

Recebido em: 20/04/2006
Aceito para publicação: 10/09/2006
Publicado on-line: 15/12/2006

Revista Ciência em Extensão
v.3 n.1, 2006
Artigo Original - ISSN: 1679-4605

ESTUDO DE INDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA EM MANANCIAL SUPERFICIAL DE ABASTECIMENTO PÚBLICO⁷.

André Luiz Sanchez Navarro*,
Joseli Maria Piranha*,
Alberto Pacheco

RESUMO

O presente trabalho objetivou a avaliação da qualidade da água em manancial superficial de abastecimento público sujeito a impactos antrópicos diversos, a fim de gerar subsídios para a gestão do mesmo. O estudo foi realizado no complexo de represas municipais de São José do Rio Preto-SP, envolvendo quatro campanhas de coleta de dados em cinco pontos distintos do corpo hídrico estudado. Foram realizadas análises físico-químicas, organolépticas, químicas e microbiológicas para a avaliação de 31 parâmetros de qualidade da água. Tais parâmetros constam de normas nacionais e internacionais relativas à classificação de corpos hídricos, potabilidade, balneabilidade, proteção da vida aquática e condição trófica do ambiente estudado. Os valores obtidos foram então comparados com os limites prescritos nessas normas. Constataram-se parâmetros com valores em desacordo com os prescritos em todas as normas consultadas. Dentre esses parâmetros destacaram-se pela frequência de discordâncias: Fe, Cu, Zn, Mn, P_{total} e coliformes fecais. Os resultados obtidos demonstram um quadro alarmante em relação à qualidade da água no manancial. Tal situação remete à importância na efetivação de medidas mitigadoras e de gestão na bacia do Rio Preto e, ainda, ressalta a importância de estudos futuros, para a investigação do efeito desses contaminantes em organismos aquáticos que são utilizados como alimento por parte da população local.

Palavras-chaves: qualidade da água; poluição da água; normas de qualidade da água; reservatórios; abastecimento de água.

⁷ Financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), na modalidade Auxílio à Pesquisa, processo 04/02480-0 e Bolsa de Iniciação Científica, processo 04/02481-7.

Correspondência para/ Correspondence to

Joseli Maria Piranha
Lab. de Hidrogeologia e Geologia Ambiental
Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas – UNESP
Rua Cristovão Colombo, 2265, Jardim Nazareth,
São José do Rio Preto, SP, Brasil. CEP 15054-000
Fone: (17) 3221-2353; Fax: (17) 3221-2355
E-mail: joseli@ibilce.unesp.br

* Departamento de Química e Ciências Ambientais - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas - UNESP/Campus de São José do Rio Preto.

STUDY OF WATER QUALITY INDICATORS IN SUPERFICIAL WATER SOURCE FOR PUBLIC SUPPLY

ABSTRACT

The present study attempted to the evaluation of water quality in a public superficial water supplying exposed to diverse anthropic impacts, to create consequently, subsidies for its management. The study was carried out in the municipal dams' complex in Sao Jose do Rio Preto-SP, involving four campaigns of data collection on five different points of the studied water body. Were realized physical-chemical, organoleptic, chemical and microbiological analysis for the appraisal of 31 water quality parameters. These parameters are included in national and international guidelines related to bathing and drinking water conditions, protection of aquatic life and trophic situation of waters. The values obtained were then compared with the limits prescript on those guidelines. Parameters with values in discordance with those prescripts were found in all the guidelines consulted. Among these parameters, Fe, Cu, Zn, Mn, P_{total} and fecal coliphorms, became detached because of the discordances frequency. Results show an alarming scene in relation to water quality in the water supplying source. This situation remits to the importance of the effectuation of mitigating and management actions in the river Rio Preto's basin and, in addition, emphasizes the importance of future studies for the investigation of the effect of these contaminants in aquatic organisms, which are used as food by a portion of local population.

Key words:: water quality; water pollution; water quality standards; reservoirs; water supply.

ESTUDIO DE LOS INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA DE MANANTIAL SUPERFICIAL RESERVADA PARA ABASTECIMIENTO PÚBLICO

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo la evaluación de la calidad del agua de manantial superficial reservada para abastecimiento público expuesto a diversos impactos antrópicos, con el propósito de crear subsidios a proyectos emprendedores. El estudio fue realizado en el complejo de represas municipales de São José de Rio Preto-SP, envolvió cuatro campañas de colecta de datos en cinco puntos distintos del cuerpo hídrico estudiado. Fueron realizados análisis físico-químicos, organolépticos, químicos y microbiológicos para la evaluación de 31 parámetros de calidad del agua. Tales parámetros están incluidos en las normas nacionales e internacionales relativos a la clasificación de los cuerpos hídricos, potabilidad, balneabilidad, protección de la vida acuática y condición trófica del ambiente estudiado. Los valores obtenidos fueron comparados con los límites prescritos por las normas mencionadas. Fue comprobado que los parámetros no estaban de acuerdo a los prescritos en las normas consultadas. Entre esos parámetros se destacaron por la frecuencia de discordancia: FE, CU, Zn, Mn, P_{total} y coniformes fecales. Los resultados

obtenidos demostraron un resultado alarmante referente a la calidad del agua del manantial. Esta situación demuestra la necesidad de medidas urgentes que modifiquen la situación en la cuenca hidrográfica del Rio Preto, resalta la importancia de estudios futuros, para investigar los efectos de esa contaminación en los organismos acuáticos que sirven de alimento para la población local.

Palabras claves: calidad del agua; contaminación del agua; normas de calidad del agua; reservorios; abastecimiento de agua.

1. INTRODUÇÃO

O ambiente urbano através de suas atividades quase sempre contribui para a deteriorização dos recursos hídricos.

O cuidado com a disposição de esgotos e resíduos de atividades antrópicas, é essencial, não apenas para a preservação dos recursos naturais, mas, sobretudo, à proteção da saúde pública. Sabe-se que, aproximadamente, cinquenta tipos de infecções podem ser transmitidas por meio de excretas humanas (WHO, 2005). Associadas à má nutrição, as respectivas doenças exercem terrível influência na morbidade e mortalidade nos países em desenvolvimento, especialmente entre crianças.

A crescente demanda de recursos hídricos, associada à progressiva degradação e ao comprometimento das reservas do planeta, reforça a preocupação com a qualidade e controle da quantidade de substâncias consideradas índices e padrões para as classificações da água.

As normas são, portanto, instrumentos para avaliação e classificação das reservas hídricas, aspecto que merece especial atenção, quando estas são represadas em meio urbano e fonte para o abastecimento público. Além disso, é condição fundamental para promover medidas de controle, mitigação e correção de práticas que potencializem a degradação destes mananciais e, portanto, da saúde da comunidade e do ambiente em geral.

Nas últimas décadas, o município de São José do Rio Preto apresentou sérios problemas de abastecimento público e ainda um acelerado crescimento urbano. A ocupação indiscriminada contribuiu para o aumento da área urbana sem o devido incremento de práticas de saneamento.

Piranha & Pacheco (2004) revelaram um panorama preocupante em relação à presença de fontes potenciais de degradação dos recursos hídricos no município. Dentre as fontes estudadas, pode-se destacar, pela íntima relação com o presente trabalho, a contaminação proveniente do descarte de efluentes e de resíduos sólidos nas drenagens. O município apresenta quadro alarmante de ausência de tratamento de esgotos domésticos e precariedade nos sistemas de tratamento de efluentes industriais, o que contribui para o elevado comprometimento das reservas hídricas superficiais, fortemente impactadas pelo despejo in natura destes dejetos nas drenagens da bacia.

O Complexo de Represas Municipais instalado na principal drenagem da bacia, o Rio Preto, contribui com, aproximadamente, 31 por cento do abastecimento de água no município, o que equivale a 52,7 milhões de litros diariamente. Localiza-se na zona central da cidade e também constitui área de lazer para a população. Dentre as práticas observadas, destaca-se a pesca, onde a população de baixa renda busca alimento para própria subsistência.

2. OBJETIVOS

Tomando por base tais preocupações e considerando ser o abastecimento público a principal problemática de comunidades urbanas, fundamental ao desenvolvimento e à promoção de condições satisfatórias para a saúde pública, no presente estudo buscou-se avaliar os aspectos envolvidos com a disponibilidade dos recursos hídricos e o desenvolvimento urbano, no que tange à demanda e ao potencial comprometimento das reservas hídricas para o abastecimento.

Merecem também lugar de destaque neste estudo, as condições relativas à proteção da vida aquática, pois tais organismos além de se apresentarem como importantes indicadores da qualidade nestes ambientes, consistem em fonte de alimento à população.

Assim, o estudo objetivou a geração de subsídios para a adoção de políticas de gestão, por meio da análise de parâmetros de qualidade de água e da interpretação destes resultados a partir de valores presentes em normas nacionais e internacionais.

3. METODOLOGIA

Área do estudo

Situado na região noroeste do Estado de São Paulo (Figura 1), o município encontra-se na parte Oriental da Bacia do Paraná apresentando substrato geológico formado por rochas do Grupo Bauru de idade cretácea e solos oriundos desta. Os solos são do tipo podzólicos e latosólicos arenosos e apresentam elevada vulnerabilidade erosiva. Apresenta uma área territorial de 434,10 Km², sendo que desta 96,81 Km² corresponde à área urbana, e uma população total da ordem de 406.826 habitantes (IBGE, 2005).

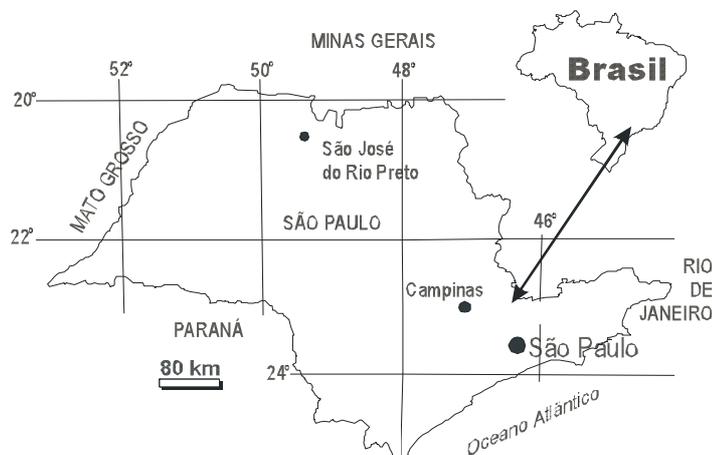


Figura 1. Localização do município de São José do Rio Preto no Estado de São Paulo.

A área de estudo compreendeu o Complexo de Represas Municipais de São José do Rio Preto-SP, constituído por dois reservatórios (Represa Nova e Represa Velha), formadas pela construção de barragens no Rio Preto.

Para coletas de amostras de águas e dos demais dados, foram definidas cinco estações de trabalho ao longo do curso hídrico. Três estações situam-se no complexo das represas: ponto 2 – corpo da Represa Nova; ponto 3 – corpo da Represa Velha; e ponto 4 – ponto de captação de água para a estação de tratamento de água (ETA). As duas estações restantes, pontos 1 e 5, localizam-se respectivamente à montante e jusante das represas, sendo o primeiro no Córrego do Macaco (afluente do Rio Preto) e o último no próprio Rio Preto. As quatro campanhas de coleta foram realizadas nos meses de Agosto e Outubro de 2004 e Janeiro e Março de 2005. A localização específica das estações de coleta de dados está presente na Figura 2.

Foram avaliados parâmetros relativos à classificação das águas, potabilidade, balneabilidade, proteção da vida aquática e condição trófica de lagos e reservatórios. A interpretação dos resultados obtidos foi realizada em função de limites prescritos em normas nacionais e internacionais relacionadas à qualidade de água.

Em cada estação de coleta foram analisados os parâmetros: turbidez, condutividade, salinidade, sólidos totais dissolvidos, pH, alcalinidade, dureza total, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), metais (concentração total: Ag, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mn, Ni, Pb, Zn; concentração dissolvida: Cu e Fe [apenas na 3ª e 4ª coletas]), nutrientes (P_{total} e N_{total} Kjeldahl), B, NO_3^{2-} , NO_2^- , SO_4^{2-} , cloreto, clorofila-a, coliformes totais e fecais.

As metodologias utilizadas na coleta e preservação das amostras de água são as prescritas no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1995).

Metodologias analíticas

Foram analisados através da utilização de aparelhos específicos os seguintes parâmetros: turbidez (turbidímetro Hach), condutividade, salinidade, sólidos totais dissolvidos (condutivímetro conjugado Hach – CO150), pH (pHmetro Digimed DMPH2) e oxigênio dissolvido (oxímetro Orion).

Os valores para alcalinidade e dureza total, foram determinados por meio de titulometria.

Os parâmetros Ag, Cd, Cr, Cu, Cu dissolvido, Fe, Fe dissolvido, Mn, Ni, Pb, Zn, P_{total} , N_{total} , B, NO_3^{2-} , NO_2^- , SO_4^{2-} e cloreto foram analisados por espectrofotometria consoante método prescrito ou adaptado do *Standard Methods of Examination of Water and Wastewater* (APHA *op cit.*; HACH, 1997).

Para a análise de metais (Ag, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) as amostras sofreram pré-tratamento (digestão) com H_2SO_4 e H_2O_2 (metodologia DIGESDAHL® HACH [HACH, 1999]).

A determinação da DBO_5 foi realizada através de método manométrico, utilizando-se o sistema eletrônico de medição *B.O.D. Sensor* – Velp Científica.

Os valores de clorofila-a das águas analisadas foram obtidos por meio de extração com etanol 80% a quente (ESPÍNDOLA, 1994) e posterior medição em espectrofotômetro (NUSCH, 1980).

Na determinação de coliformes fecais utilizou-se a técnica da membrana filtrante, método no qual é realizada a contagem de unidades formadoras de colônias (UFCs) após a passagem de 100mL da amostra por uma membrana de celulose (0,45 μ m de porosidade) e incubação da mesma em meio de cultura a 37°C por 24 horas (APHA, 1995).

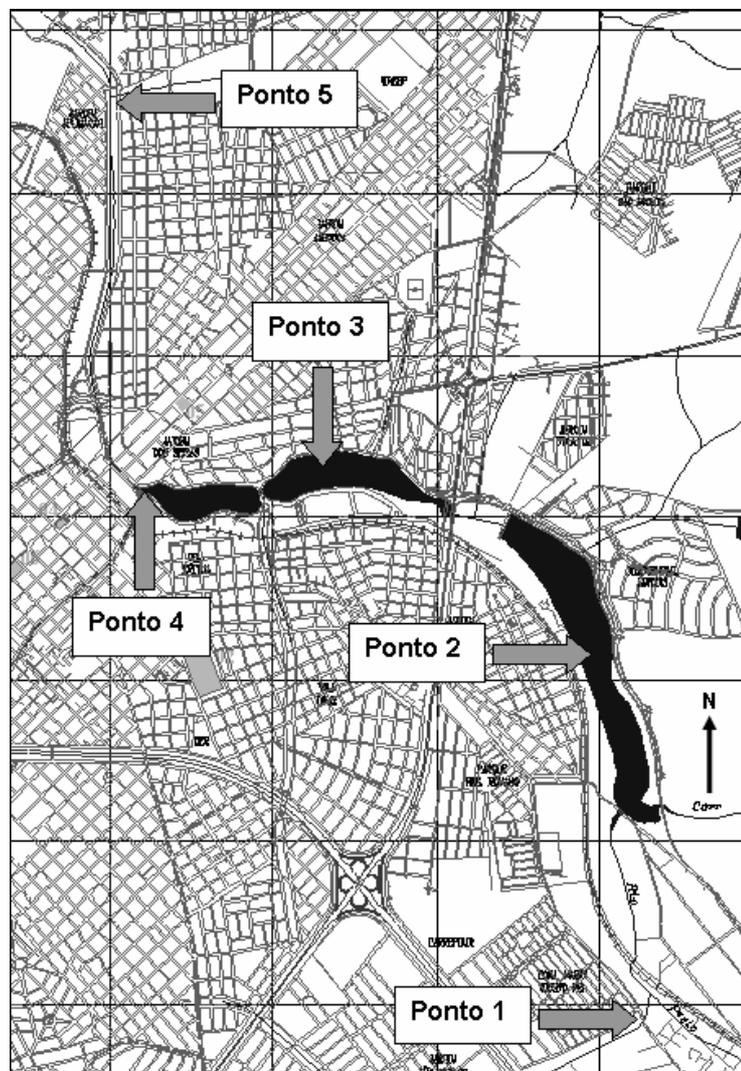


Figura 2. Área de estudo e localização das estações de coleta de dados.

Referências para a interpretação dos resultados

Para a interpretação dos resultados foram considerados os limites expostos nas seguintes normas nacionais e internacionais:

- Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) relativa à classificação das águas no território nacional - CONAMA nº. 357/05 (BRASIL, 2005);
- Portaria do Ministério da Saúde (MS) que define a potabilidade da água – MS 518/04 (BRASIL, 2004);
- Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) relativa à balneabilidade dos corpos hídricos - CONAMA nº. 274/00 (CONAMA, 2005);
- Normas para a potabilidade de águas definidas pela *Environment Protection Agency* (EPA, 2005a) e pela *Health Canada* (HC, 2005);
- Normas para a proteção da vida aquática definidas pela EPA (2005b) e pela *Environment Canada* (EC, 2005);
- Referências compiladas por Pádua (1997) para a manutenção de organismos aquáticos dulcícolas;
- Critérios para classificação trófica segundo o *Florida Lakewatch Program* (FLORIDA LAKEWATCH, 2004) e a EPA (2005).

4. RESULTADOS

Na apresentação dos resultados são enfatizados os parâmetros, cujos valores estiveram em desacordo com as normas consultadas. Entende-se, no contexto deste estudo, como valores *em desacordo*, *impróprios* ou *discordantes* das normas consultadas, os valores *acima* dos limites e/ou níveis recomendáveis prescritos. Uma exceção é feita ao oxigênio dissolvido, onde se considera como valores discordantes os encontrados abaixo dos limites recomendáveis.

Classificação das águas - Resolução CONAMA nº. 357/05

Considerando os usos realizados no complexo de represas estudado (abastecimento público municipal, recreação de contato primário, criação natural de espécies para consumo humano, atividade de pesca e dessedentação de animais) e relacionando os mesmos com o prescrito na resolução, tomou-se como referência os limites prescritos para a classe 2.

No ponto 1 os parâmetros em desacordo foram: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), P_{total} , Cu, Cu dissolvido, Mn, Zn e coliformes fecais (CF).

Os parâmetros Zn e CF tiveram valores discordantes em todas as campanhas de coleta.

Nos pontos 2 a 5 estiveram em desacordo 9 parâmetros: OD, DBO, P_{total}, Cu, Cu dissolvido, Fe dissolvido, Mn, Zn e CF. Em todas as campanhas de coleta no ponto 02, os parâmetros DBO, P_{total}, e Zn estiveram em desacordo, enquanto, nos pontos 03 e 04 os parâmetros foram P_{total} e Zn, e no ponto 05 foram OD e Cu.

O parâmetro OD esteve em desacordo com os limites previstos em 65% das amostras analisadas, para DBO este valor alcançou 60% das amostras, para P_{total}, 90%, para Cu, 70%, e para Zn, 95%.

Potabilidade – Portaria MS 518-04

Foram analisados 17 parâmetros dentre os presentes na Portaria.

Em 100% das amostras os parâmetros cor aparente, turbidez, Fe, coliformes totais (CT) e Coliformes Fecais (CF) apresentaram valores acima dos VMP (Valores Máximos Permitidos).

Para os parâmetros Mn e Fe dissolvido o percentual de amostras cujos valores superaram os VMP foi de respectivamente 40 e 30%.

Potabilidade – EPA

Foram considerados neste estudo os limites de 14 parâmetros prescritos pela EPA (entre Níveis Máximos de Contaminantes e limites com objetivos estéticos).

Todos os pontos de amostragem apresentaram os mesmos 4 parâmetros em desacordo: Fe, Mn, CF e CT. Nos pontos 2 a 5, valores de Fe dissolvido ultrapassaram os limites para Fe (o limite considera a concentração total).

Os resultados sobre a porcentagem de amostras impróprias relativas a turbidez, Fe, CT e CF foram os mesmos do tópico relativamente às normas nacionais (os limites para esses parâmetros são iguais). Para Mn, a porcentagem de amostras em desacordo foi de 100%.

Potabilidade – Health Canada

Foram considerados neste estudo os limites de 15 parâmetros prescritos pela HC (dentre Concentração Máxima Aceitável e limites com objetivos estéticos).

Em todos os pontos de coleta de dados houve 5 parâmetros em desacordo com os limites prescritos: turbidez, Fe, Mn, CT e CF.

Nos pontos 2 a 5, valores de Fe dissolvido ultrapassaram os limites para Fe (o limite considera a concentração total).

Os resultados sobre a porcentagem de amostras impróprias relativas aos parâmetros citados acima são os mesmos do tópico anterior (os limites também são os mesmos).

Balneabilidade – Resolução CONAMA nº. 274/00

Esta norma considera aplicáveis as classificações (excelente, muito boa, satisfatória e imprópria) “quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores” à coleta, colhidas no mesmo local.

Os resultados aqui expressos consideraram o número de coliformes fecais presentes nas amostras analisadas. As amostras foram então classificadas conforme os valores prescritos para as diversas classes.

Durante o período estudado todas as amostras dos pontos 1 e 5 foram classificadas como impróprias (mais de 1000 coliformes fecais por 100 mL).

O ponto 2 obteve as classificações muito boa e imprópria. No ponto 3 a classificação variou entre excelente, muito boa e imprópria. O ponto 4 apresentou as classificações excelente e imprópria.

Do total de amostras analisadas, 75% foram classificadas como impróprias.

Proteção da Vida Aquática – Pádua (1997)

Foram analisados 20 parâmetros dentre os presentes no trabalho supracitado.

Nos pontos 1 e 4 foram encontrados 6 parâmetros em desacordo com o prescrito por Pádua (*op cit*): condutividade elétrica (CE), dureza total (DT), DBO, Fe, Mn e CF.

Nos pontos 2 e 3 houve 7 parâmetros discordantes: CE, DT, OD, DBO, Fe, Mn e CF. No ponto 5, os 7 parâmetros em desacordo foram: CE, OD, DBO, Cu, Fe, Mn e CF.

O parâmetro CE esteve em desacordo com os limites previstos em 100% das amostras analisadas. Para DT este valor foi de 25% do total de amostras, para DBO, 40%, para Fe, 90%, para Mn, 40%, e para CF, 75%.

Proteção da Vida Aquática – EPA

Foram investigados 10 parâmetros dentre os prescritos pela EPA.

Em todos os pontos de amostragem os parâmetros com valores superiores aos limites foram: Cu, Fe e Zn. Cabe ressaltar que os limites ultrapassados são relativos ao Critério de Concentração Máxima, que corresponde ao limite para a ocorrência de efeitos agudos em organismos aquáticos. Portanto, são também superiores ao Critério de Concentração Continuada, que apresenta limites mais baixos por tratar de efeitos crônicos.

Em todos os pontos, concentrações de Cu dissolvido ultrapassaram os limites para Cu (o limite considera a concentração total). O mesmo aconteceu para Fe dissolvido nos pontos 2, 3 e 5.

O parâmetro Cu esteve em desacordo com os limites previstos em 85% das amostras analisadas. Para Fe e Zn este valor alcançou 100% das amostras.

Proteção da Vida Aquática – Environment Canada

Foram investigados 11 parâmetros dentre os prescritos pela EC.

Em todos os pontos de amostragem os 4 parâmetros com valores superiores aos limites (Concentração Máxima Aceitável) foram: OD, Cu, Fe e Zn.

Em todos os pontos, concentrações de Cu dissolvido ultrapassaram os limites para Cu (o limite considera a concentração total). O mesmo aconteceu para Fe dissolvido nos pontos 2, 3, 4 e 5.

O parâmetro OD esteve em desacordo com os limites previstos em 75% do total de amostras analisadas. Para Cu, este valor alcançou 85% das amostras, e, para Fe e Zn, 100%.

Estado Trófico – EPA

A EPA através do documento *Ambient Water Quality Criteria Recommendations - Information Supporting the Development of State and Tribal Nutrient Criteria* (EPA, 2005) traz informações referentes à elaboração de normas estaduais e padrões já estabelecidos sobre a condição trófica (concentração de nutrientes, clorofila-a e transparência) de lagos e reservatórios americanos.

Devido à regionalidade dos padrões, para a comparação dos dados levantados pelo presente estudo utilizou-se o padrão adotado para lagos e reservatórios do sul da Flórida.

Neste estudo analisou-se P_{total} , N_{total} kjedahl e clorofila-a, dentre os parâmetros indicadores de estado trófico. Valores superiores aos limites

prescritos foram obtidos para esses parâmetros nos três pontos de coleta, passíveis de amostragem (ambientes lênticos, pontos 2, 3 e 4).

Considerando-se os dados oriundos destes três pontos, todas as amostras apresentaram valores acima do limite para P_{total} . Em relação a N_{total} , 75% das amostras apresentaram valores acima do limite. Para clorofila-a, essa porcentagem foi de 66,6%.

Estado trófico - Florida Lakewatch

Assim como no tópico anterior (abordando os limites para nutrientes e clorofila-a) foi adotado neste um sistema de classificação utilizado em lagos da Flórida pelo programa *Florida Lakewatch*.

A partir das concentrações de P_{total} , N_{total} kjedahl e clorofila-a, pôde-se classificar as amostras quanto ao estado de trofia do ambiente em oligotrófico (OLI), mesotrófico (MES), eutrófico (EUT) e hipereutrófico (HIP).

Os valores de clorofila-a permitiram as classificações: OLI e MES, no ponto 2; OLI, MES e EUT, no ponto 3; e, MES e EUT, no ponto 4.

Os valores de P_{total} permitiram que se classificasse como HIP todas as amostras analisadas. Os valores de N_{total} permitiram as classificações EUT e HIP nos três pontos de coleta.

Os principais resultados estão organizados, segundo as diferentes normas, nas Figuras 3 e 4.

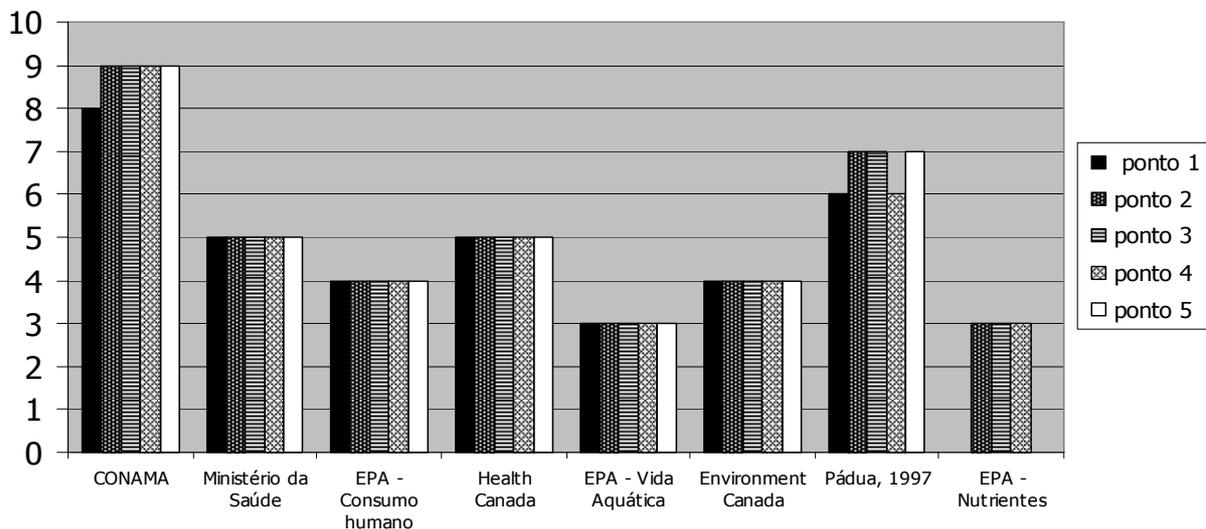


Figura 3. Número de parâmetros em desacordo por ponto de amostragem segundo as normas consultadas.

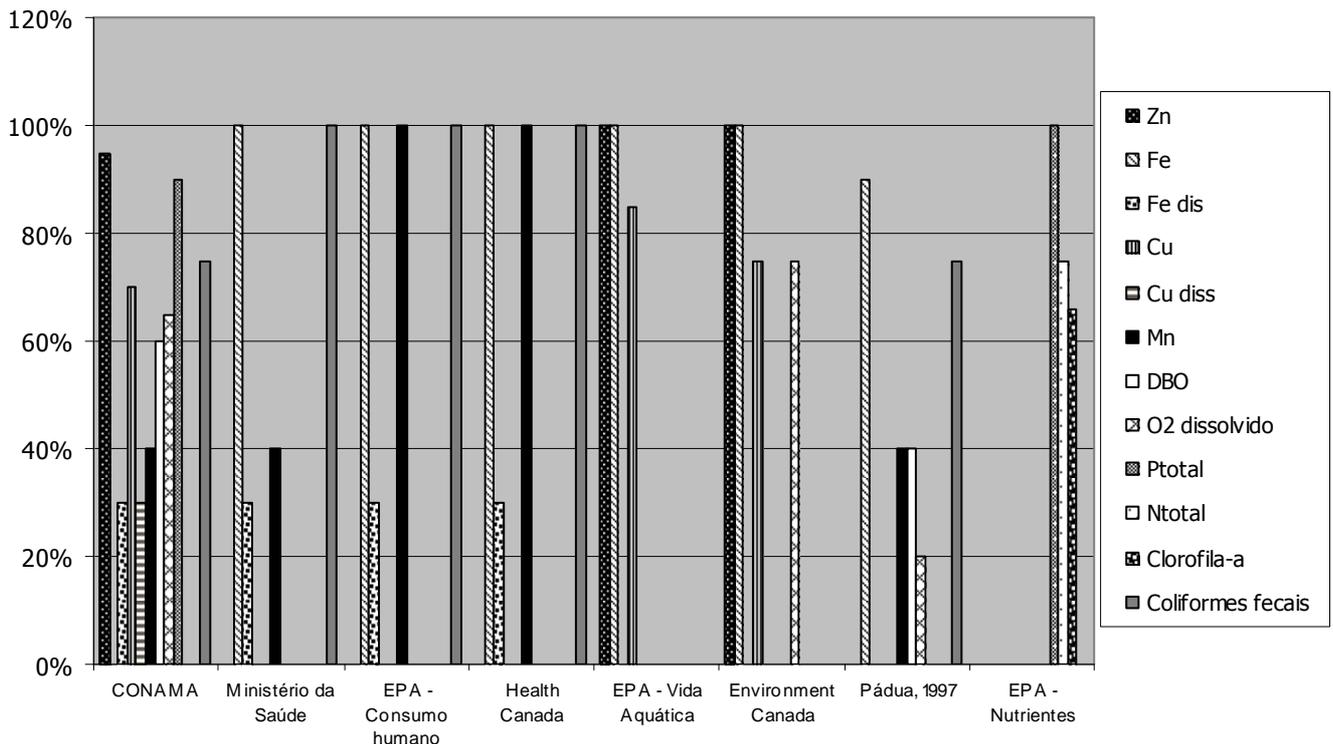


Figura 4. Percentual de ocorrência dos principais parâmetros em desacordo com as normas consultadas.

5. DISCUSSÃO

Quanto à classificação dos corpos hídricos, relativa aos limites prescritos na Resolução CONAMA n.º 357/05, pôde-se constatar, a partir dos resultados obtidos, a impossibilidade legal da utilização deste corpo hídrico para os usos a que o manancial está submetido. Nove diferentes parâmetros apresentaram valores acima dos limites para a classe 2, o que, conseqüentemente, o enquadraria dentro da classe 3. Porém, alguns valores, como os de oxigênio dissolvido, fósforo total e DBO, estiveram acima dos limites previstos, não apenas para a classe 2, mas também para a classe 3, resultando em enquadramento na classe 4, e, portanto, tornando suas águas impróprias ao abastecimento público.

De maneira geral, os parâmetros que apresentaram irregularidades quanto aos limites prescritos no conjunto das normas consultadas foram: Condutividade Elétrica (CE), Dureza Total (DT), Turbidez, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), P_{total} , N_{total} , Cu, Fe, Mn, Zn e Coliformes Fecais (CF).

Na avaliação dos resultados relativos à potabilidade deve-se atentar para alguns fatos. Devido fato do objeto do estudo ser a água bruta, os resultados impróprios relativos a turbidez, coliformes totais e fecais devem ser

observados com cautela. Tanto a presença de bactérias quanto turbidez acima de 5 NTU são comuns em águas superficiais (APHA, 1995; ESTEVES, 1988).

Os valores obtidos para coliformes ganham importância maior quando analisados sob o ponto de vista da balneabilidade e da proteção da vida aquática. Os valores encontrados para coliformes fecais, embora não atendam à frequência de coletas preconizada pela legislação (CONAMA, 2005), alertam para as consequências da realização de atividades recreacionais nessas águas. Tais valores também alertam para as possibilidades de efeitos adversos em organismos aquáticos, e são indicativos de contaminação por esgoto doméstico (BRANCO, 1986).

Já a presença excessiva de Fe e Mn é preocupante, pois a sua eliminação da água dependerá, no caso das represas estudadas, do tratamento (convencional) que é aplicado pela ETA municipal, estando, portanto, vinculada à eficiência desse processo.

A condição imprópria dos valores de condutividade elétrica e dureza total, resultado da comparação com Pádua (1997), também deve ser analisada com atenção. Tais características físico-químicas são variáveis nos ambientes aquáticos e muito relacionadas à condição geológica a que estes estão sujeitos (ESTEVES, 1988). A vida em ambientes aquáticos não está restrita a uma faixa tão estreita de variação destes parâmetros. Ambientes naturais com valores extremos destes apresentam vida aquática abundante.

Ressalta-se, contudo, que variações físico-químicas acentuadas ao longo de um mesmo curso hídrico podem indicar impacto antrópico (WELCH, 1992). Tal fato foi constatado para o ponto 5, o qual apresentou valores de condutividade elétrica e sólidos dissolvidos totais sempre mais elevados que os demais. A DBO apresentou-se mais elevada em três das quatro campanhas de coleta neste ponto. Tais valores são consequência do descarte de efluentes domésticos que ocorre nas imediações.

Em relação à manutenção das comunidades aquáticas, outra situação preocupante adveio da frequência com que foram encontradas concentrações de Cu, Zn, Fe e Mn acima de limites ecotoxicológicos prescritos (EPA, 2005b). Tais metais, especialmente o Cu, têm comprovados efeitos tóxicos quando em concentrações elevadas (ESTEVES *op cit.*).

O oxigênio dissolvido é tido como um dos parâmetros mais importantes na avaliação da qualidade de água (CONTE & LEOPOLDO, 1999). Os valores para oxigênio dissolvido encontrados, diversas vezes abaixo dos limites prescritos por várias normas, também podem ter correlação com o descarte de efluentes nessas águas, bem como com a condição trófica das mesmas.

Os resultados referentes ao estado trófico do manancial revelam a urgência na adoção de medidas contrárias ao aporte de nutrientes no manancial. As concentrações de P_{total} encontradas chegam a ser vinte vezes superiores ao limite relativo à manutenção da vida aquática (EPA, 2005). Ressalta-se que o controle dessas concentrações abaixo dos limites previstos

é ferramenta ímpar para se evitar os efeitos degradantes do processo de eutrofização, como a depleção de oxigênio, diminuição da diversidade biológica e aumento da população de algas e macrófitas (TUNDISI, 2003).

A concentração de clorofila-a é considerada indicativo da população de algas presente na água (APHA, 1995). Os resultados obtidos para clorofila-a classificaram o manancial entre oligotrófico e eutrófico, embora os resultados para P_{total} e N_{total} tenham indicado entre eutrófico e hiperutrófico. Essa variação nos resultados é tema discutido por Carlson (1977) e pode estar relacionada aos fatores limitantes da produtividade neste ambiente (intensidade luminosa, concentrações de fósforo e concentração de nitrogênio). A compreensão desta diferença demanda maior investigação em estudos futuros.

6. CONCLUSÕES

De maneira geral, os resultados demonstram uma situação alarmante, em função da discordância dos valores obtidos para diversos parâmetros, frente a todas as normas de qualidade consultadas. Revelam a carência ou mesmo a inexistência de políticas/ações de gestão, que assegurem mínima qualidade satisfatória (para usos menos nobres) do manancial estudado. Tal carência reveste-se de maior significado por tratar-se, especificamente, de um manancial destinado ao abastecimento público.

Esse quadro revela a impossibilidade da utilização do manancial estudado enquanto fonte de alimento para a população, seja na forma de abastecimento público de água, seja pelo consumo de peixes que é realizado pela população de baixa renda. Dessa forma, faz-se necessária a adoção de medidas mitigadoras e de gestão desse corpo hídrico pelo poder público municipal, a fim de garantir a saúde tanto do ambiente quanto da população.

7. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio e fomento à pesquisa. Aos Laboratórios de Bioprocessos do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos e de Bioquímica do Departamento de Química e Ciências Ambientais do Instituto de Biociências e Ciências Exatas da UNESP. Ao biólogo Otávio Augusto Lima de Oliveira pelo auxílio nos trabalhos de campo. Ao técnico de laboratório Nilson Dias Menezes pelo auxílio com as análises.

8. BIBLIOGRAFIA

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENTAL FEDERATION. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19. ed., Baltimore: United Book Press, Inc., 1995.

- BRANCO, S. M. *Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária*. 3. ed. São Paulo: CETESB / ASCETESB, 1986. 616 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 518 de 25 de março de 2004. Estabelece procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. *Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil*. Poder executivo, Brasília, DF, 26 mar. 2004. Seção 4, p. 266, seção 1.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº. 357/05. 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 março 2005.
- CARLSON, R.E. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, v.22, nº 2, p.361-369, 1977. Disponível em: <www.probe.br>. Acesso em: março de 2004.
- CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº. 274 de 29 de Novembro de 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso: 21 de janeiro de 2005.
- CONTE, M.L. & LEOPOLDO, P.R. *Avaliação de recursos hídricos: Rio Pardo, um exemplo*. São Paulo: UNESP, 1999. 141 p.
- EC – ENVIRONMENT CANADA. Site Institucional. Disponível em: <<http://www.ec.gc.ca/cegg-rcqe/English/download/default.cfm>>. Acesso em: 30 de abril de 2005.
- EPA. – Ambient Water Quality Criteria Recommendations Information Supporting the Development of State and Tribal Nutrient Criteria. Disponível em: <<http://www.epa.gov/OST/standards/nutrient.html>> Acesso: 03 de maio de 2005.
- _____. List of Drinking Water Contaminants & MCLs. Disponível em: <<http://www.epa.gov/safewater/mcl.html#mcls>>. Acesso: 05 de maio de 2005a.
- _____. National Recommended Water Quality Criteria. Disponível em: <<http://www.epa.gov/waterscience/criteria/nrwqc-2004.pdf>>. Acesso em: 26 de junho de 2005b.
- ESPÍNDOLA, E.L.G. *Dinâmica da associação congênica das espécies de Notodiptomus spp na represa de Barra Bonita, São Paulo*. 1994. 363 p. Dissertação de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Carlos.
- ESTEVEZ, F. de A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência: FINEP, 1988. 575p.

- FLORIDA LAKEWATCH. Trophic State: A Waterbody's Ability To Support Plants, Fish, and Wildlife. Disponível em: <<http://lakewatch.ifas.ufl.edu>>. Acesso em: 20 de setembro de 2004.
- FORSBERG, C. & RYDING, S.O. Eutrophication parameters and trophic state indexes in 30 swedish waste-receiving lakes. *Archiv. fur hydrobiologie*, nº 89 (1-2), p. 189-207, 1980.
- HACH Company. **DR/2010 Spectrophotometer Handbook**. 3ª ed. USA, 1997.
- _____. **Digesdahl® Digestion apparatus instruction manual**. 8ª ed. USA, 1999.
- HC – HEALTH CANADA. Summary of Guidelines for Canadian Drinking Water Quality. Disponível em: <<http://www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/water/pdf/summary.pdf>>. Acesso em: 05 de maio de 2005.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <: <http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 02 de novembro de 2005.
- NUSCH, E.A. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigments determination. *Arch. fur Hydrobiol.*, v.14, p. 37-45. 1980.
- PÁDUA, H.B. Variáveis físicas, químicas e biológicas para caracterização das águas de sistemas abertos. In: MAIA, N.B. & MARTOS, H.L. *Indicadores Ambientais*. Sorocaba: Liber Arte/Bandeirantes, 1997. 266 p.
- PIRANHA, J.M.; PACHECO, A. Recursos Hídricos e Desenvolvimento – Diagnóstico básico preliminar do município de São José do Rio Preto. In: XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 1994, Cuiabá. Anais. Cuiabá: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 2004.1 CD-ROM.
- TUNDISI, J. G. *Água no século XXI enfrentando a escassez*. São Carlos: RiMa – Instituto Internacional de Ecologia, 2003. 247 p.
- WELCH, E.B. *Ecological Effects of Wastewater - Applied limnology and pollutant effects*. 2ª ed. Cambridge: Chapman & Hall, 1992. 425 p.
- WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Site Institucional. Disponível em: <<http://www.who.int>>. Acesso em: 05 abr. 2005.