

## **Qualidade microbiológica das águas do rio Cabeça – um afluente na bacia do rio Corumbataí, SP.**

Eduardo Beraldo de Moraes a\*, Sâmia Maria Tauk-Tornisielo a, Sílvia Elena Ventorini b

a Centro de Estudos Ambientais (CEA), Universidade Estadual Paulista, Av. 24-A, 1515, Rio Claro, Brasil. [beraldo\\_morais@yahoo.com.br](mailto:beraldo_morais@yahoo.com.br)

b Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA), Universidade Estadual Paulista, Av. 24-A, 1515, Rio Claro, Brasil. [sev@rc.unesp.br](mailto:sev@rc.unesp.br)

\*Autor para a correspondência: +55 19 3534 0122. [beraldo\\_morais@yahoo.com.br](mailto:beraldo_morais@yahoo.com.br)

Palavras chave: Poluição das águas, Coliformes totais, *Escherichia coli*

Título abreviado: Poluição das águas

### **ABSTRACT**

The aim of this study was to evaluate the water microbiological quality of Cabeça river, a tributary in the Corumbataí watershed, SP, Brasil, by determination of microbial indicators: total coliforms and *Escherichia coli*. Five samplings points were selected over the course of this river and samples water had been collected monthly during the period of April/2007 to March/2009. The microbial indicators were quantified by Colilert<sup>®</sup> system. The results showed that three samplings points were out of the limits to *Escherichia coli* establishing to river Class 2 by CONAMA 357/05 Resolution. At rainy season (October to March) were found the higher means to the parameters studied. In this period the drainage of sediments and animals and human excrements to the river bed increases. Preventive and corrective measures are necessary

to maintain water quality in the Cabeça river including the riparian forests restoration and sewage treatment.

## **RESUMO**

O objetivo deste estudo foi analisar a qualidade microbiológica das águas do rio Cabeça, um afluente na bacia do rio Corumbataí, SP, Brasil, através da determinação dos indicadores microbiológicos coliformes totais e *Escherichia coli*. Cinco pontos de coletas foram estabelecidos ao longo deste rio e coletas mensais foram realizadas no período de Abril de 2007 a Março de 2009. Os microrganismos de interesse foram quantificados através do sistema Colilert<sup>®</sup>. De acordo com os resultados, três pontos de coleta ultrapassaram o limite máximo para *Escherichia coli* estabelecidos para rios de Classe 2, segundo a Resolução CONAMA n° 357 de 2005. Na estação chuvosa (Outubro a Março) foram encontradas as maiores médias para os parâmetros estudados uma vez que nesse período observa-se o aumento do escoamento de sedimentos juntamente com excretas de animais e humanas para o leito do rio. Medidas preventivas e corretivas são necessárias para a manutenção da qualidade da água deste rio incluindo a recuperação das matas ciliares e tratamento de esgotos.

## **INTRODUÇÃO**

Durante milênios as águas insalubres propagaram epidemias que dizimaram populações. A cada dia 6 mil pessoas morrem por doenças diarréicas, a maioria sendo criança de até cinco anos (Lepargneur, 2004). As doenças de veiculação hídrica são causadas, principalmente, por microrganismos patogênicos de origem entérica, animal

ou humana, transmitidos basicamente pela rota fecal-oral, ou seja, são excretados nas fezes de indivíduos infectados e ingeridos na forma de água ou alimento contaminado por água poluída com fezes (Nikaido et al., 2004). Frente a este quadro, o monitoramento microbiológico de águas superficiais se apresenta como uma importante ferramenta de gestão para garantir o abastecimento de água com qualidade para a população.

A detecção de agentes patogênicos na água é extremamente difícil em razão de suas baixas concentrações e para verificar essa possível contaminação, considera-se a presença de organismos indicadores como as bactérias do grupo coliformes. O grupo coliforme é constituído por vários gêneros da família Enterobacteriaceae (*Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Escherichia*) e são definidos como bastonetes gram-negativos, não formadores de esporos, com metabolismo anaeróbico facultativo e que fermentam a lactose em 24-48 horas com produção de ácido e gás (Apha, 1998). Este grupo reúne vários microrganismos indicadores que habitam não só o solo e água, mas também o trato intestinal de humanos e animais de sangue quente.

O critério para que as bactérias sejam consideradas ideais indicadoras de poluição de origem fecal, é que estejam presentes em grande número nas fezes humanas e de animais; devem estar presentes em efluentes residuais e ausentes em águas limpas; serem exclusivamente de origem fecal e devem ser detectáveis por métodos simples (Pelczar Jr et al., 1997). A *Escherichia coli* é um membro do grupo dos coliformes e satisfaz a maior parte destes critérios sendo que sua presença em amostras de água pode indicar a contaminação por outros patógenos intestinais. A *E. coli* é o único biótipo da família Enterobacteriaceae que pode ser considerado exclusivamente de origem fecal (Vacconcellos et al., 2006).

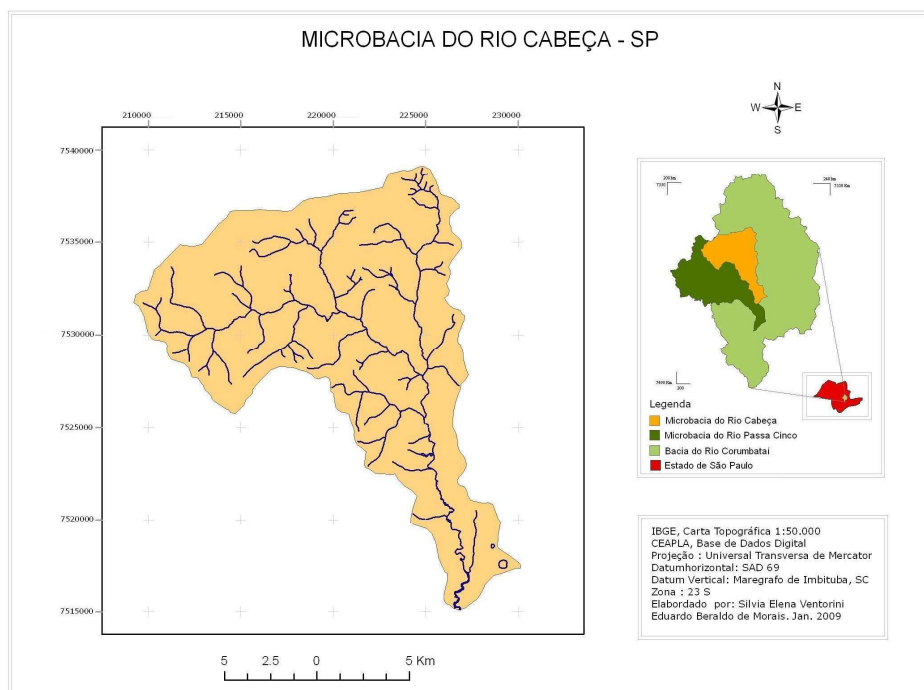
No estado de São Paulo, Brasil, a bacia do rio Corumbataí assume importância econômica e social por apresentar potencial hídrico capaz de abastecer as cidades de Analândia, Corumbataí, Rio Claro, Santa Gertrudes, Ipeúna, entre outras, e ainda permitir a exportação de água para municípios localizados em bacias vizinhas, tais como Araras e Piracicaba, onde os problemas hídricos são bastante sérios. O consumo das águas dessa bacia para fins domiciliares e industriais exige a conservação dos padrões estabelecidos de qualidade, que atualmente vem apresentando alterações pelo crescente lançamento de efluentes, modificando suas características físicas, químicas e biológicas (Palma-Silva, 2006).

O rio Cabeça é um afluente do rio Passa Cinco, este afluente do rio Corumbataí. Estudos envolvendo o rio Cabeça não são numerosos, impossibilitando o conhecimento das reais condições referentes a qualidade de suas águas. Neste contexto, a proposta deste trabalho foi avaliar as concentrações de coliformes totais e *E. coli* ao longo do rio Cabeça obtendo deste modo, informações que nortearão estratégias para garantir a preservação dos recursos hídricos.

## **METODOLOGIA**

### **Características da área de estudo**

A microbacia do rio Cabeça está localizada na bacia do Corumbataí entre as coordenadas 210000E, 7540000N e 230000E, 7515000N (Figura 1). Esta microbacia ocupa uma extensão, aproximada, de 214 Km<sup>2</sup> sendo o uso da sua terra tipicamente rural, com predomínio de pasto e cultura de cana de açúcar (Figura 2).



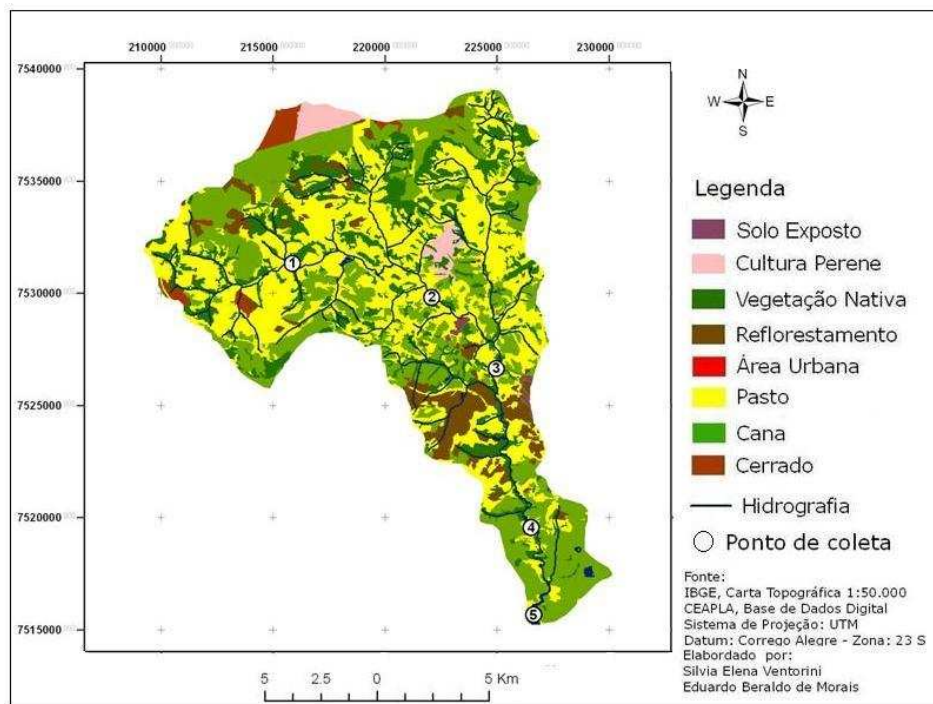
**Figura 1.** Localização da microbacia do rio Cabeça, na bacia do rio Corumbataí.

Geologicamente, a área de estudo é representada por rochas sedimentares e vulcânicas das eras Paleozóicas (Grupo Passa Dois: Formação Corumbataí), Mesozóicas (Grupo São Bento: Formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral) e Cenozóica (Formação Rio Claro e depósitos recentes). Na maior parte da microbacia há o predomínio de solos podzólico vermelho-amarelo seguido de latossolo vermelho-amarelo (Ceapla, 2009).

### **Pontos de coletas**

Ao longo do rio Cabeça foram estabelecidos 5 pontos de coletas definidos de acordo com a facilidade de acesso, caracterização da microbacia hidrográfica quanto aos seus aspectos geomorfológicos, geológicos e atividades agrícolas. Os pontos foram

denominados: P1 (215866E e 7531682N), P2 (222080E e 7529818N), P3 (224960E e 7526640N), P4 (226518E e 7519564N) e P5 (226634E e 7515681N) (Figura 2).



**Figura 2.** Uso da terra e cobertura vegetal na microbacia do rio Cabeça, SP, no ano de 2008 e localização dos pontos de coleta.

As coletas foram mensais entre abril de 2007 e março de 2009, totalizando um período de 24 meses. Estas coletas foram realizadas na última semana de cada mês, no período da manhã entre 8:00 e 11:00 horas. O período estipulado compreendeu duas estações secas (abril a setembro) e duas estações chuvosas (outubro a março).

Em cada ponto foram coletadas amostras na metade do corte transversal da calha principal do rio, aproximadamente a 20 cm da superfície da água, utilizando-se amostrador de Van Dorn. As amostras foram armazenadas em frascos de 250 mL previamente esterilizados, devidamente fechados, sendo a tampa envolvida com papel protetor. Todos os procedimentos para coleta e transporte das amostras foram realizados

de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Apha, 1998).

### **Metodologia para a análise microbiológica**

Para a quantificação dos indicadores microbiológicos foi utilizado o sistema Colilert<sup>®</sup> indicado na Seção 9223B do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Apha, 1998), que é utilizado para detecções simultâneas, identificações específicas e confirmativas de coliformes totais e *E. coli* em água continental natural ou tratada. O Colilert<sup>®</sup> (sistema patenteado por IDEXX Laboratories) utiliza nutrientes (açúcares ligados a radicais orgânicos cromogênicos) que fazem com que os microrganismos de interesse presentes na amostra produzam uma mudança de cor (ou fluorescência) no sistema inoculado.

O meio Colilert<sup>®</sup> (IDEXX) contém os nutrientes ONPG (o-nitrofenil- Beta -D-galactopiranosídeo) e MUG (4-metil-umbeliferil- Beta -D-glucoronídeo). As enzimas específicas e portanto características dos coliformes totais (Beta-Galactosidade) e da *E. coli* (Beta-Glucoronidase) ao metabolizarem os nutrientes, causam a liberação do radical orgânico cromogênico, e como consequência, a amostra passa a apresentar uma coloração específica amarela para coliformes totais (ONPG) e fluorescência (na presença de luz ultravioleta a 365 nm) para *E. coli* (MUG).

Cada amostra de água, após as diluições necessárias, recebeu o meio Colilert e foi colocada em cartela Quanti-Tray/2000<sup>™</sup> que possui 97 poços que são usados para detecção e quantificação das bactérias de interesse nas amostras. As cartelas foram posteriormente seladas e incubadas a uma temperatura de 35°C por 24 horas fornecendo desse modo os resultados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média dos valores do número mais provável (NMP) de coliformes totais e *E. coli* encontrados nos diferentes pontos de coleta se encontram nas Tabelas 1 e 2 respectivamente.

**Tabela 2.** Média dos valores de coliformes totais (NMP.100 mL-1) nos pontos de coletas durante as estações secas e chuvosas.

| Ponto de coleta | Seco  |               | Chuvoso |               | Seco  |               | Chuvoso |               |
|-----------------|-------|---------------|---------|---------------|-------|---------------|---------|---------------|
|                 | Média | Desvio Padrão | Média   | Desvio Padrão | Média | Desvio Padrão | Média   | Desvio Padrão |
| 1               | 3780  | 1862          | 14150   | 8253          | 3008  | 1171          | 8507    | 4484          |
| 2               | 9520  | 5294          | 19473   | 16704         | 6400  | 2196          | 25817   | 16242         |
| 3               | 10370 | 3427          | 26152   | 18971         | 7326  | 2489          | 27358   | 17391         |
| 4               | 7060  | 2835          | 30885   | 18690         | 12118 | 7896          | 23467   | 11856         |
| 5               | 10365 | 6257          | 43545   | 36195         | 9496  | 6606          | 25519   | 19834         |

**Tabela 3.** Média dos valores de *E. coli* (NMP.100 mL-1) nos pontos de coletas durante as estações secas e chuvosas.

| Ponto de coleta | Seco  |               | Chuvoso |               | Seco  |               | Chuvoso |               |
|-----------------|-------|---------------|---------|---------------|-------|---------------|---------|---------------|
|                 | Média | Desvio Padrão | Média   | Desvio Padrão | Média | Desvio Padrão | Média   | Desvio Padrão |
| 1               | 273   | 108           | 810     | 846           | 133   | 52            | 417     | 253           |
| 2               | 723   | 228           | 1242    | 720           | 318   | 181           | 692     | 290           |
| 3               | 903   | 545           | 1628    | 1449          | 652   | 259           | 1097    | 266           |
| 4               | 729   | 371           | 1827    | 1730          | 932   | 801           | 868     | 355           |
| 5               | 618   | 433           | 987     | 929           | 1056  | 1332          | 822     | 572           |

Os valores obtidos para coliformes totais demonstram que na estação chuvosa foram obtidas as maiores médias para este parâmetro. As maiores médias para *E. coli* também foram encontradas na primeira estação chuvosa. Nesta estação o escoamento superficial devido às chuvas é o fator que mais contribui para a modificação da qualidade microbiológica das águas superficiais uma vez que aumenta a taxa de sedimentos e excretas de animais e humanas que são carregados para o leito do rio

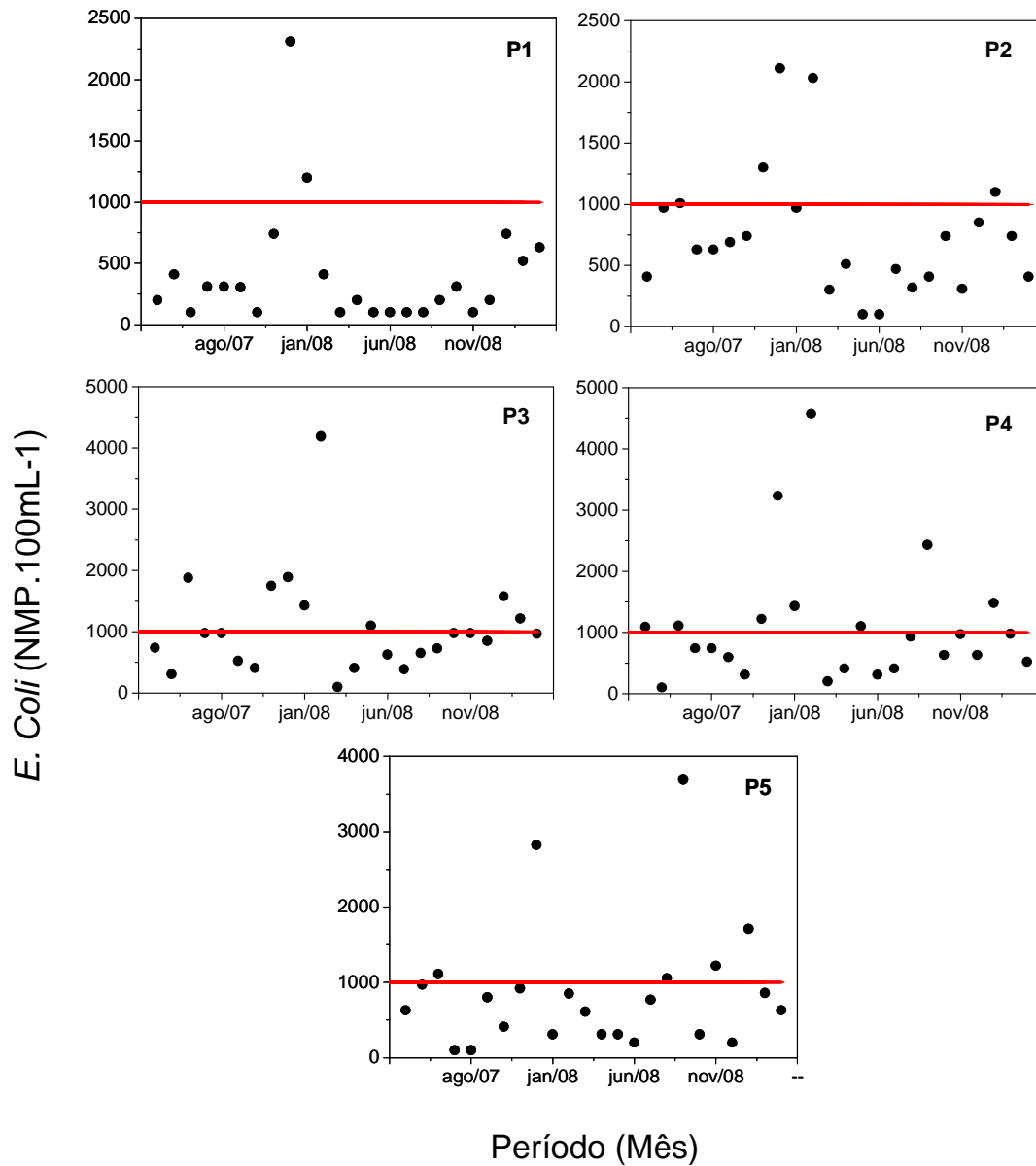


(Amaral et al., 2003). Este quadro pode ser agravado uma vez que as matas ciliares do rio Cabeça não estão preservadas o que contribui para a intensificação desse efeito.

A Figura 3 mostra os valores encontrados para *E. coli* em cada ponto de coleta durante o período de amostragem, comparados ao valor máximo permitido pela legislação vigente: a Resolução CONAMA n° 357 de 2005 (Brasil, 2005). Esta Resolução classificou os corpos de águas em classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4 de acordo com seus usos preponderantes, partindo de águas com melhor qualidade para aquelas com qualidade inferior (Brasil, 2005). Também são encontrados nesta Resolução os limites a serem observados para cada parâmetro, dentre eles, o limite máximo para *E. coli*.

Os rios presentes na bacia do rio Corumbataí, incluindo o rio Cabeça, são classificados como classe 2 segundo as preposições do Decreto Estadual 10755 de 1977 que dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água (Dae, 2009). Os valores para *E. coli* em rios de classe 2, segundo a Resolução citada, não deverão exceder um limite de 1000 *E. coli* por 100 mL em 80% ou mais das amostras analisadas.

Os pontos P3, P4 e P5 estão em desacordo com o estabelecido na legislação, pois 67%, 63% e 75% das amostras analisadas, respectivamente, não excederam o limite de 1000 *E. coli* por 100 mL, sendo que para se adequarem à legislação, no mínimo 80% das amostras não deveriam ultrapassar o limite. Estes resultados podem decorrer do lançamento de esgoto *in natura* das vilas e moradias rurais uma vez que esta é uma microbacia tipicamente rural. Atividades típicas na região como a criação de animais (gados e porcos) pode contribuir com o aumento de *E. coli* nas águas do rio Cabeça. O predomínio de pastagem na área (39.1%) associado à má conservação das matas ciliares também pode ser considerado como fator de poluição microbiológicas das águas do rio Cabeça.



**Figura 3.** Valores encontrados para *E. coli* em cada ponto de coleta, no período de abril de 2007 a março de 2009. A linha de referência vermelha indica o valor máximo permitido segundo a Resolução CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005).

Deste modo, as águas do rio Cabeça são impróprias para o desenvolvimento de atividades previstas para rios de classe 2 como dessedentação de animais, irrigações de

hortaliças e plantas frutíferas e recreação de contato primário Atividades de aqüicultura e pesca, muito comum na bacia do Corumbataí, também estão prejudicadas.

## **CONCLUSÕES**

Os resultados mostraram que o rio Cabeça apresenta contaminação microbiológica uma vez que os índices para *E. coli* estão fora dos padrões estabelecidos pela legislação, para rios de classe 2. A ocorrência destes microrganismos indica a possível contaminação da água por microrganismos patogênicos, especialmente aqueles responsáveis por infecções intestinais. Em bacias hidrográficas rurais é extremamente importante a conservação do solo utilizando-o de acordo com suas aptidões. A recuperação da mata ciliar no microbacia no rio Cabeça se faz necessário para a proteção desse corpo hídrico, além de cuidados com a criação de animais e tratamento de esgotos domésticos.

## **REFERÊNCIAS**

Amaral LA, Nader Filho A, Rossi Junior, OD, Ferreira FLA & Barros LSS. 2003. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. *Revista de Saúde Pública*, 37: 510-514

APHA (American Public Health Association). 1998. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association, Washington: 1569p.

Ceapla (Centro de Análise e Planejamento Ambiental). 2009. *Atlas ambiental da bacia do rio Corumbataí*. <http://www.rc.unesp.br/igce/ceapla/atlas>

Brasil. 2005. *Resolução do CONAMA n° 357*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 23p.

DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica). 2009. *Decreto n° 10755, de 22 de novembro de 1977*. [http://www.daee.sp.gov.br/legislacao/decreto\\_10755.htm](http://www.daee.sp.gov.br/legislacao/decreto_10755.htm).

Lepargneur H. 2004. A água: qualidade de vida. O desafio do século. *O mundo da Saúde*, 28: 364-372

Nikaido M, Oliveira AS, Trevilato TMB & Segura-Muñoz SI. 2004. Análise da qualidade da água do córrego Monte Alegre e afluentes, Ribeirão Preto, SP: enfoque para coliformes fecais e metais pesados. *O mundo da Saúde*, 28: 414-420

Palma-Silva GM. 2006. Relação dos indicadores microbiológicos com outros parâmetros limnológicos no rio Corumbataí, SP, no intuito de propor um modelo matemático para gestão ambiental. Tese de Doutorado do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, Brasil: 174 p

Pelczar Jr MJ, Chan ECS, Krieg NR. 1997. *Microbiologia – conceitos e aplicações*. Pearson Education do Brasil, 2 ed, São Paulo, Brasil: 517p

Vasconcellos FCS, Iganci JRV & Ribeiro GA. 2006. Qualidade microbiológica da água do rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. *Arquivos do Instituto Biológico*, 73: 177-181