,65	1,5	0,43	1/ 2/ 3/ 4		
Cloreto (mg/L)	Clínicas	40,0	48,0	60,0	9,38	1		
	Água Bonfim	25,0	37,75	50,0	7,31	1/ 2	≤ 250,0	Nd
	Barbosa	35,0	44,91	60,0	7,01	1/ 2/ 3/ 4		
pH	Clínicas	7,0	7,2	7,5	0,26	1		
	Água Bonfim	6,5	7,1	7,5	0,31	1/ 2	6,0 – 9,0	Nd
	Barbosa	6,5	7,25	8,0	0,38	1/ 2/ 3/ 4		
Amônia (mg/L)	Clínicas	> LL(1,5)	> LL(1,5)	> LL(1,5)	-	1		
	Água Bonfim	> LL(1,5)	> LL(1,5)	> LL(1,5)	-	1/ 2	≤ 3,7	≤ 0,5
	Barbosa	> LL(1,5)	> LL(1,5)	> LL(1,5)	-	1/ 2/ 3/ 4	(p/ pH≤7,5)	
Cloro (mg/L)	Clínicas	< LL(0,1)	< LL(0,1)	< LL(0,1)	-	1		
	Água Bonfim	< LL(0,1)	< LL(0,1)	< LL(0,1)	-	1/ 2	≤ 0,01	Nd
	Barbosa	< LL(0,1)	< LL(0,1)	< LL(0,1)	-	1/ 2/ 3/ 4		
Turbidez (unt)	Clínicas	48,0	50,0	52,0	1,41	1		
	Água Bonfim	45,0	50,4	57,0	2,84	1/ 2	≤ 100	nd
	Barbosa	45,0	50,4	61,0	3,86	1/ 2/ 3/ 4		
Temperatura água (°C)	Clínicas	17,0	23,3	29,0	4,08	1		
	Água Bonfim	15,0	21,8	25,0	3,81	1/ 2	nd	nd
	Barbosa	19,0	26,4	32,0	3,4	1/ 2/ 3/ 4		
Dureza (mg/L CaCO ₃)	Clínicas	120,0	138,3	150,0	12,11	1		
	Água Bonfim	125,0	143,3	190,0	17,62	1/ 2	nd	nd
	Barbosa	115,0	138,2	180,0	19,14	1/ 2/ 3/ 4		
Coliformes fecais (UFC)	Clínicas	16,0x10 ²	36,29x10 ⁴	10,0x10 ⁵	439,13	1		
	Água Bonfim	2x10 ¹	67,261x10 ⁵	42,0x10 ⁶	13.861,12	1/ 2	≤ 10 ³	≤ 10 ³ NMP
	Barbosa	5,0x10 ²	45,88x10 ⁵	60,0x10 ⁶	1.498,06	1/ 2/ 3/ 4		

PC=ponto de coleta; s=desvio padrão; OD=oxigênio dissolvido; nd= padrão não definido ; LL=limite de leitura do método colorimétrico utilizado(valor limite) ; UFC=unidades formadoras de colônia; Conama 357=padrão para qualidade de água/ Resolução Conama nº357/ 2005; Decr.8468=padrão para qualidade de água/ Decreto sp nº8468/76

Os parâmetros de amônia (nitrogênio amoniacal) e cloro residual total não puderam ser aferidos junto à legislação, pois a sensibilidade do método de campo não permitiu a leitura de valores superiores a 1,5ppm e inferiores a 0,1ppm, respectivamente. Problemas técnicos, à época, impediram a análise destes parâmetros por meio de outra metodologia.

O nitrato geralmente ocorre em baixos teores em águas superficiais. O seu consumo por meio das águas de abastecimento está associado a dois efeitos adversos à saúde: indução à metemoglobinemia, especialmente em crianças pequenas, e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosaminas carcinogênicas²⁴.

Apesar da legislação vigente⁵ determinar o limite de 10mg/L de nitrato para fins de potabilidade de água, alguns autores²⁵ consideram que concentrações superiores a 3mg/L de nitrato já seriam indicativas de contaminação por atividades antropogênicas.

Outros autores^{10,16,26-30} estudando outros cursos d'água no estado de São Paulo submetidos à descarga urbana de efluentes também relataram concentrações elevadas dos nutrientes nitrogênio e fosfato além de baixos níveis de OD.

Apesar de alguns parâmetros de qualidade da água estarem fora dos limites definidos por lei, outros se apresentaram de acordo com a legislação como foi o caso da Turbidez, Cloreto e pH (Tabela 1).

A turbidez na água é causada pela matéria orgânica e inorgânica em suspensão²⁰. Os valores de turbidez nos 3 mananciais não revelaram oscilação ao longo do período de estudo. O limite de turbidez estabelecido pela legislação vigente

para corpos d'água classe 2 é de até 100 NTU^{6,7}, o que não foi excedido em nenhuma das amostras analisadas.

O teor de cloreto é advindo da dissolução de sais, podendo em altas concentrações, imprimir sabor salgado à água, podendo também indicar a presença de águas residuárias³¹. A análise das amostras revelou que este padrão foi sempre atendido estando sempre bem abaixo do limite de 250mg/L.

De acordo com a legislação vigente^{6,7}, o pH da água para classe 2 deve oscilar entre 6,0 e 9,0. Considerando que o pH das águas dos 3 mananciais em estudo oscilaram entre 6,5 e 8,0 temos estarem dentro dos padrões de qualidade legal das águas. Embora as águas naturais apresentem pH variando entre 5,0 e 9,0³², temos que um pH mais ácido seria resultante das concentrações de íons H⁺ originados da dissociação do ácido carbônico. Este ácido carbônico, nos corpos d'água, seria resultante da introdução de gás carbônico tanto pelas águas de chuva e ar atmosférico como também pela matéria orgânica tanto do solo como de origem antropogênica^{20,21}.

Quanto à dureza da água da sub-bacia estudada, temos que os valores médios obtidos a caracterizam como água dura. Apesar do sabor desagradável que conferem os íons de cálcio, magnésio e ferro, entre outros, temos que a água dura não confere problemas fisiológicos. No Brasil, o valor máximo permitido para padrão de potabilidade é de 500mgCaCO₃/L (Portaria MS nº 518/2004)⁵. Assim, considerando-se os valores mínimos e máximos encontrados na sub-bacia (115,0 e 190,0mg/L de CaCO₃, respectivamente) e as médias de

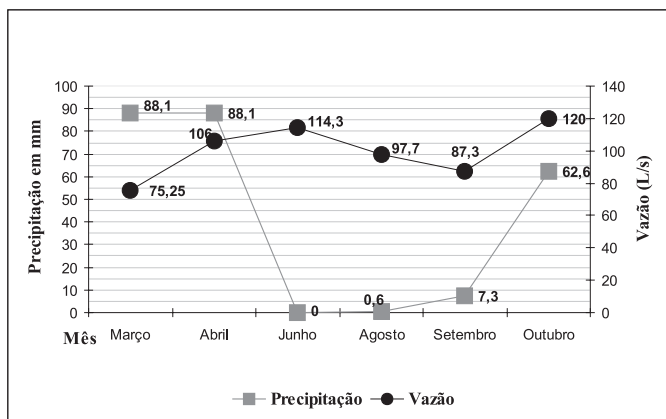


Figura 3. Valores referentes à pluviosidade do município de Marília* e vazão média da sub-bacia do córrego Barbosa, área de estudo, ao longo dos meses de março a outubro de 2007. (*Fonte: CATI – Casa da Agricultura de Marília – SP)

138,2 a 143,3mg/L de CaCO₃ de acordo com o manancial estudado, tem-se estarem dentro dos padrões de qualidade das águas.

A ocorrência de coliformes fecais em todas as amostras ao longo de todo o período de estudo confirma o alto grau de contaminação das águas da sub-bacia por efluente doméstico. A presença de coliformes fecais é vetada para a potabilidade da água⁵ sendo permitida até o limite de 10³ufc/100mL para águas de classe 2^{6,7}. Desta forma, considerando-se as médias verificadas nas águas da sub-bacia do córrego Barbosa percebe-se a classificação como impróprias tanto para o contato primário como para consumo^{6,7,33} tornando-se um grave risco para a saúde humana. Estes resultados corroboram os resultados obtidos para o rio do Peixe, corpo receptor da sub-bacia do córrego Barbosa, onde os valores de coliformes fecais também estiveram acima do permitido por lei ao longo do ano de 2007¹⁸.

Considerando-se a coleta de 78% dos esgotos produzidos em Marília, a inexistência de estações de tratamento de esgoto no município e o fato da sub-bacia do córrego Barbosa receber volume significativo de esgoto bruto (80 a 85 milhões de litros por dia) segundo estimativa do próprio Departamento de Águas e Esgoto de Marília (DAEM) era esperada a presença de coliformes fecais. Infelizmente esta é a realidade da grande maioria dos municípios do Brasil^{9,13,17,18}, inclusive em trabalhos recentes^{10,16,18,31}.

Considerando-se que o córrego Barbosa é formado pela junção das águas dos córregos Água do Bonfim e das Clínicas e que, estes dois córregos apresentaram coliformes fecais acima dos limites previstos por lei para os padrões de qualidade de classe 2 na maioria das amostragens, é esperado a potencialização de valores de coliformes fecais ao longo do córrego Barbosa. Ainda quanto ao córrego Barbosa, se considerarmos os valores de coliformes fecais do primeiro e último ponto de coleta por mês de amostragem (março: 1,2x10⁴ e 1,1x10³; abril: 1,2x10⁵ e 1,2x10⁴; junho=6,0x10⁷ e 2,0x10⁴; agosto=1,0x10⁴ e 2,8x10³; setembro=1,0x10⁶ e 2,0x10⁴; outubro=incontáveis ufc e 3,0x10³), verifica-se sempre a ocorrência de níveis superiores ao permitido por lei. Assim, apesar de haver uma diluição ao longo do córrego Barbosa quanto à carga de coliformes fecais, inferimos que a distância necessária para a autodepuração, ou seja, para atingir

os valores máximos permitidos por lei (10³ufc/100mL) é maior do que os 3.400m percorridos até a estação de coleta número 4 (último ponto do córrego Barbosa). Há casos relatados onde a distância necessária para a autodepuração é maior que a distância física do corpo d'água¹⁶.

Quanto à análise parasitológica da água, temos que, a ocorrência de larvas de *Strongyloides* sp. pode também indicar a contaminação da água por efluente doméstico, apesar de não terem sido evidenciadas quaisquer outras formas infectantes de protozoários ou helmintos, ou ser resultante da contaminação de fezes de gado uma vez que o contato de gado bovino com os cursos d'água foi freqüentemente presenciado nas ocasiões de coletas.

Embora a grande maioria dos parâmetros analisados confirme elevado grau de poluição orgânica na sub-bacia do Córrego Barbosa e esta sub-bacia ser a de maior contribuição para o rio do Peixe, as águas do rio do Peixe oscilaram, em 2007, de classificação péssima até boa quanto ao índice de qualidade de água bruta para fins de abastecimento público (IAP) e de ruim a boa quanto ao índice de qualidade de água para proteção da vida aquática (IVA)¹⁸. A média de IAP 2007 foi ruim enquanto o IVA médio de 2007 foi regular¹⁸. Tem-se ainda que de acordo com o Índice de Estado Trófico (IET) médio, para 2007, o rio do Peixe foi classificado como mesotrófico, ou seja, se encontra em estado moderado de trofia devido principalmente às concentrações médias de fosfato e nitrogênio¹⁸.

Considerando-se que as sub-bacias não são monitoradas nem pela CETESB nem pela prefeitura, percebe-se a necessidade de sua caracterização e monitoramento uma vez serem responsáveis por significativa contribuição tributária da poluição na bacia do rio do Peixe uma vez que o próprio Departamento de Águas e Esgoto de Marília (DAEM) estima que a sub-bacia do córrego Barbosa receba entre 80 e 85 milhões de litros de esgoto por dia, resultado de parcela significativa dos efluentes de uma população de mais de 218 mil habitantes³⁴.

O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo Aw caracterizado por longa estiagem entre os meses de junho e setembro, fato comprovado verificando-se os valores da pluviosidade em cada mês para a região de Marília (Figura 3). Neste mesmo período, verifica-se a vazão média da sub-bacia variando muito pouco. Diante deste aspecto, pode-se inferir que, além do abastecimento pelo lençol freático estes mananciais recebiam quantidade relativamente constante de efluentes da cidade. Segundo dados do próprio Departamento de Água e Esgoto de Marília (DAEM), estima-se que esta sub-bacia receba entre 80 e 85 milhões de litros de esgoto por dia.

Considerando-se que a descarga de efluentes colabora sobremaneira para a vazão dos mananciais desta sub-bacia, pode-se supor que pequenos cursos d'água como o córrego Água do Bonfim, com vazão média de 26,8L/s oscilando de 13 a 59L/s, correm o risco de se tornarem temporários quando do futuro desvio do efluente de suas águas. Este aspecto deve ser levado em consideração na análise de impacto ambiental na área sendo ainda necessários, no entanto, estudos quanto à drenagem da sub-bacia.

A análise entre os parâmetros fosfato, ferro e OD (parâmetros em desacordo com a legislação) em relação à vazão de cada córrego não revelou correlação alguma em termos estatísticos sugerindo que estes resultados parecem refletir momentos de maior ou menor descarga aguda de efluentes nas águas da sub-bacia. Este tipo de resultado foi também relatado

em uma microbacia em Guairá/SP¹¹.

Considerando a extensão da área degradada e sua importância como contribuinte da bacia do rio do Peixe, estudos pormenorizados quanto à composição da possível fauna residente de invertebrados e vertebrados nesta sub-bacia além de estudos fitossociológicos dos fragmentos de mata ciliar, ainda existentes, precisam ser levados à termo para a correta proposição de projetos de recuperação desta área.

CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos no presente trabalho permite as seguintes conclusões, a saber:

1. Considerando a classificação da sub-bacia do córrego Barbosa como Classe 2, diante da Resolução CONAMA nº 357/2005 e do Decreto SP nº 8468/1976, temos que análise dos parâmetros físico-químicos e biológicos revelou o não atendimento às condições de qualidade previstas em lei, havendo, inclusive risco à saúde do homem e à preservação das comunidades aquáticas em diversas ocasiões;
2. Os parâmetros físico-químicos e biológicos verificados em desacordo com a legislação indicam claramente alto grau de contaminação orgânica das águas da sub-bacia por efluente doméstico;
3. Há necessidade urgente do desvio dos efluentes que hoje são lançados nesta sub-bacia e seu encaminhamento para o correto destino em Estações de Tratamento de Esgoto. Estas ações implicam em redução dos custos para tratamento da água servida e em redução de ações de atenção à saúde como consultas, hospitalizações e medicação para o tratamento de pessoas afetadas diretamente ou indiretamente pela contaminação das águas da sub-bacia do córrego Barbosa.

REFERÊNCIAS

1. Tundisi JG. Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez. 2ª ed. São Carlos: RiMa, IIE, 247 pp., 2005.
2. DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica. Relatório de situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo; 2005.
3. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Curso de coletas e preservação de amostras de água. São Paulo, 58 pp., 1996.
4. Ministério da Saúde do Brasil. Manual Prático de Análise de Água. 1ª ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde. 146 pp., 2004.
5. Ministério da Saúde do Brasil [MS]. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004: estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília (DF); Diário Oficial da União
6. Conselho Nacional de Meio Ambiente [CONAMA]. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005: dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília (DF); Diário Oficial da União.
7. Estado de São Paulo. Decreto Estadual nº 8468, de 8 de setembro de 1976: aprova o regulamento da lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e controle da poluição do meio ambiente. São Paulo (SP): Diário Oficial do Estado de São Paulo.
8. Freitas VPS, Brígido BM, Badolato MIC, Alaburda J. Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. *Rev Inst Adolfo Lutz* 2002;61(1):51-8.
9. Nieto R. Tratamento de Efluentes Líquidos Industriais e Domésticos. São Paulo: CETESB, 57 pp., 2005.
10. Freitas MB, Brillante OM, Almeida LM. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Cad Saúde pública*.2001;17(3):651-60.
11. Toledo LG, Nicoletta G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. *Scientia Agrícola*.2002; 59(1):181-6.
12. Esteves FA. Fundamentos de Limnologia. Edit. Interciência, 602 pp, 1998.
13. Braga B, Hespanhol I, Conejo JGL, Barros MTL, Spencer M, Porto M, Nucci N, Juliano N, Eiger S. Introdução à Engenharia Ambiental, Ed. Pearson Prentice Hall,305 pp., 2004.
14. Odum EP, Barrett GW. Fundamentos de Ecologia. Editora Thomson Learning, 612 pp., 2007.
15. Parry R. Agriculture phosphorus and water quality: a U.S. Environmental Protection Agency perspective. *J environ qual*.1998;27(2):258-61
16. Sardinha DS, Conceição FT, Souza ADG, Silveira A, Julio M, Gonçalves JCSI. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do ribeirão do meio, Leme (SP). *Eng sanit ambient*.2008; 13(3): 329-38.
17. Oliveira EM. Gestão Ambiental de Recursos Hídricos. São Paulo: CETESB, 78 pp., 2005.
18. CETESB. Relatório de qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo. Série Relatórios, 537pp., 2008.
19. Arcova FCS, César SF, Cicco V. Qualidade da água e dinâmica de nutrientes em bacia hidrográfica recoberta por floresta de mata atlântica. *Revista do Instituto Florestal, São Paulo* 1993; 5(1): 1-20.
20. Branco SM. Hidrologia Aplicada à Engenharia Sanitária. 3. ed. São Paulo: CETESB/ ASCETESB, 616pp., 1986.
21. Bueno LF, Galbiatti JÁ, Borges MJ. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do horto Ouro Verde – Conchal – SP. *Eng Agric, Jaboticabal* 2005; 25(3): 742-8.
22. Laws EA. Aquatic Pollution: an introductory text. 3th. Ed. John Wiley & Sons Inc., New York, 639 pp, 1999
23. Hall RI, Leavitt PR, Dixit AS, Smol JP. Effects of agriculture, urbanization and climate on water quality in the northern Great Plains. *Limnol Oceanogr*.1999; 44(3/2):739-56.
24. Bouchard DC, Williams MD, Surumpalli RY. Nitrate contamination of ground water sources and potential health effects. *J Am Water Works Assoc*.1992;84(2):85-90
25. Alaburda J, Nishihara L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. *Rev Saúde Pública*.1998;32(2):160-5.
26. Camargo AFM, Bini LM, Schiavetti A. Avaliação dos impactos provocados pelas descargas de esgotos orgânicos em alguns corpos d'água do município de Rio Claro. *Oecologia Brasiliensis*.1995; 1(1): 395-406.
27. Sanches AK, Camargo AFM. Efeitos da poluição orgânica em um ambiente de mangue da Ilha de Cananéia: Evidências à partir de variáveis físico-químicas e composição de zooplâncton. *Naturalia* 1995; 20(1): 125-133.
28. Henry-Silva GG, Camargo AFM. Impacto do lançamento de efluentes urbanos sobre ecossistemas aquáticos do município de Rio Claro-SP. *Ciências Biológicas e do Ambiente* 2000; 2(3): 317-30.
29. Fonseca HS, Salvador NNB. Estudo Integrado da qualidade das águas da bacia hidrográfica do rio Bonito em Descalvado-SP. *Rev Inst Adolfo Lutz* 2005;64(2):179-85.
30. Biudes JFV, Camargo AFM. Changes in Biomass, chemical composition and nutritive value of *Spartina alterniflora* due to organic pollution in the Itanhaém river basin (SP, Brazil). *Braz J Biol*. 2006; 66(3): 781-789.
31. Barcellos CM, Rocha M, Rodrigues LS, Costa CC, Oliveria PR, Silva IJ, Jesus EFM, Rolim RG. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. *Cad Saúde Pública*.2006;22(9):1967-78.
32. Batalha BHL, Parlatore AC. Controle da qualidade de água para consumo humano: bases conceituais e operacionais. São Paulo: CETESB, 198 pp, 1993.
33. Conselho Nacional de Meio Ambiente [CONAMA]. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000: dispõe sobre a sistemática de avaliação da qualidade ambiental das águas e dá outras providências. Brasília (DF); Diário Oficial da União.
34. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>