

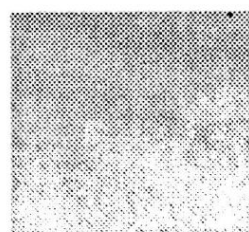
Bel. Gláucia Cristina Ribeiro()*
*MSc. Marcela Pelegrini Peçanha(**)*
*Dra. Maria Elisa Zuliani Maluf(***)*

Avaliação da qualidade da água do Rio Sorocaba por meio de alguns grupos bacterianos indicadores de contaminação de origem fecal.

(*) Bióloga— Laboratório Municipal Djair Iscaro; bolsista de Iniciação Científica do Conselho de Ensino e Pesquisa da PUC— CEPE.

(**) Bióloga— Centro de Ciências Médicas e Biológicas PUC— Sorocaba; Núcleo de Estudos Ambientais da UNISO.

(***) Bióloga— Centro de Ciências Médicas e Biológicas PUC— Sorocaba.



RESUMO

A avaliação da qualidade da água do rio Sorocaba foi estudada a partir de sua análise em quatro pontos de coleta situados à represa de Itupararanga, ponte de Pinheiros, ponte do Pinga-Pinga e Parque São Bento, a montante da estação de captação do SAAE. Em cada ponto foram realizadas 4 coletas, sendo estas distribuídas no período de fevereiro a outubro de 1995. A caracterização sanitária da água foi determinada pelos seguintes parâmetros: O.D., pH, Condutividade, temperatura, bactérias heterotróficas, coliformes totais, coliformes fecais e estreptococos fecais. Os locais de coleta situados no perímetro urbano apresentaram níveis preocupantes de contaminação. Nossos dados indicam, portanto, a urgência na implantação do tratamento de esgotos no município de Sorocaba.

ABSTRACT:

The level of organic contamination of the Sorocaba River was analysed in four collecting places: Itupararanga Dam, Pinheiros Bridge, Pinga — Pinga Bridge and São Bento Park upstream the SAAE collecting station. Between February and October 1995 four samples of water were collected in each of these places. The sanitary characterization of the water was determined by the following parameters: dissolved oxygen, pH, conductivity, temperature, heterotrophic bacteria, total coliforms, fecal coliforms, and fecal streptococci. The water collected within the urban perimeter showed alarming levels of contamination. The detected level of contamination proves the urgency of a sewage farm in our city .

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água de boa qualidade para consumo e diversos outros usos corresponde a um grande auxílio no combate a diversas doenças, pois ela representa uma das vias de maior importância na veiculação de agentes de inúmeras enfermidades. A relação entre a qualidade da água e doenças só foi provada cientificamente em meados do século passado, com estudos microbiológicos da água potável. Posteriormente, essa comprovação foi sendo enfatizada por estudos como o do rastreamento dos casos de cólera, por John Snow (1855), e sobre a febre tifóide, por Willian Budd (1857).

A maioria da população mundial habita regiões tropicais de alta umidade, que favorece a transmissão e crescimento de agentes microbianos de diarreia. As doenças entéricas constituem a maioria dos problemas de saúde pública no chamado Terceiro Mundo, perfazendo a principal causa de morbidade e mortalidade infantil, em virtude da falta de saneamento e acesso à água de boa qualidade (Olson & Nagy, 1984).

Algumas doenças, potencialmente de veiculação hídrica, carecem de dados epidemiológicos para uma correta avaliação. Apesar disto, importantes doenças infecciosas entéricas e diarreicas têm sido suficientemente associadas à água, sendo diretamente atribuídas à sua qualidade (Lloyd, 1989).

As vias de transmissão das doenças pela água podem ocorrer a partir da contaminação de rios, lagos e água subterrânea com águas residuárias e despejos sólidos. Os patógenos podem chegar até o homem pela água de dessedentação, em produtos regados com águas contaminadas, ao aspirar aerossóis, pelo contato ou até ingestão de águas recreacionais contaminadas ou pelo consumo de organismos desenvolvidos em águas fora dos padrões, principalmente os consumidos crus ou os de hábito filtrador (Pardo, 1983).

As bactérias entéricas dos gêneros *Citrobacter*, *Escherichia*, *Enterobacter*, e *Klebsiella* constituem o grupo dos chamados coliformes totais (Cabelli, 1983). São microrganismos típicos da microbiota fecal, mas a maioria deles, principalmente os gêneros *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, podem ser encontrados em outros locais, provenientes de vegetais e do solo. A espécie *Escherichia coli* é considerada como sendo de origem unicamente fecal (Hagler & Mendonça-Hagler, 1988), apesar de alguns autores, em estudos recentes, indicarem sua presença em locais sem contaminação fecal (Martins, 1990).

A presença de bactérias do grupo coliforme foi assumida como indicativa de riscos potenciais à saúde, graças à sua associação no intestino com patógenos

como *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio*, *Mycobacterium*, *Pasteurella*, *Leptospira* e vírus entéricos (Dutka, 1973).

A definição de bactérias do grupo coliforme encontrada na Portaria nº 36, de 19 de janeiro de 1990, do Ministério da Saúde, é a seguinte: coliformes são todos os bacilos Gram-negativos, aeróbios ou aneróbios facultativos, não-formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos surfatantes, com propriedades similares de crescimento e que fermentam lactose a 35°C em 24 ou 48 horas, com produção de aldeído, ácido e gás.

Segundo essa mesma portaria, são considerados coliformes fecais os que apresentarem as características citadas anteriormente, porém incubados à temperatura de $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ por 24 horas.

Além dos coliformes, outros microrganismos vêm sendo usados como indicadores. Os estreptococos fecais constituem um grupo de bactérias, cujo habitat normal é o trato intestinal humano e os de outros animais de sangue quente; essas bactérias normalmente não ocorrem em água ou solos de áreas não-poluídas, sendo que as poucas incidências estão relacionadas diretamente a animais de vida selvagem ou à drenagem dos solos por enxurradas.

Embora essas bactérias possam persistir por longos períodos em água de irrigação com alto teor eletrolítico, geralmente não se multiplicam em águas poluídas, sendo sua presença, portanto, indicativa de contaminação fecal recente (CETESB, 1992).

Os estreptococos fecais incluem várias espécies e subespécies do gênero *Streptococcus* como *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus faecalis* subsp. *liquefaciens*, *Streptococcus faecalis* subsp. *zymogenes*, *Streptococcus faecium*, *Streptococcus avium*, *Streptococcus gallinarum*, *Streptococcus bovis* e *Streptococcus equinus*, sendo que as espécies *S. faecalis* e *S. faecium* encontram-se mais relacionadas à contaminação fecal de origem humana (APHA, 1992).

O *Clostridium perfringens* é uma bactéria aneróbia que faz parte da microbiota normal das fezes, é utilizada como testemunho de contaminação antiga (Pardo, 1983; Hagler e Mendonça-Hagler, 1988).

As bactérias do gênero *Salmonella* constituem um dos patógenos mais comuns nas fezes e, portanto, têm sido propostas como indicadoras de contaminação fecal, embora apresentem dificuldades de isolamento e sua ocorrência seja variável em água poluída. Entretanto, sua significância sanitária é relevante e importante do ponto de vista epidemiológico (Hagler e Mendonça-Hagler, 1988; Pardo, 1983).

As *bifidobactérias* incluem as bactérias anaeróbias Gram-positivas e encontram-se no trato intestinal humano em número mais elevado que coliformes (Pardo, 1983; Hagler e Mendonça-Hagler, 1988). Sua presença, quando detectada demonstra seguramente contaminação fecal humana (Cabelli, 1979).

A IMPORTÂNCIA DO RIO SOROCABA PARA O ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE SOROCABA

O município de Sorocaba é considerado hoje um importante pólo de desenvolvimento no interior paulista. Embora seu parque industrial não apresente o mesmo crescimento verificado há vários anos atrás, sua proximidade e facilidade de acesso à capital e a vários outros importantes municípios do interior o tornam cada vez mais um centro de atração regional, aumentando a expectativa de seu crescimento populacional.

Um fator significativo e limitante no crescimento de um município ou região é a disponibilidade de água para sua população, seja para uso doméstico, seja na agricultura, na pecuária, ou na indústria.

Hoje a população de Sorocaba tem, como principal fonte abastecimento de água, o rio Sorocaba. A captação de cerca de 80% da água utilizada no município é realizada a jusante da barragem da represa de Itupararanga, de onde é também captada a água para geração de energia para a Companhia Brasileira de Alumínio.

Esta é uma água que ainda não apresenta níveis preocupantes de contaminação orgânica por esgotos, pois o ponto de captação está localizado a montante dos municípios de Votorantim e Sorocaba, principais poluidores desse corpo d'água.

Na região dos formadores do rio Sorocaba, a montante da represa pertencente ao município de Ibiúna, há introdução de esgotos nesse manancial, mas esta contaminação é provavelmente dissipada antes do início do aqueduto de Sorocaba, em virtude da represa Itupararanga entre esses locais, com uma área de drenagem de 875 km².

A contaminação na área que circunda a represa deve estar relacionada ao carreamento de defensivos agrícolas e fertilizantes, pela intensa atividade agrícola local, sendo de menor importância a contaminação por esgotos.

A partir de sua passagem pelos municípios de Votorantim e Sorocaba, o rio Sorocaba apresenta intensa degradação, em virtude da devastação e ocupação desordenada de suas margens e principalmente pela introdução de efluentes industriais e domésticos.

Com a fiscalização dos órgãos competentes na região, hoje verificamos uma diminuição na contaminação de origem industrial. Permanece grave e sem perspectivas de melhora a situação causada pela introdução maciça de esgotos no leito do rio Sorocaba, seja diretamente ou indiretamente pela contaminação de seus córregos afluentes.

Apesar deste fato, hoje crescente, há necessidade de captação desta água já contaminada após o recebimento de esgotos, o que já ocorre na estação de captação e tratamento existente no Parque São Bento.

O volume de água de melhor qualidade captada próximo à represa de Itupararanga é insuficiente e estudos da geologia local já demonstram que a perfuração de poços com a finalidade de abastecimento em grande escala é inviável para o município (DAEE, 1993).

O IQA (Índice de Qualidade da Água) divulgado pela CETESB anualmente, desde 1974, mantém o rio Sorocaba enquadrado como classe 2, ou seja, adequado para abastecimento doméstico após tratamento convencional, segundo a Lei Estadual nº997, de 31 de maio de 1976 (CETESB, 1990c).

Apesar disto, verificamos que, com relação aos padrões bacteriológicos, ou seja, coliformes totais e fecais, os resultados de todas as análises excedem o padrão da classe 2, e em sua maioria, enquadram-se na classe 4; além disto, essas análises são realizadas bimestralmente em apenas dois locais, em Sorocaba e no bairro de Itavuvu, já saindo do perímetro urbano do município.

Portanto, a simples análise geral do IQA da CETESB, que fornece os únicos dados existentes sobre a qualidade da água do rio Sorocaba, é insuficiente para uma avaliação adequada desta água.

Diante disto, ressaltamos a importância de uma avaliação mais aprofundada da real situação de contaminação orgânica apresentada pelas águas do rio Sorocaba, ao longo de sua passagem pelo município de Sorocaba.

Propomos esse estudo com os seguintes objetivos:

- Avaliar as condições sanitárias do rio Sorocaba, ao longo do trecho que percorre os municípios de Votorantim e principalmente de Sorocaba, através de alguns grupos de microrganismos indicadores de contaminação orgânica e fecal;
- Verificar a ocorrência de bactérias patogênicas a partir do isolamento dos indicadores utilizados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da Área

O rio Sorocaba é o afluente mais importante da margem esquerda do Tiête, drenando uma área de 5.140 km², com o trecho superior no Planalto Atlântico e o restante na Depressão Periférica.

Ainda próximo às cabeceiras, atravessa a cidade que lhe empresta o nome, cuja região tem um significativo parque industrial. A seguir, percorre 80 km em zona rural, antes de atingir o rio Tiête no trecho médio superior.

A bacia do rio Sorocaba é formada, nas cabeceiras, pelos rios Sorocamirim e Sorocabuçu e pela represa de Itupararanga.

Os afluentes do rio Sorocaba, como os rios Pirajibu, Sarapuí e Tatuí e vários córregos, trazem os dejetos das várias cidades por onde passam, e desembocam por fim no rio Tiête.

A bacia do rio Sorocaba abrange 22 municípios, sendo que alguns municípios têm pouca ou nenhuma relação com a bacia do rio Sorocaba, independentemente de parte do seu território estar dentro dos limites hidrográficos da bacia.

A bacia do rio Sorocaba está esquematizada na figura 1.

Localização e descrição dos locais de coleta

Os locais escolhidos para as amostragens estão indicados na Figura 2 e foram selecionados em virtude dos níveis de contaminação entre eles.

LOCAL 1: Barragem da represa de Itupararanga.

LOCAL 2: Este ponto de coleta encontra-se no bairro Jardim Sandra, no município de Sorocaba. O rio, nesse trecho, apresenta grande quantidade de matéria orgânica oriunda da cidade de Votorantim.

LOCAL 3: Ponte do Pinga-pinga, no município de Sorocaba. Nesse local o rio não sofreu ainda a autodepuração, apresentando assim uma carga maior de matéria orgânica.

LOCAL 4: Estação de captação de água do SAAE, localizada no bairro Parque São Bento, no município de Sorocaba. Antes desse ponto de coleta, há a contribuição do rio Pirajibu, que transporta efluentes da Companhia Brasileira de Alumínio. Aproximadamente 1300 metros, leito abaixo, após esta captação, o SAAE lança nas águas do rio Sorocaba o esgoto proveniente do bairro Parque São Bento.

Parâmetros microbiológicos

A metodologia empregada seguiu a recomendação do APHA (1992), utilizando-se a técnica dos tubos múltiplos para a obtenção do Número Mais Provável de bactérias do grupo coliformes e para os estreptococos fecais. Para quantificação das bactérias heterotróficas aeróbias foi utilizada a técnica de espalhamento em placa (ou "pour plate").

As amostras foram obtidas da água superficial, acondicionadas em frascos de boca larga, previamente esterilizados, sendo levadas ao laboratório para processamento num período inferior a três horas. Para a realização das coletas foi utilizado o Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água (CETESB, 1988).

Parâmetros Físico-Químicos

Juntamente com a coleta, foram tomadas as medidas de pH, oxigênio dissolvido, condutividade e temperatura. No período precedente às coletas, foram anotadas as condições de pluviosidade.

Os resultados obtidos foram organizados em tabelas, gráficos e servirão como comparação para outros trabalhos realizados nesses locais. O trabalho foi desenvolvido no período de fevereiro a outubro de 1995, onde foram realizadas 4 coletas em cada ponto.

Figura 1: Diagrama esquemático dos rios afluentes da bacia do Rio Sorocacaba.

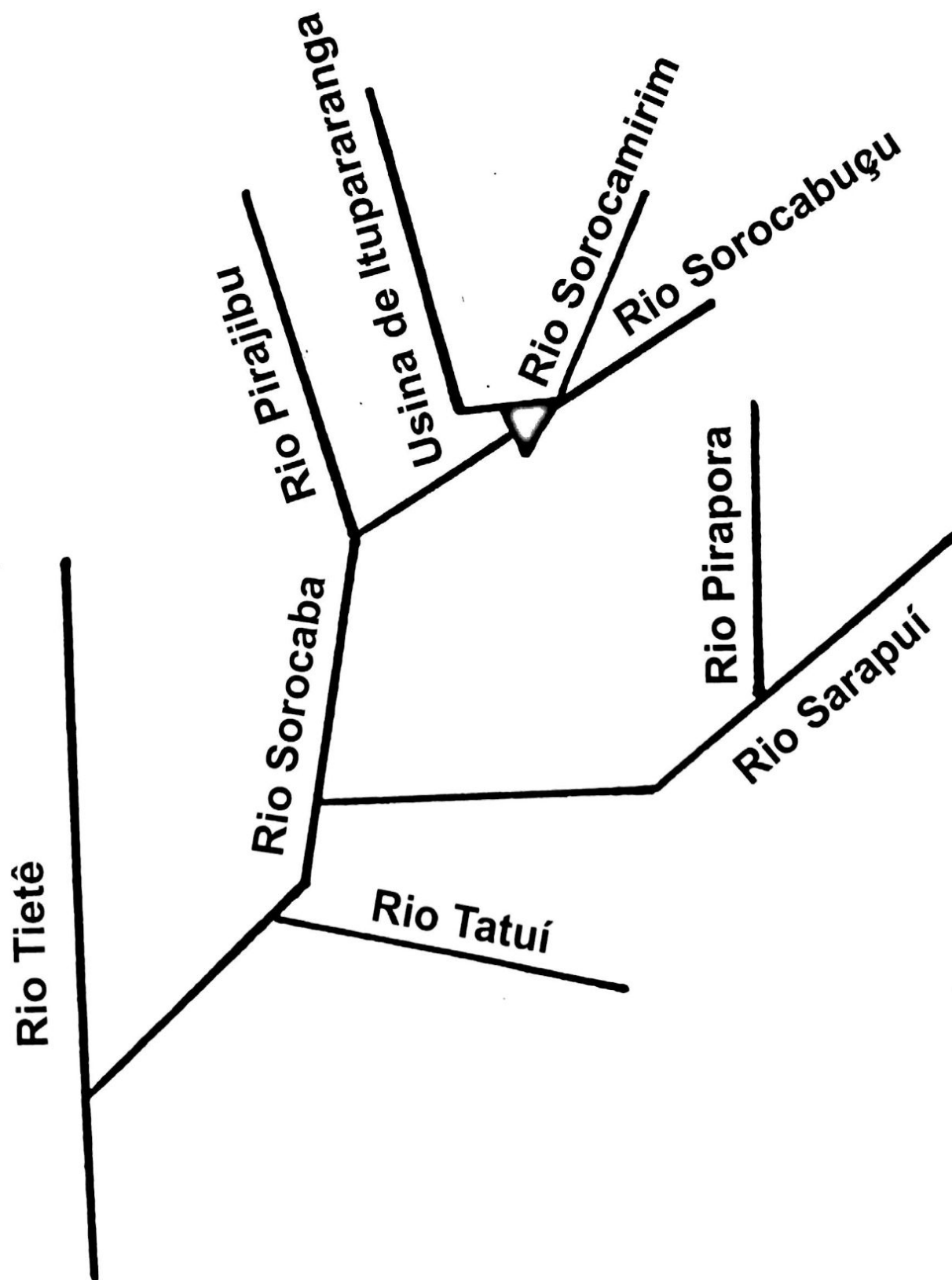


Figura 2: Esquema dos pontos de coleta.

(4) Estação de Captação de água do SAAE



Escala aproximada
1 : 250.000

(1).(2).(3).(4)=locais de coleta
..... = Rodovia Raposo Tavares



RESULTADOS

As condições climáticas no período das coletas de água foram satisfatórias, pois nenhuma delas foi precedida de chuva.

Os resultados referentes à quantificação de alguns parâmetros físico-químicos da água nos locais de coleta estão representados nas tabelas 1 a 4.

Nas tabelas 5 a 8 encontram-se os valores referentes à quantificação das bactérias heterotróficas, coliformes totais e coliformes fecais, determinados por meio da técnica de tubos múltiplos.

Foram isoladas 62 culturas, a partir dos tubos positivos da prova de coliformes fecais dos quatro pontos de coletas. Dessas culturas 36 foram identificadas como *Escherichia coli*. Foram também isoladas 16 bactérias do gênero *Klebsiella* sp, 6 *Pseudomonas* sp, 2 *Proteus mirabilis*, 1 *Citrobacter freundii* e 1 *Enterobacter* sp.

Das 36 cepas *Escherichia coli* identificadas e submetidas ao teste sorológico de patogenicidade, apenas 1 apresentou-se sorologicamente positiva, sendo caracterizada como *Escherichia coli* enteroinvasora do tipo A. Esta cepa foi isolada da ponte de Pinheiros na coleta realizada no dia 13 de setembro. As demais que se apresentaram sorologicamente negativas, foram consideradas como *Escherichia coli* não-enteropatogênicas.

Foram isoladas 26 culturas de estreptococos fecais, a partir de placas com meio azida; somente 4 dessas culturas foram identificadas como estreptococos fecais enterococos; estes foram isolados nos pontos de coleta referente à ponte de Pinheiros, à ponte do Pinga-Pinga e São Bento. Já as outras 22 culturas de estreptococos fecais não-enterococos foram verificadas em todos os pontos de coleta. As análises microbiológicas foram realizadas no laboratório de microbiologia do Centro de Ciências Médicas e Biológicas — PUC Sorocaba.

TABELA 01: Parâmetros físico-químicos referentes às amostras de água coletadas na Barragem da Represa de Itupararanga, no ano de 1995.

| Parâmetros | Datas de Coleta | | | |
|--|-----------------|-------|-------|-------|
| | 18.05 | 14.08 | 03.09 | 23.90 |
| O.D. (mg/l) | 6,7 | * | * | * |
| Condut. ($\mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$) | 57 | 53 | 55 | 54 |
| pH | 6,8 | 7,2 | 7,2 | 7,0 |
| Temp. Ar ($^{\circ}\text{C}$) | 16,7 | 24,0 | 21,0 | 22,0 |
| Temp. Água ($^{\circ}\text{C}$) | 21,8 | 20,0 | 19,0 | 20,0 |

TABELA 02: Parâmetros físico-químicos referentes às amostras de água coletadas na Ponte de Pinheiros, no ano de 1995.

| Parâmetros | Datas de Coleta | | | |
|--|-----------------|-------|-------|-------|
| | 29.03 | 30.04 | 13.08 | 13.09 |
| O.D. (mg/l) | 3,0 | 3,6 | * | * |
| Condut. ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$) | 154 | 152 | 120 | 128 |
| pH | 7,4 | 7,0 | 7,0 | 7,0 |
| Temp. Ar ($^{\circ}\text{C}$) | 33,5 | 33,0 | 34,0 | 25,0 |
| Temp. Água ($^{\circ}\text{C}$) | 26,8 | 24,3 | 23,0 | 20,0 |

LEGENDA: O.D. = Oxigênio Dissolvido
Condut. = Condutividade
Temp. = Temperatura
* = Não foram realizadas por problemas técnicos de aparelhagem

TABELA 03: Parâmetros físico-químicos referentes às amostras de água coletadas na Ponte do Pinga-Pinga, no ano de 1995.

| Parâmetros | Datas de Coleta | | | |
|--|-----------------|-------|-------|-------|
| | 29.03 | 30.04 | 13.08 | 13.09 |
| O.D. (mg/l) | 3,53 | 3,10 | * | * |
| Condut. ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$) | 145 | 131 | 130 | 125 |
| pH | 7,4 | 7,0 | 6,8 | 7,0 |
| Temp. Ar ($^{\circ}\text{C}$) | 33,4 | 33,2 | 34,0 | 25,0 |
| Temp. Água ($^{\circ}\text{C}$) | 27,0 | 24,6 | 23,0 | 21,0 |

TABELA 04: Parâmetros físico-químicos referentes às amostras de água coletadas na Estação de Captação de Água localizada no Parque São Bento, no ano de 1995.

| Parâmetros | Datas de Coleta | | | |
|--|-----------------|-------|-------|-------|
| | 30.04 | 18.05 | 13.08 | 13.09 |
| O.D. (mg/l) | 4,8 | 4,3 | * | * |
| Condut. ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$) | 128 | 124 | 127 | 106 |
| pH | 6,8 | 7,0 | 6,6 | 6,6 |
| Temp. Ar ($^{\circ}\text{C}$) | 34,4 | 29,0 | 31,0 | 25,0 |
| Temp. Água ($^{\circ}\text{C}$) | 23,0 | 23,0 | 21,0 | 21,0 |

LEGENDA: O.D. = Oxigênio Dissolvido
 Condu. = Condutividade
 Temp. = Temperatura
 * = Não foram realizadas por problemas técnicos de aparelhagem

TABELA 05: Quantificação das bactérias heterotróficas em unidades formadoras de colônias / 100 mL, coliformes totais e fecais e estreptococos totais, através do método do número mais provável / 100 mL (série de 3 tubos), referentes às coletas realizadas na Barragem da Represa de Itupararanga.

| | Parâmetros | | Coletas | |
|------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 1a. | 2a. | 3a. | 4a. |
| B.H. | $6,9 \times 10^2$ | $1,1 \times 10^3$ | $1,6 \times 10^3$ | $1,5 \times 10^3$ |
| C.T. | $0,33 \times 10$ | $0,93 \times 10,0$ | $1,5 \times 10,0$ | $1,1 \times 10,0$ |
| C.F. | $0,36 \times 10,0$ | $0,93 \times 10,0$ | $0,43 \times 10,0$ | $0,75 \times 10,0$ |
| S.T. | * | $3,6 \times 10^{-1}$ | $3,6 \times 10^{-1}$ | $3,6 \times 10^{-1}$ |

TABELA 06: Quantificação das bactérias heterotróficas em unidades formadoras de colônias / 100 mL, coliformes totais e fecais e estreptococos totais, através do método do número mais provável / 100 mL (série de 3 tubos), referentes às coletas realizadas na Ponte de Pinheiros.

| | Parâmetros | | Coletas | |
|------|------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|
| | 1a. | 2a. | 3a. | 4a. |
| B.H. | $3,0 \times 10^7$ | $4,9 \times 10^7$ | $5,2 \times 10^7$ | $8,0 \times 10^6$ |
| C.T. | $\geq 2,4 \times 10^4$ | $4,6 \times 10^4$ | $5,3 \times 10^3$ | $\geq 2,4 \times 10^5$ |
| C.F. | $\geq 2,4 \times 10^4$ | $2,4 \times 10^4$ | $2,4 \times 10^3$ | $9,3 \times 10^3$ |
| S.T. | * | * | $6,2 \times 10^2$ | $7,5 \times 10^2$ |

LEGENDA: B. H. = Bactérias Heterotróficas
 C. T. = Coliformes Totais
 C. F. = Coliformes Fecais
 S. T. = Estreptococos Totais
 * = Não foram realizadas

TABELA 07: Quantificação das bactérias heterotróficas em unidades formadoras de colônias / 100 mL, coliformes totais e fecais e estreptococos totais, através do método do número mais provável / 100 mL (série de 3 tubos), referentes às coletas realizadas na Ponte do Pinga-Pinga.

| | Parâmetros | | Coletas | |
|------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
| | 1a. | 2a. | 3a. | 4a. |
| B.H. | $3,1 \times 10^7$ | $5,8 \times 10^7$ | $6,0 \times 10^7$ | $4,6 \times 10^7$ |
| C.T. | $2,1 \times 10^3$ | $2,4 \times 10^4$ | $\geq 2,4 \times 10^5$ | $4,6 \times 10^4$ |
| C.F. | $2,1 \times 10^3$ | $2,1 \times 10^3$ | $4,6 \times 10^4$ | $1,5 \times 10^4$ |
| S.T. | * | * | $2,4 \times 10^4$ | $9,3 \times 10^3$ |

TABELA 08: Quantificação das bactérias heterotróficas em unidades formadoras de colônias / 100 mL, coliformes totais e fecais e estreptococos totais, através do método do número mais provável / 100 mL (série de 3 tubos), referentes às coletas realizadas na Estação de Captação de Água localizada no Parque São Bento.

| | Parâmetros | | Coletas | |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 1a. | 2a. | 3a. | 4a. |
| B.H. | $3,9 \times 10^7$ | $3,1 \times 10^7$ | $7,5 \times 10^7$ | $6,6 \times 10^6$ |
| C.T. | $1,5 \times 10^3$ | $1,5 \times 10^2$ | $5,3 \times 10^3$ | $3,6 \times 10^3$ |
| C.F. | $1,5 \times 10^3$ | $2,0 \times 10$ | $2,0 \times 10^3$ | $2,0 \times 10^3$ |
| S.T. | * | * | $9,3 \times 10^3$ | $4,3 \times 10^2$ |

LEGENDA: B. H. = Bactérias Heterotróficas
 C. T. = Coliformes Totais
 C. F. = Coliformes Fecais
 S. T. = Estreptococos Totais
 * = Não foram realizadas

DISCUSSÃO

A poluição exerce um efeito geralmente deletério sobre grande parte dos organismos que vivem em uma massa d'água. Haja vista o grande número de peixes que morrem em rios que recebem forte contribuição em esgotos domésticos

e industriais. A morte de peixes constitui o efeito biológico mais visível de poluição dos cursos d'água (Branco, 1986)

A quantidade de oxigênio disponível em um rio ou lago sofre reduções com a introdução de matéria orgânica, sendo particularmente pobres desses gases as águas que recebem forte contribuição de esgotos.

As taxas baixas de oxigênio dissolvido observadas nos pontos de coleta de Pinheiros e Pinga-Pinga, devem-se ao fato de esse trecho localizar-se no perímetro urbano e carregar grandes quantidades de poluentes, principalmente esgotos domésticos, provenientes das cidades de Votorantim e Sorocaba.

A contaminação microbiana apresenta vários aspectos a serem discutidos.

Os organismos de origem intestinal, mas que não são patógenos, constituem apenas indícios bastante seguros da presença de matéria fecal na água, mas são destituídos de qualquer interesse com relação à saúde propriamente dita. Os microrganismos pertencentes ao "grupo coliformes" estão neste caso, como meros indicadores de materiais de origem intestinal, podendo estar presentes em águas, até mesmo em grande número, que não contenham nenhum agente causador de doenças, embora não devam estar ausentes de águas que possuem germes patogênicos intestinais. Isto pode ocorrer em algumas situações, como no caso de águas cloradas, onde eles podem apresentar-se mais suscetíveis à ação do cloro do que alguns patógenos.

O próprio índice de coliformes, que constitui o mais precioso e sensível teste para revelar as características sanitárias de uma água, tem seu significado de certa forma comprometido, em nosso meio, pela falta de trabalhos básicos visando estabelecer o seu verdadeiro significado, ou seja, a relação existente entre eles e o número de patógenos, inclusive enterovírus. Por esse motivo, normas restritivas à potabilidade devem se manter rígidas, muito embora esse critério não seja sempre o mais realista, além de ser um critério oneroso, que nos obriga a rejeitar águas que, de outra forma, poderiam ser utilizadas (Branco, 1986).

O grupo estreptococos fecais é de grande valor em estudos para investigação da origem da poluição fecal, ou seja, a predominância de *Streptococcus bovis* e *Streptococcus equinus* (não-enterococos) é indicativa de contaminação fecal animal (não-humana); nesse sentido, estudos demonstram que o elevado número destas espécies estão associados à poluição envolvendo indústrias frigoríficas, de fabricação de produtos derivados de leite e drenagem de pastagem em fazendas.

A existência de *Streptococcus faecalis* é indicador de contaminação fecal humana.

Dado o limitado tempo de sobrevivência desta espécie na água, sua presença indica contaminação fecal muito recente.

As únicas soluções existentes para o problema da poluição dos mananciais consistem em depurar a água que recebe o despejo, a fim de torná-lo potável ou, ainda, depurar o próprio despejo antes que seja lançado ao manancial.

Ambas as soluções são empregadas, simultaneamente, pelas modernas civilizações, desenvolvendo-se, cada vez mais, as duas técnicas: a de tratamento de água e a de tratamento de esgotos.

Tratar esgoto é, principalmente, oxidá-lo por processos artificiais; entretanto, esse processo pode ser observado na própria natureza, no decurso de um rio ou no volume de um lago poluído, por despejos orgânicos. A esse processo dá-se o nome de autodepuração.

Ao tratar os esgotos para depois lançá-los aos rios, os seus objetivos mais imediatos são: a destruição de bactérias e estabilização da matéria orgânica que, decompondo-se no rio, poderá alterar suas características de potabilidade, através da produção de sabor, odor, aumento de materiais voláteis ou mesmo redução da concentração do oxigênio dissolvido que, além de constituir um parâmetro importante de qualidade, é elemento recomendável para a boa composição da água potável.

Como vem sendo citado em outros estudos (Peçanha, 1993) a metodologia preconizada para a quantificação de coliformes fecais (*Escherichia coli*) também favorece o isolamento de *Klesiellas* termotolerantes, como foi verificado nos nossos quatro pontos de coleta.

Deve ser ressaltado que outros microrganismos que não coliformes também vêm sendo isolados por esta metodologia, embora este fato não interfira na avaliação quantitativa dos coliformes, pois trata-se de bacilos Gram-negativos não-fermentadores e o resultado positivo depende da produção de gás proveniente da fermentação da lactose.

Como era esperado, foi verificado que a represa de Itupararanga já possui algumas características de gradação em suas margens, seja através da utilização de suas águas para a agricultura, com risco da contaminação por agrotóxicos e fertilizantes quando carregados, seja pela captação clandestina de água para irrigação, pelos empreendimentos imobiliários e também por atividades recreacionais.

A qualidade da água da represa de Itupararanga apresenta níveis toleráveis de contaminação; no entanto, são detectados indícios de alterações nesse trecho do corpo d'água, em função das atividades mencionadas.

Em virtude disto e da importância desse corpo d'água para o abastecimento da região, surge a necessidade de regulamentação para o seu uso, bem como visando sua preservação.

Apesar da obtenção de apenas uma cepa de patógeno de *Escherichia coli* enteroinvasora do tipo A, isolada na ponte de Pinheiros, este resultado pode ser considerado um importante indício. Nesse trecho o rio recebe os efluentes sem tratamento do Conjunto Hospitalar e, considerando que os patógenos apresentam menor nível de sobrevivência que os microorganismos saprófitas, isto pode ser

um alerta sobre a importância desse efluente como fonte de contaminação maciça desse corpo d'água que, a jusante, é utilizado como fonte de abastecimento doméstico (fig. 3).

Os elevados níveis de contaminação detectados ao longo do trecho central do rio não permitem a autodepuração desse corpo d'água, o que compromete muito a utilização deste a jusante como fonte de abastecimento urbano, como acontece no Parque São Bento (fig. 4).

Se considerarmos que a rotina laboratorial de análise da qualidade microbiológica da água, nesse trecho, é restrita à quantificação das bactérias do grupo coliforme e que esta análise é realizada quinzenalmente, a contaminação verificada torna-se um fato mais grave. O aparecimento de um patógeno, entre essas coletas e que não seja detectado pela rotina laboratorial, é um risco à saúde pública, pois este pode ser agente potencial de uma doença de caráter epidêmico.

Fica evidente portanto, a necessidade do tratamento prévio dos efluentes hospitalares e domésticos para a redução dos elevados níveis de contaminação constatados.

FIGURA 03: Gráfico comparativo das médias de coliformes totais e fecais dos pontos de coleta.

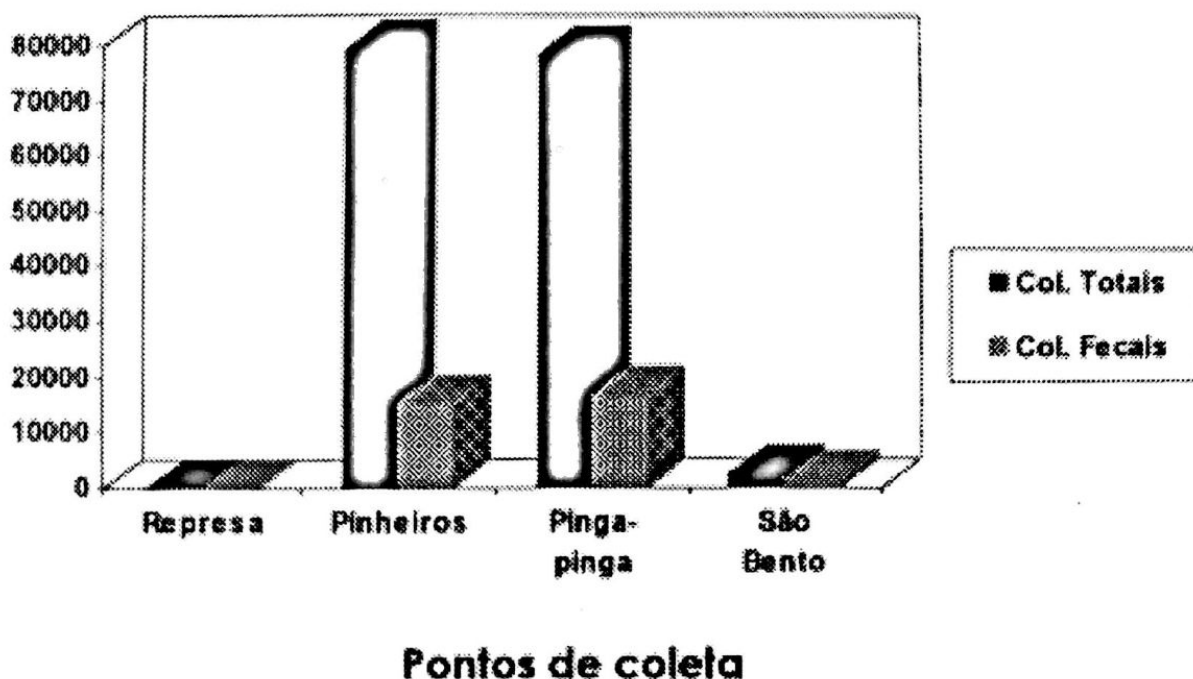
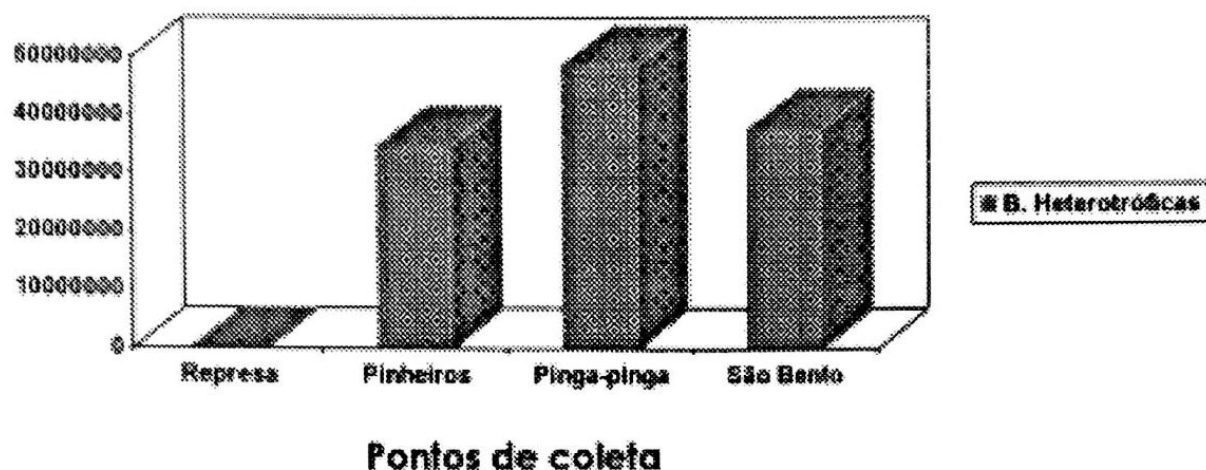


FIGURA 04: Gráfico comparativo das médias de bactérias heterotróficas dos pontos de coleta em Unidades Formadoras de Colônias por 100 ml.



CONCLUSÃO

As águas da represa de Itupararanga são de boa qualidade, apesar de possuírem níveis toleráveis de contaminação. As autoridades competentes devem reforçar a atenção em relação à preservação desse manancial, quanto a sua utilização clandestina e degradação de suas margens.

Os locais de coleta referentes às pontes de Pinheiros e Pinga-Pinga, que situam-se no perímetro urbano, possuem níveis alarmantes de contaminação, e suas águas recebem uma carga maciça de esgotos domésticos e hospitalares, que são lançados pelas cidades de Votorantim e Sorocaba. A detecção de patógenos é um forte indício de que esse lançamento de esgoto é constante e recente, pois esses microrganismos não sobrevivem muito tempo em águas poluídas.

A qualidade da água captada pela Estação de Tratamento do Parque São Bento, não possui níveis satisfatórios, pois a matéria orgânica proveniente do esgoto que é lançado nesse manancial não consegue autodepurar-se em um trecho tão curto, que liga esse local à fonte poluidora. Portanto, essa água requer uma análise microbiológica mais detalhada, sendo que a utilizada é considerada muito superficial. Em virtude disto, pode colocar em risco a saúde da população que utiliza essa água para consumo doméstico.

Para a solução desse problema, há a necessidade de um monitoramento mais elaborado dessas águas e a urgência na implantação do tratamento de esgotos no município de Sorocaba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 18.ed. Washington, 1992.
- BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à Engenharia Sanitária**. 3.ed. São Paulo: CETESB / ASCETESB, 1986.
- CABELLI, V. J., Dufour, A. P., McCab, L. J. A marine recreational water quality criterion consistent with indicator concepts and risk analyses. **J Water Pollut. Cont. Fed.** v. 55. n. 10, p.1314, 1983.
- CABELLI, V. J. et al. Relationship of microbial indicators to health effects at marine bathing beaches. **American Journal Public Health**, v. 69, p. 690-696, 1979.
- DUTKA, B. J. Coliform are an inadequate index of water quality. **Journal of Environmental health**, v. 36, n. 1, p. 39-46, 1973.
- HAGLER, A. N., MENDONÇA-HAGLER, L.. C. Microbiologia sanitária. In: Roitman et al. **Tratado de microbiologia**. São Paulo : Manole, 1988. v.1, p. 86-101.
- LLOYD, B. J., WHERLER, D. C., PARDON, M. The relationship between water-related disease and water quality with particular reference to urban water supply in a developing country. **Wat. Sei. Tech.**, Brighton, v. 21, n. 6-7, p. 579-591, 1989.
- MARTINS, M. T. et al. Quão pura são as "Pristines Waters". In: ENCONTRO DE MICROBIOLOGIA AMBIENTAL, 3., 1990, São Paulo. **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Microbiologia e Comitê Latino-Americano de Microbiologia Ambiental, 1990. p.62.
- PARDO, V.C. Microbiologia y medio ambiente - los microorganismos como indicadores de contaminación. **Boletim Micrológico**. v. 21, p. 181-189, 1983.
- OLSON, B.H., NAGY, L. A. Microbiology of drinking water. **Advance in Applied Microbiology**. v. 30, p. 73-132, 1984.
- PEÇANHA, M.P. **Parâmetros microbiológicos da água do Ribeirão Claro**. Rio Claro, SP, 1993. (Mestrado — UNESP, Rio Claro).
- SÃO PAULO. CETESB. **Estreptococos fecais — determinação do número mais provável pela técnica de tubos múltiplos**. L.5. 205, dez. 1984.
- _____. **Estreptococos fecais - determinação em amostras de água pela técnica de membrana filtrante**. L5. 221, 1992.
- SÃO PAULO. DAEE. **Plano integrado de aproveitamento e gerenciamento dos recursos hídricos da Bacia do rio Sorocaba**. Núcleo Engenharia Consultiva. 3v.
- SÃO PAULO. GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **C.P.A.S.M.A.** 1995.