**Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública**

**Aspectos limnológico-sanitários das águas do rio
Caulim na Região Metropolitana de São Paulo.**

Renata Mendes Cardoso Garcia Boneto

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Saúde Pública para
obtenção do título de Mestre em Saúde
Pública.

Área de Concentração: Saúde Ambiental
Orientador: Prof. Dr. Aristides Almeida
Rocha

**São Paulo
2007**

Aspectos limnológico-sanitários das águas do rio Caulim na Região Metropolitana de São Paulo.

Renata Mendes Cardoso Garcia Boneto

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Saúde Pública da
Faculdade de Saúde Pública da
Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Mestre em Saúde Pública.

Área de Concentração: Saúde Ambiental
Orientador: Prof. Dr. Aristides Almeida
Rocha

**São Paulo
2007**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da tese/dissertação.

Este trabalho foi impresso em papel reciclado, colaborando para a diminuição do corte de madeira.

Dedico esta dissertação

Ao meu marido, Ivan, que muito me apoiou e incentivou, sem o qual não teria conseguido chegar até o fim desse trabalho.

Aos meus filhos, Daniel e Gabriela, a quem eu tenho que mostrar que não podemos desistir diante das dificuldades e precisamos sempre lutar fazendo o melhor possível para conseguirmos conquistar nossos espaços, sempre com muita ética e lealdade.

AGRADECIMENTOS

Fazer agradecimentos é sempre muito difícil, pois podemos ser injustos e esquecermos de alguém. Porém, tentarei aqui lembrar de todas aquelas pessoas que me ajudaram direta ou indiretamente para que esse trabalho acontecesse:

- ✧ Ao meu marido **Ivan Alexandre Boneto**, que me deu força, incentivo e me ajudou nas coletas.
- ✧ Aos meus filhos **Daniel Garcia Boneto** e **Gabriela Garcia Boneto**, que entenderam minhas ausências.
- ✧ Aos **meus pais**, que sempre investiram meus estudos e me deram forças nas horas de desânimo.
- ✧ Ao Prof. Dr. **Aristides Almeida Rocha**, que me orientou e ajudou no meu amadurecimento como pesquisadora.
- ✧ A Dr. **Solange Martone Rocha**, pela amizade e disposição em sempre me auxiliar durante todo o trabalho com sugestões e material bibliográfico.
- ✧ A **Maria do Carmo Dória Pereira**, por me ensinar e ajudar nas análises químicas.
- ✧ A **Francisca Alzira dos Santos Perternella** pela amizade e auxílio nas análises bacteriológicas, sem contar nas orientações para a vida.
- ✧ Ao Prof. Dr. **José Luís Negrão Mucci**, que me auxiliou sempre que precisei.
- ✧ As amigas **Adriana** e **Cynthia**, pelo companheirismo e pelas conversas sem fim.
- ✧ Aos **professores** e **funcionários** do Departamento de Saúde Ambiental pela convivência amigável.
- ✧ Ao **Departamento de Saúde Ambiental**, que possibilitou que utilizasse os laboratórios para as análises.
- ✧ A **Miriam**, que me ajudou na confecção do mapa.
- ✧ Ao Sr. **Ivan Bertolazzi**, da subprefeitura de Parelheiros, que sempre me atendeu com disposição, com informações preciosas.

RESUMO

Introdução: A água é um recurso essencial para a vida dos seres vivos e tem sofrido grande deterioração devido principalmente, à ação antrópica. O Rio Caulim está situado no sub-distrito de Parelheiros, onde a ocupação se deu de forma descontrolada e inadequada e vem recebendo o esgoto doméstico dos loteamentos clandestinos da região. Como deságua na Represa do Guarapiranga, importante manancial de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, seu estudo torna-se importante. **Objetivo:** Analisar as condições ecológico-sanitárias do Rio Caulim; avaliar parâmetros físicos, químicos e microbiológicos do Rio Caulim; verificar a variação temporal e espacial desses parâmetros; conhecer as possíveis relações da qualidade da água com a ocupação do solo; e fornecer subsídios para as autoridades tomarem medidas de recuperação e preservação da qualidade das águas do Rio Caulim. **Métodos:** Em seis pontos ao longo do rio foram analisadas variáveis abióticas (temperatura do ar e da água, profundidade, transparência, oxigênio dissolvido, pH, condutividade, cor, turbidez, sólidos totais e suspensos, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total e amoniacal, fósforo total e ortofosfato total) e variáveis bióticas (coliformes totais e termotolerantes). Essas foram analisadas quanto a variação espaço/temporal e realizou-se o teste de correlação de Spearman para verificar a relação existente entre as variáveis. **Resultados:** Os valores encontrados para condutividade (182 a 783 μS), turbidez (11 a 160 UNT), demanda bioquímica de oxigênio (5 a 202 mg/L O_2), nitrogênio total (7 a 93 mg/L N), nitrogênio amoniacal (2 a 36 mg/L N), fósforo total (0,1 a 9 mg/L P), orto-fosfato 0,1 a 5 mg/L P), coliformes totais (10^5 a 10^7 NMP) e coliformes termotolerantes (10^4 a 10^7 NMP), foram altos e os valores encontrados para oxigênio dissolvido (0,4 a 5,6

mg/L O₂) foram baixos. Os pontos apresentaram diferenças quanto aos valores encontrados para as variáveis analisadas, sendo os pontos que se encontram próximos às áreas mais densamente (pontos 2 e 4) habitadas os mais comprometidos e o ponto 1, que fica na área da nascente, também bastante comprometido devido à precariedade das fossas sépticas das residências ali existentes. **Conclusão:** O rio Caulim está perdendo suas características de um ambiente lótico, devido à grande influência antrópica, tais como, o lançamento de esgoto, lixo e entulho e retirada da mata ciliar, apresenta baixa capacidade de autodepuração e encontra-se em desconformidade com a legislação vigente (CONAMA 357/05) para classe 1.

Descritores: rio; qualidade da água; limnologia; variáveis físicas; variáveis químicas; coliformes.

ABSTRACT

Sanitary and limnologic aspects of the water from the Caulim river, in the metropolitan region of São Paulo.

Introduction: Water is essential to all the living beings and has been deteriorated mainly by antropic action. The Caulim river is situated in the District of Parelheiros, which was occupied without control, receiving all the domestic sewage dump from the people living clandestinely and also illegally in the neighborhood. As it is an important contribution to Guarapiranga Reservoir, which means a very important drinking water resource for the Metropolitan Region of São Paulo, its study is very necessary.

Objective: To analyze the ecological and sanitary conditions of the river; to verify the temporary and spatial variation of this information; to know the relationship between the water quality and the soil occupation, giving to the authorities subsidies for a managing plan to assure all the efforts to save the river preserving its water quality.

Methods: In six sampling points along the river, abiotic variables (air and water temperature, water depth, transparency, dissolved oxygen, pH, conductivity, colour, turbidity, total and suspended solids, biochemical oxygen demand, total nitrogen and ammonia, total phosphorus and total ortophosphate) and biotic variables (total and thermotolerant coliforms) were analyzed considering the space/temporal variation, and correlation test was run to verify their relationship.

Results: The values for conductivity (182 - 783 μ S), turbidity (11 - 160 UNT), biochemical oxygen demand (5 - 202 mg/L O₂), total nitrogen (7 - 3 mg/L N), ammoniacal nitrogen (2 - 36 mg/L N), total phosphorus (0,1 - 9 mg/L P),

orthophosphate (0,1 - 5 mg/L P), total coliforms (10^5 - 10^7 NMP) and thermotolerant coliforms (10^4 - 10^7 NMP) were high, and the results of the dissolved oxygen (0,4 - 5,6 mg/L O₂) were low. The sampling points showed differences concerning the values considered for the analyzed variables; the more populated areas (points 2 and 4) were more damaged, and point 1, which is situated near the riverhead, is also highly polluted due to the domestic sewage dumped from poor septic tanks.

Conclusion: The Caulim river is losing its characteristics of a lotic environment, due to the enormous anthropogenic influence, such as the solid wastes and sewage dumped and also removal of the ciliar forest, therefore showing low capacity of self-purification, and non-compliance with current laws (CONAMA 357/05) to class 1.

Descriptors: river; water quality; limnology; physic variables; chemical variables; coliforms.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Rios e Poluição – Ação Antrópica	15
1.2. Legislação	17
1.3. Bacia do Guarapiranga	20
1.4. Caracterização da Área de Estudo	23
2. OBJETIVOS	29
3. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1. Periodicidade das Amostras	30
3.2. Determinação dos Pontos de Coleta	31
3.3. Variáveis Abióticas	37
3.4. Variáveis Bióticas	40
3.5. Tratamento dos Dados	40
4. RESULTADOS	41
4.1. Variáveis Abióticas	41
4.2. Variáveis Bióticas	68
5. DISCUSSÃO	71
5.1. Variação Sazonal dos Parâmetros Analisados	71
5.2. Variação Espacial dos Parâmetros Analisados	77
5.3. Correlações Estatísticas	82
6. CONCLUSÕES	84
7. REFERÊNCIAS	85
ANEXOS	94

FIGURAS

Figura 1 –	Represa Guarapiranga e seus principais afluentes.	22
Figura 2 –	Localização do Distrito de Parelheiros.	24
Figura 3 –	Mapa do uso do solo de Parelheiros.	27
Figura 4 -	Distribuição percentual do uso do solo em Parelheiros.	28
Figura 5 -	Vista aérea de Parelheiros com o rio Caulim e os pontos de coleta.	31
Figura 6 -	Nascente do rio Caulim.	32
Figura 7 -	Ponto 2 de coleta.	33
Figura 8 -	Ponto 3 de coleta.	34
Figura 9 -	Ponto 4 de coleta.	35
Figura 10 -	Ponto 5 de coleta.	35
Figura 11 -	Ponto 6 de coleta.	36
Figura 12 -	Ponto 7 de coleta.	36
Figura 13 -	Variação da temperatura do ar durante o período de estudo.	42
Figura 14 -	Precipitação mensal durante o período de estudo.	43
Figura 15 -	Variação da profundidade nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	45
Figura 16 -	Variação da temperatura da água nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	51
Figura 17 -	Variação do pH nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	52
Figura 18 -	Variação da condutividade nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	54
Figura 19 -	Variação da cor nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	55
Figura 20 -	Variação da turbidez nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	57
Figura 21 -	Variação do oxigênio dissolvido nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	58

Figura 22 -	Variação da porcentagem de sólidos dissolvidos e suspensos nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	60
Figura 23 -	Variação da demanda bioquímica de oxigênio nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	61
Figura 24 -	Variação do nitrogênio total nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	63
Figura 25 -	Variação do nitrogênio amoniacal nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	64
Figura 26 -	Variação do fósforo total nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	66
Figura 27 -	Variação do orto-fosfato nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	67
Figura 28 -	Variação de coliformes totais nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	69
Figura 29 -	Variação de coliformes termotolerantes nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	70

TABELAS

Tabela 1 –	Valores diários de precipitação no dia da coleta e dia anterior.	41
Tabela 2 –	Largura do rio nos sete pontos de coleta.	44
Tabela 3 –	Transparência nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	50

Tabelas em anexo

Tabela 4 –	Datas e horários das coletas.	95
Tabela 5 –	Temperatura do ar nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	95
Tabela 6 –	Temperatura média do ar em Parelheiros nos meses de coleta.	95
Tabela 7 –	Profundidade do rio nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	96
Tabela 8 –	Temperatura da água nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	96
Tabela 9 –	pH nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	96
Tabela 10 –	Condutividade nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	97
Tabela 11 –	Cor nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	97
Tabela 12 –	Turbidez nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	97
Tabela 13 –	Oxigênio dissolvido nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	98
Tabela 14 –	Sólidos suspensos nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	98

Tabela 15 –	Sólidos dissolvidos nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	98
Tabela 16 –	Demanda bioquímica de oxigênio nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	99
Tabela 17 –	Nitrogênio total nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	99
Tabela 18 –	Nitrogênio amoniacal nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	99
Tabela 19 –	Fósforo total nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	100
Tabela 20 –	Orto-fosfato nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	100
Tabela 21 –	Coliformes totais nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	101
Tabela 22 –	Coliformes termotolerantes nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.	101
Tabela 23 –	Valores dos coeficientes de correlação de Sperman (r_s) no ponto 1.	102
Tabela 24 –	Valores dos coeficientes de correlação de Sperman (r_s) no ponto 2.	103
Tabela 25 –	Valores dos coeficientes de correlação de Sperman (r_s) no ponto 3.	104
Tabela 26 –	Valores dos coeficientes de correlação de Sperman (r_s) no ponto 4.	105
Tabela 27 –	Valores dos coeficientes de correlação de Sperman (r_s) no ponto 5.	106
Tabela 28 –	Valores dos coeficientes de correlação de Sperman (r_s) no ponto 6.	107
Tabela 29 –	Valores dos coeficientes de correlação de Sperman (r_s) no ponto 7.	108
Tabela 30 –	Valores dos coeficientes de correlação de Sperman (r_s) no mês de julho/05.	109

Tabela 31 –	Valores dos coeficientes de correlação de Sperman (r_s) no mês de setembro/05.	110
Tabela 32 –	Valores dos coeficientes de correlação de Sperman (r_s) no mês de novembro/05.	111
Tabela 33 –	Valores dos coeficientes de correlação de Sperman (r_s) no mês de fevereiro/06.	112
Tabela 34 –	Valores dos coeficientes de correlação de Sperman (r_s) no mês de março/06.	113
Tabela 35 –	Valores dos coeficientes de correlação de Sperman (r_s) no mês de maio/06.	114

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para a vida dos seres vivos. Devido à sua grande importância para a manutenção da vida, desde a antiguidade, as civilizações se estabeleceram próximo aos rios, de onde tiravam a água que necessitavam para higiene, alimentação, irrigação e outros usos, inclusive onde também despejavam seus dejetos (FILHO, 1996).

Estima-se que embora a quantidade de água disponível na Terra seja abundante, apenas 2,5% são águas doces, e desses 68,9% encontram-se nas calotas polares e geleiras, estando apenas 0,3% presentes nos rios, lagos e represas (REBOUÇAS, 1999). Esse mesmo autor enfatiza que a distribuição dessa água doce não se dá de forma uniforme no planeta, havendo algumas regiões que apresentam grande disponibilidade de água, enquanto outras enfrentam enorme escassez.

Especificamente a cidade de São Paulo, localiza-se nas cabeceiras de rios e ainda às margens de reservatórios que são utilizados para o abastecimento público, conformando um quadro bastante complexo quanto à disponibilidade e demanda de água, bem como com referência à sua qualidade, pois a ocupação e uso do entorno tem sido feita de forma desordenada (CABRAL, 2005).

A propósito, particularmente, no que se refere aos rios, MAIER (1983) e RIOS (1992) enfatizam que sendo esses sistemas abertos, trocam energia e matéria com os meios terrestres e aéreos. Desta forma cada rio apresenta características físicas, químicas e biológicas próprias, dependendo, além de outros fatores, em parte da geologia da bacia hidrográfica que drena. Por outro lado, todo esse contexto é também influenciado pela intensidade e composição das águas das chuvas, que

escoam pela bacia, interferindo nas características químicas e físicas da água fluvial e conseqüentemente na comunidade biológica.

Deve ser ressaltado ainda que as condições geomorfológicas e a cobertura vegetal da bacia têm fundamental importância na deposição de sedimento e ciclagem de nutrientes (CHRISTOFOLETTI, 1981; SCHLOSSER e KARR, 1981)

Um outro fator de influência nas características ecológico-sanitárias d'água, como relata MARGALEF (1983), é a utilização de um rio por animais terrestres estabelecendo outro mecanismo de troca entre substâncias e materiais dos meios adjacentes, de tal modo que o comportamento do ecossistema sofre interferência de agentes internos e externos.

Esse mesmo autor assinala que as águas dos rios, por outro lado, tendem a se estabilizar química, biológica e hidrologicamente, na medida em que se afastam da nascente, pois o aporte de outros tributários propicia a mistura das águas até ocorrer equilíbrio.

Assim sendo, as características morfológicas de um rio e as físicas e químicas da água, acabam por determinar a composição das comunidades bióticas presentes no ambiente aquático considerado (KARR e DUDLEY, 1981).

VANNOTE *et al* (1980) estabelecem três zonas geomorfológicas nos rios. A primeira zona, chamada nascente ou cabeceira, sofre influência da mata ciliar, que pode reduzir a produção autotrófica na água devido ao sombreamento. Existe contribuição de material alóctone, sendo o substrato composto de pedras e cascalhos. Normalmente não há variação sazonal e a diversidade biológica é baixa. A segunda zona, considerada intermediária, caracteriza-se por ser uma região de transferência, onde a sedimentação pode ser equivalente a remoção de nutrientes e matéria do

substrato, devido à estabilidade do canal. Ocorre uma variação sazonal e há grande diversidade de espécies. A terceira zona apresenta constante deposição de sedimento, substrato fino, intensa luminosidade, pouca variação da temperatura e baixa diversidade biológica.

Entretanto, STATZNER e HIGLER (1985), RYDER e SCOTT (1988) e SABATER *et al* (1989) contestam a rigidez desse conceito, pois, em muitos casos, os ambientes aquáticos já sofreram muitas modificações devido à atividade antrópica. Esse é o caso do rio Caulim, objeto do presente estudo.

Seria difícil uma classificação definitiva por haver fatores que influem nas características essenciais dos cursos d'água, segundo DUSSAT (1979). Contudo, muitos especialistas têm desenvolvido sistemas de classificação de rios, utilizando como critérios, principalmente aspectos diretamente relacionados à ecologia, tais como: origem natural, constância de escoamento, características físicas e químicas e ainda o estado sanitário e uso a que são destinadas as águas.

VILLELA e MATTOS (1975), por exemplo, classificam os cursos d'água levando em consideração a constância do escoamento. Dessa maneira, determinaram três tipos principais de rios: perenes, intermitentes e efêmeros. Os primeiros apresentam água durante todo o tempo; o lençol subterrâneo mantém uma alimentação contínua, nunca abaixo do leito do curso d'água. Nos intermitentes ocorre escoamento durante a época de chuvas, havendo leito seco na estiagem, enquanto os cursos d'água efêmeros existem apenas durante ou imediatamente após os períodos de precipitação pluviométrica. Entretanto, essa classificação é também de difícil adoção, pois em um único curso d'água podem ocorrer as três classificações, dependendo da estrutura geológica ao longo do seu percurso.

A CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), órgão de proteção ambiental do Estado de São Paulo, utiliza para a classificação em termos de qualidade ecológico-sanitária alguns parâmetros físicos e químicos (temperatura, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, pH, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e sólidos) e microbiológicos (coliformes totais e *E. coli*). Mensurando esses parâmetros, considera os corpos d'água como: impróprio, impróprio para tratamento convencional, aceitável, bom e ótimo.

1.1. Rios e Poluição - Ação Antrópica

Como citado anteriormente, a água é um recurso natural essencial à vida dos seres vivos. Porém, também como visto, a ação do homem sobre esses ecossistemas vem aumentando consideravelmente. O homem utiliza os rios de variadas maneiras, podendo-se citar: navegação, recreação, irrigação, abastecimento público, lançamento de esgotos sanitários urbanos, além de compostos industrialmente sintetizados e metais pesados. A par disso, o uso inadequado do solo provoca erosão, como também as construções de cidades e estradas concorrem ao aumento da concentração de materiais na água de escoamento (MARGALEF, 1991; PORTO *et al*, 1991). A utilização de insumos agrícolas é também outro fator que provoca a poluição e contaminação, pois estes são carreados para o corpo d'água.

Alia-se a esses óbices, o fato de que no Brasil a construção de barragens tem provocado profundas modificações nos rios; que existe a disposição inadequada de lixo; o lançamento direto de detritos e dejetos sólidos e, finalmente, a ocorrência de acidentes e a existência de fontes atmosféricas de poluição (ROCHA, 1986; BENETTI e BIDONE, 1993; ROCHA, 1993; ROCHA, 1995).

Muitos autores, assim como BRANCO (1983), assinalam que o uso inadequado das águas dos rios tornou-se mais grave a partir do século XVIII, com o início da era industrial. Os rios a partir de então passaram a ser destino final de resíduos industriais e de esgotos sanitários, o que causou sua rápida poluição e contaminação caracterizadas pela morte de peixes e transmissão de doenças.

Toda essa desordenada ação antrópica nos ecossistemas acarreta o que pode ser chamado de eutrofização artificial (enriquecimento de nutrientes, principalmente de nitrogênio e fósforo) a partir de descargas de esgotos domésticos e industriais dos centros urbanos e das regiões agrícolas.

Como relatam HUSZAR e GIANI (2004), o processo de eutrofização artificial produz ainda mudanças na qualidade da água, induz a um aumento no custo do tratamento da água, ocasionando maiores consequências deletérias à saúde pública.

Embora existam divergências de opiniões quanto à definição de uma água poluída, BRANCO e ROCHA (1977); MARGALEF (1983); e KLEEREKOPER (1990) concordam ao considerar poluída a água que tem suas condições físicas, químicas e biológicas alteradas e de tal forma que possam prejudicar seus múltiplos usos.

A água, ao apresentar substâncias tóxicas ou patogênicas, capazes de afetar ou transmitir doenças ao homem, é dita contaminada (BRANCO, 1989; MAGOSSÍ e BONACELLA, 1995; BRANCO, 2001).

No sentido sanitário, a água é considerada poluída quando seu consumo oferece perigo à saúde humana ou quando sua utilização para a natação é anti-higiênica ou inadequada. Do ponto de vista ecológico, a água é poluída quando suas

condições não são adequadas para o desenvolvimento e sobrevivência da flora e fauna autóctones, resultando em sua redução, desaparecimento ou substituição.

Nas regiões onde há uma aparente abundância de água, a população a vê como um recurso natural renovável inesgotável e infelizmente, na maioria das vezes, deixa de tomar qualquer cuidado com o uso ao qual se destina. Prevalece a cultura do desperdício, sem haver investimentos para a preservação dos mananciais e tampouco a aplicação de leis e técnicas destinadas ao seu uso e proteção eficientes (REBOUÇAS, 1999).

Portanto, é importante o estudo dos rios, pois só assim é possível compreender sua interação com o sistema terrestre e a influência das atividades antrópicas. Desse modo, pode-se avaliar sua capacidade suporte e/ou de reorganização (CALIJURI e OLIVEIRA, *no prelo*; LIKENS e BORMANN, 1974; MARGALEF, 1983; RIOS, 1992).

1.2. Legislação

Em 1975, foi promulgada a lei estadual nº 898, que dispunha sobre a Proteção aos Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). A partir de então, intensificou-se a ocupação das Áreas de Proteção aos Mananciais (APMs), ocorrendo grande expansão das manchas urbanas já existentes ao redor das represas Billings e Guarapiranga (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1997), com a divisão em pequenos lotes das chácaras ali implantadas desde o início do século XX (ENSINAS, 2004). Este autor entende que esse fato ocorreu porque a legislação que visava ordenar e preservar a RMSP provocou a desvalorização das áreas de

preservação, e impulsionando ocupações irregulares principalmente pela população de baixa renda, que encontrou ali uma alternativa de acesso à moradia.

A partir de então, novas leis foram sendo elaboradas para tentar minimizar os impactos causados nas APMs. Em 1992, o Governo do Estado de São Paulo, em convênio com o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) elaborou o Programa de Saneamento Ambiental da Bacia do Guarapiranga, que visava melhorar a qualidade de vida de 650 mil habitantes que viviam na Zona Sul de São Paulo e beneficiar outros 3 milhões de habitantes da Região Metropolitana. Com o apoio financeiro do Banco Mundial e parcerias com as prefeituras de São Paulo, Embu, Embu-Guaçu, Itapequerica da Serra e São Lourenço da Serra, 75% dos moradores da região teriam acesso à coleta de esgotos domésticos até o final de 2002 (CETESB, 1992).

Este programa associava ações de caráter corretivo, como extensão de redes de água e esgoto, coleta e disposição final de resíduos sólidos e recuperação urbana, e ações preventivas, como reposição vegetal, recuperação de áreas degradadas, implantação de um sistema de parques, o apoio a atividades econômicas compatíveis com a preservação dos mananciais, além de um conjunto de ações voltadas à elaboração de mecanismos institucionais necessários à sua viabilização (CETESB, 1992).

Para a execução do programa foram envolvidas várias instituições, como o CDHU, SABESP, Secretaria do Meio Ambiente, Secretaria Estadual de Recursos Hídricos e Prefeitura Municipal de São Paulo.

Em 1997, por meio do artigo 47 da lei estadual nº 9866, permitiu-se que obras de caráter emergencial fossem realizadas nos assentamentos humanos que

apresentassem condições ambientais e sanitárias que colocassem em risco a integridade física dos moradores e à saúde pública ou que comprometessem a utilização dos mananciais para fins de abastecimento. Então uma rede coletora de esgoto começou a ser construída na região, atendendo parte da população ali residente. Porém, o que ainda se verifica é que os esgotos estão sendo lançados *in natura* nos rios, devido à inexistência de elevatórias para transportar o esgoto para fora da bacia.

A Resolução nº 357 de 17 de Março de 2005 do CONAMA 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. Por meio dessa resolução as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas em 13 classes de qualidade. Segundo a qualidade requerida para seus usos preponderantes, estabelece limites individuais para cada substância em cada classe. Estabelece, ainda, que efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta resolução.

Ainda segundo o artigo 38, parágrafo 2º, “nas bacias hidrográficas em que a condição de qualidade dos corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes pretendidos, deverão ser estabelecidas metas obrigatórias, intermediárias e finais, de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramentos, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais”.

Há um grande conflito entre a Lei de Proteção aos Mananciais e o estágio atual de ocupação da bacia, pois se verifica uma urbanização intensa e desordenada; para tentar minimizar esses conflitos, a Resolução nº 357 estabelece que todas as áreas de mananciais passam a ser protegidas e devem ter suas legislações específicas.

Para a Bacia da Guarapiranga, no início de 2006 foi aprovada a Lei Específica da Área de Proteção e Recuperação da Guarapiranga, sob o nº 12.233.

Segundo ISA (2006) essa lei define áreas, instrumentos e ações para a recuperação ambiental. Descentraliza os procedimentos para licenciamento, fiscalização e monitoramento, que passarão, após regulamentação e adequação das instituições participantes, a serem executados pelas prefeituras ou por estas em parceria com o Estado.

Outro ponto importante, é que as metas de qualidade ambiental, em especial as cargas poluidoras afluentes à represa, bem como as condições necessárias para que sejam atendidas, deverão constar do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da bacia, que deve ser atualizado a cada quatro anos, e tem como objetivo limitar a quantidade de poluição e obter a melhoria da água da represa e seus tributários, ao mesmo tempo em que fornecem subsídios para disciplinar o uso e ocupação do solo na bacia e adequá-los aos limites das cargas poluidoras permitidas.

1.3. Bacia do Guarapiranga

Um dos usos ao qual a água se destina é o abastecimento público, e para essa função as águas devem estar disponíveis em quantidade e qualidade adequadas. Nesse caso, o desenvolvimento das civilizações acabou por envolver atividades

antagônicas: o aumento da necessidade de água com qualidade, e o aumento da degradação dos mananciais urbanos (TUCCI, 1999).

O abastecimento de água na Região Metropolitana de São Paulo tem sido objeto de grande preocupação, principalmente dos profissionais ligados às áreas de saneamento e saúde pública, devido à crescente degradação da qualidade da água de seus mananciais (BEYRUTH, 1996).

Nessa Região, 20% do volume total de água utilizada para abastecimento é captado na represa Guarapiranga (HELOU e SILVA, 1986; PARA SALVAR, 1992).

A bacia dessa represa abrange parte dos municípios de São Paulo, Embu, Itapecerica da Serra, Cotia e Embu-Guaçu. Vários são os afluentes formadores (figura 1), destacando-se como principais contribuintes os rios Embu-mirim, Embu-guaçu, Parelheiros (Caulim) e Ribeirão das Lavras (CETESB, 1995; MELCHOR *et al*, 1975). A partir de 2000, passou-se a fazer a reversão do Braço Taquacetuba, da represa Billings para o rio Parelheiros (Caulim), impedindo que o abastecimento da população fosse prejudicado (ISA, 2006).

A ocupação do solo nessa bacia tem sido diversificada e de modo desordenado, havendo áreas verdes tipicamente rurais, bairros densamente habitados, rodovias, indústrias, extração de areia, clubes esportivos e atividades agrícolas (CETESB, 1995). A população que habita essa região se caracteriza por ser de baixa renda, residir em favelas e loteamentos clandestinos, sem recursos próprios para instalação de infra-estrutura sanitária, lançando os esgotos sanitários diretamente nos rios (MAGLIO, 1995).

Por essas razões, a qualidade da água da represa Guarapiranga deteriorou-se nos últimos anos, o que faz com que seja cada vez mais difícil e oneroso o tratamento

da água para o abastecimento público (CETESB, 1995). Tais considerações são confirmadas por TUCCI (1999), ao afirmar que a crise desse século deverá ser a da água, devido à contaminação dos mananciais urbanos por esgotos domésticos.

Figura 1: Represa Guarapiranga e seus principais afluentes.

Fonte: Modificado de ROCHA, 1999.

Portanto, os estudos ecológicos-sanitários identificando as fontes poluidoras são de grande valia na caracterização de corpos d'água, no intuito de avaliar a qualidade quando as águas são utilizadas para abastecimento. Dessa maneira, um

estudo da avaliação de um ecossistema aquático deve envolver a análise de uma série de parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Em face do exposto, fica clara a necessidade da realização de estudos que possam subsidiar as ações de controles preventivo e corretivo no sentido de minimizar impactos e preservar o ecossistema hídrico do Rio Caulim, já que este pertence à bacia da Guarapiranga, manancial de abastecimento de grande importância da Região Metropolitana de São Paulo.

1.4. Caracterização da Área de Estudo

O rio Caulim, objeto de estudo, é um rio de característica perene, pertencente à bacia da Guarapiranga, sub-bacia do rio Tietê Superior e que já sofreu e ainda sofre alterações devido ao uso e ocupação do solo local. Está localizado no subdistrito de Parelheiros, Santo Amaro, São Paulo. Apresenta várias nascentes, em uma pequena área a montante do centro urbano de Parelheiros. Após percorrer cerca de 9 Km e receber outros afluentes, desemboca na margem direita da represa Guarapiranga (SVMA, 1995).

Parelheiros é um bairro do extremo sul do município de São Paulo (figura 2), encontra-se entre as represas Guarapiranga e Billings, fazendo divisa com Itanhaém, Juquitiba e São Lourenço da Serra, já na Serra do Mar, além de outros municípios e bairros de São Paulo. Apresenta uma área de 360 km², que corresponde a 24% do território do município de São Paulo (PMSP, 2004).

Parelheiros tem 42,1% de sua área pertencente à Bacia da Guarapiranga (ISA, 2006) e segundo o Censo Demográfico de 2000, 102.836 pessoas viviam nessa região, com uma densidade demográfica de 6,7hab/ha.

Além disso, todo o território de Parelheiros está em Área de Proteção dos Mananciais (APM), e possui importante formação geológica, a Cratera da Colônia, formada pelo impacto de um corpo celeste sobre a Terra. Essa formação foi tombada pelo CONDEPHAAT (Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico, Arqueológico e Turístico do Estado de São Paulo) em 2003 e ali se assentam terras indígenas (Guarani e Krukutu), bem como, espécies vegetais remanescentes da Mata Atlântica (PMSP, 2004).

Figura 2: Localização do Distrito de Parelheiros.

Após 1940, os loteamentos ilegais causaram o crescimento desordenado do subdistrito de Parelheiros, com falta de rede de esgotos e de planejamento urbano (OLIVEIRA, 1986; SVMA, 1995). Segundo ISA (2006), mais de 9 mil,

aproximadamente 76%, dos domicílios da região não possuem coleta de esgoto e cerca de 32%, mais de 6 mil, não possuem acesso à rede de água.

Contribuíram para esse fato as altas taxas de crescimento populacional nas periferias da cidade de São Paulo desde a década de 1980, enquanto que nas regiões centrais essas taxas têm sido negativas (PASTERNAK, 2003). Na região de Parelheiros essa taxa tem se mostrado bastante alta, 4,38% a.a. (Fundação SEADE, 2006). Isto veio comprometer a qualidade da água não só dos rios, como também do reservatório.

Um dado importante na área sócio ambiental, segundo PALOS (2004), é que a região apresenta elevada concentração de população jovem; mais da metade de sua população é formada por pessoas com menos de 25 anos.

Segundo OLIVEIRA (1986), Parelheiros possuía uma vasta vegetação natural, que contribuía para a manutenção dos mananciais que compõem as represas abastecedoras de São Paulo, sobretudo a represa Guarapiranga, que foi sendo destruída com a ocupação desordenada do solo. Os principais usos do solo podem ser verificados no mapa (figura 3) e no gráfico (figura 4) a seguir.

Segundo a Resolução nº 357 do CONAMA, o rio Caulim deve ter características de um rio classe 1 (“águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de películas; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas”).

Dessa maneira, segundo o Artigo 25 dessa mesma lei, o rio Caulim não deveria receber efluente líquido sanitário sem tratamento, evitando o comprometimento da qualidade referente à classificação em que se encontra.

Figura 3: Mapa do uso do solo de Parelheiros.

Extraído de: PMSP, 2004.

Figura 4: Distribuição percentual do uso do solo em Parelheiros.

Fonte: PMSP, 2004.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos Gerais

- Analisar as condições ecológico-sanitárias do Rio Caulim.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar parâmetros físicos, químicos e microbiológicos (coliformes totais e termotolerantes) do Rio Caulim;
- Verificar a variação temporal e espacial desses parâmetros;
- Conhecer as possíveis relações da qualidade da água com a ocupação do solo;
- Fornecer subsídios para as autoridades tomarem medidas de recuperação e preservação da qualidade das águas do Rio Caulim.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Periodicidade das Amostras

As coletas foram realizadas bimestralmente levando-se em consideração o trabalho de BONETO (1996), realizado nesse mesmo rio entre abril de 1995 e março de 1996, onde pode-se verificar uma variação sazonal da qualidade de suas águas, e a questão de logística para realização das coletas e das análises.

As coletas ocorreram nos meses de julho/05, setembro/05, novembro/05, fevereiro/06, março/06 e maio/06 (datas e horários das coletas encontram-se em tabela anexa).

A coleta do mês de janeiro/06 precisou ser transferida para o início de fevereiro porque o laboratório de microbiologia encontrava-se em reforma.

3.2. Determinação dos Pontos de Coleta

Foram determinados seis pontos de coleta ao longo do rio Caulim (figura 5), de acordo com sua importância quanto a impactos causados pela ocupação, e um ponto na confluência desse com um tributário sem nome, mas importante para o ecossistema aquático.

Figura 5: Vista aérea de Parelheiros com o Rio Caulim e os pontos de coleta.

Extraído de: GOOGLE EARTH, 2007.

* PONTO 1 (figura 6): Localizado na rua Alberto Ada, em frente ao número 7. Corresponde a uma das nascentes do rio. Está em uma área que ainda apresenta algumas chácaras, porém a montante está ocorrendo um loteamento e que possui bastante mata ciliar.

Figura 6: Nascente do rio Caulim.

* PONTO 2 (figura 7): Localizado em um afluente sem nome do rio Caulim situado na estrada do Engenho Velho entre os números 1148 e 1162, antigos números 11 e 32. Este atravessa uma área densamente habitada e recebe esgoto *in natura*, como pode ser visto na foto abaixo.

Figura 7: Ponto 2 de coleta.

* PONTO 3 (figura 8): Encontra-se sob a ponte da estrada de Parelheiros na altura do número 200, ao lado da escola Prisciliana Duarte de Almeida. Até chegar a esse ponto percorreu uma área com bastante vegetação e ainda formada por chácaras.

Figura 8: Ponto 3 de coleta.

* PONTO 4 (figura 9): Localizado sob a ponte dentro do cemitério Parque dos Girassóis. Nesse ponto o rio atravessou uma área densamente habitada e aí tem-se a junção das águas do rio Caulim com o tributário citado anteriormente (ponto 2).

Figura 9: Ponto 4 de coleta.

* PONTO 5 (figura 10): Localizado na rua Amaro Alves do Rosário (antiga Estrada do Itaim II). Aqui o rio atravessou parte do cemitério dos Girassóis e percorreu uma área que ainda possui bastante vegetação.

Figura 10: Ponto 5 de coleta.

* PONTO 6 (figura 11): Acha-se sob a ponte onde o rio cruza com a estrada de Parelheiros, a jusante do loteamento Jardim dos Alamos, casa de materiais para construção e antiga garagem de ônibus da Viação Parelheiros.

Figura 11: Ponto 6 de coleta.

- PONTO 7 (figura 12): Localizado na rua José Roschel Rodrigues (antiga estrada do Pinhal II). Encontra-se a jusante da antiga garagem de ônibus da empresa São Camilo. Depois desse ponto ainda existe um ponto de monitoramento da CETESB e a partir de então começa a ser formada uma área alagada pertencente à represa Guarapiranga.

Figura 12: Ponto 7 de coleta.

3.3. Variáveis Abióticas

Para a caracterização da qualidade ambiental do rio Caulim utilizou-se as seguintes variáveis:

3.3.1. Climáticas

Os dados de precipitação mensal (mm) foram obtidos junto ao Centro de Gerenciamento Emergencial (CGE), que possui uma base em Parelheiros. Por não haver dados de temperaturas do CGE optou-se por utilizar os registros de temperaturas mínimas, máximas e médias do ar (°C) da Estação Meteorológica da Água Funda – SP, pertencente ao IAG (Instituto Astronômico e Geofísico da USP).

3.3.2. Fisiográficas

Foram medidas ou observadas em campo durante as coletas:

➤ **Profundidade (m)**

Por ocorrer acentuadas diferenças entre os pontos de coleta a mensuração de profundidade foi realizada por meio de uma régua de 30 cm, e também com uma corda com precisão de 0,5 metro. Largura do rio (m) conforme o ponto de coleta considerado utilizou-se uma corda com precisão de 0,5 m ou de passadas de tamanho conhecido.

➤ **Vegetação, ocupação e limpeza das margens.**

Esses dados foram observados em campo em todas as coletas e anotados para auxiliar na interpretação dos resultados.

3.3.3. Físicas e Químicas

Todas as análises foram realizadas de acordo com as normas da CETESB e APHA (1999) e realizadas no laboratório físico-químico do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública – USP, para onde as amostras foram

transportadas em frascos de polietileno e/ou âmbar previamente preparados e incubados à temperatura inferior a 4°C.

➤ Temperatura do ar e da água (°C)

A temperatura do ar e da água foi obtida com um termômetro de mercúrio graduado em décimo de grau centígrado (°C) na sombra.

➤ Transparência (m)

A transparência do corpo d'água foi avaliada com um disco de Secchi.

➤ pH

Para mensurar o pH foi adotado o método potenciométrico, utilizando-se aparelho de campo WTW pH 3151, composto por sonda de medida WTW pH Sentix 20.

➤ Condutividade (μS)

Na determinação da condutividade foi utilizado o método potenciométrico utilizando-se aparelho de campo: COM 5 Meter-LaMotte.

➤ Cor (UC)

Utilizou-se o método da comparação visual, através do comparador Hellige Acqua Tester, provido de disco de cloro platinato de potássio e cloreto de cobalto.

➤ Turbidez (UNT)

Foi realizada com turbidímetro HACH – modelo 2100 A.

➤ Oxigênio dissolvido (mg/L O_2)

Para análise do oxigênio dissolvido, as amostras foram coletadas em frascos aferidos com tampa chanfrada. Em seguida, foram preservadas em campo, utilizando-se sulfato manganoso e azida sódica e levadas para laboratório para análise imediata, utilizando-se o método de Winkler modificado pela azida sódica.

➤ Sólidos totais e suspensos (mg/L)

Utilizou-se o método gravimétrico de TEIXEIRA e KUTNER (1962).

Para sólidos totais utilizou-se filtro analítico em microfibra de 0,47 mm de diâmetro com porosidade de 0,45 μ . Por diferença entre sólidos totais e suspensos, chegou-se ao valor de sólidos dissolvidos.

➤ Demanda bioquímica de oxigênio (mg/L)

Foi realizada através da DBO 20/5, que é um teste padrão realizado através da incubação da amostra por 5 dias a temperatura de 20°C. As amostras foram diluídas para que se pudesse fazer a leitura de seu resultado, visto que apresentavam grande concentração de material orgânico.

➤ Nitrogênio total Kjeldahl (mg/L)

Foi realizada através da digestão química, destilação de amônia e titulação de amônia destilada com ácido sulfúrico.

➤ Nitrogênio amoniacal (mg/L)

Utilizou-se o método da Nesslerização com destilação prévia.

➤ Fósforo total (mg/L)

Utilizou-se o método espectrofotométrico da reação com molibdato de amônio e ácido ascórbico.

➤ Orto-fosfato total (mg/L)

Utilizou-se o método Espectrofotométrico da reação com molibdato de amônio e ácido ascórbico.

3.4. Variáveis Bióticas

➤ Coliformes totais e termotolerantes (NMP/100mL)

Essas análises foram realizadas no Laboratório de Biologia Sanitária da Faculdade de Saúde Pública –USP.

O Número Mais Provável (NMP/100 mL) de bactérias coliformes totais e termotolerantes é determinado por meio da técnica de fermentação de tubos múltiplos descrita no APHA (1999), através de diluições decimais seriadas e procedendo-se aos testes presuntivo e confirmativo.

3.5. Tratamento dos Dados

3.5.1. Parâmetros físicos e químicos

Os dados referentes aos parâmetros físicos e químicos da água do Rio Caulim estão apresentados em tabelas e/ou gráficos. Os valores obtidos encontram-se no anexo em forma de tabela. Estes foram analisados quanto à variação espaço/temporal, pois são importantes para avaliar o comportamento do corpo d'água em questão.

3.5.2. Coliformes totais e termotolerantes

Os resultados de coliformes totais e termotolerantes foram analisados quanto à variação espaço/temporal e apresentados em tabelas e/ou gráficos, pois são fundamentais na caracterização de poluição por esgotos domésticos.

Para observar a relação entre variáveis bióticas e abióticas foi realizado o teste de correlação não paramétrico de Spearman, segundo SIEGEL (1975), sendo consideradas apenas as correlações positivas e negativas que apresentaram $r_s \geq 0,50$ e que apresentaram nível de significância $\alpha \leq 0,05$. O pacote estatístico utilizado foi STATISTICA versão 5.5.

4. RESULTADOS

4.1. Variáveis Abióticas

4.1.1. Variáveis climáticas

➤ Temperatura do ar

Observando-se a figura 13, pode-se verificar que os valores mais altos da temperatura do ar ocorreram nos meses de julho/05 e março/06, estando próxima a temperatura máxima registrada no mês.

Nos meses de fevereiro e novembro a temperatura registrada ficou próxima as temperaturas médias.

➤ Precipitação mensal

Observando a figura 14 podemos notar que no mês de setembro a pluviosidade foi elevada em relação aos demais meses. Porém no mês de março o índice pluviométrico foi muito alto com 157 mm de precipitação acumulada, mais que o dobro dos outros meses.

A tabela 1 mostra os valores de precipitação referentes ao dia da coleta e ao dia anterior. Verificando os dados cedidos pelo CGE observamos que a precipitação total do mês de fevereiro ocorreu nos dois dias que antecederam a coleta. É importante salientar também que apesar de no mês de setembro ter chovido no dia da coleta, ela ocorreu após a mesma.

Tabela 1: Valores diários de precipitação no dia da coleta e dia anterior.

Datas	30/07	31/07	24/09	25/09	19/11	20/11	11/02	12/02	18/03	19/03	20/05	21/05
mm	0	0	0	13,7	0	0	13	0	1	0	0	0

Legenda: dia da coleta

Figura 13: Variação da temperatura do ar durante o período de estudo.

Figura 14: Precipitação mensal durante o período de estudo.

4.1.2. Variáveis fisiográficas

➤ Profundidade

A figura 15 mostra que há uma tendência do leito do rio ir aprofundando de montante para jusante, com exceção do ponto 6 que apresentou valores mais baixos do que o ponto 5 em quase todas as coletas, exceto em julho/05.

➤ Largura do rio

O rio Caulim se caracteriza por ser um rio estreito (tabela 2), com apenas dois pontos com largura superior a 4 metros.

Tabela 2: Largura do rio nos sete pontos de coleta.

	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
Largura do rio (m)	0,40	1,20	1,50	2,00	4,20	2,40	4,20

Figura 15: Variação da profundidade nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

➤ Vegetação, ocupação e limpeza das margens

Pode-se observar mudanças e algumas alterações nas margens do rio, no decorrer do período de coleta, com exceção do ponto 1, que manteve sua vegetação ciliar sem alteração.

Abaixo está a descrição dos pontos durante o período de coleta:

Ponto 1

Em julho/05 havia bastante vegetação ciliar e a água se apresentava numa coloração cinza bem escuro, com forte cheiro de esgoto.

Em setembro/05 a coloração da água estava mais escura (preta) e com forte cheiro de esgoto.

Em novembro/05 a coloração da água havia mudado para uma cor de terra e não apresentava cheiro.

Em fevereiro/06 a vegetação ciliar estava mais densa e a água transparente e sem cheiro.

Em março/06 a profundidade do ponto estava muito baixa e apresentava grande número de organismos (aparentemente vermes) de coloração vermelha.

Em maio/06 o ponto encontrava-se seco. Em conversa com um morador do local soubesse que estavam fazendo construções a montante da nascente e que antigamente havia peixes ali.

Ponto 2

Esse ponto recebe grande carga de esgoto, como pode ser visto na figura 7. No mês de julho/05 a água tinha uma cor cinza claro, porém no decorrer das coletas ele se tornou mais escuro e com forte odor de esgoto. No mês de novembro/05 foi observada uma quantidade maior de entulho dentro do rio, manchas de óleo, e não apresentava cheiro. A cor da água no mês de fevereiro/06 estava um pouco mais clara que nos meses anteriores, voltando a ter cor escura e cheiro forte de esgoto nas coletas de março/06 e maio/06.

Segundo uma pessoa que passava pelo local no momento da coleta, durante a semana esse ponto de coleta apresentava coloração preta, devido ao despejo de resto de preparo de asfalto.

Ponto 3

No mês de julho/05 observou-se grande quantidade de organismos (aparentemente vermes) de coloração vermelha nesse ponto, que voltaram a aparecer no mês de março/06. Na coleta seguinte, de setembro/05, o local estava mais limpo, com menos lixo em suas margens e a água estava transparente. As margens do rio nesse ponto apresentaram mata ciliar durante todo o período de estudo.

Ponto 4

Nos meses de julho/05 e fevereiro/06 a água do rio nesse ponto mostrou-se mais clara, enquanto que nos demais meses de coleta seu aspecto era acinzentado.

As margens nesse local apresentavam um pouco de vegetação.

Ponto 5

Nesse ponto foi observada bastante variação em suas margens durante o período de coleta. No mês de julho/05 havia bastante vegetação ciliar e muito lixo. No mês de setembro/05 ainda havia vegetação, porém estava com aspecto um pouco mais limpo. No mês de novembro/05, apesar de ainda haver vegetação ciliar, houve a construção de um muro sobre a ponte e restos de material de construção foram observados dentro do rio. No mês de março/06 e maio/06 as margens a jusante do ponto de coleta haviam sido limpas, com toda a vegetação retirada, ficando com a terra solta. No mês de maio/06 observou-se também a presença de óleo na água.

Ponto 6

Nos meses de julho/05 e setembro/05 as margens do rio foram limpas, retirando-se toda a vegetação. No mês de novembro/05 observou-se que o rio havia sofrido um assoreamento, que se agravou no mês de março/06, chegando a interromper a passagem da água do rio por todo um lado da ponte. Nesse mesmo mês (março/06) foi possível observar a presença de peixinhos na água e de ave pescadora em sua margem. No mês de maio/06 ocorreu uma nova limpeza da margem, com a retirada de toda a vegetação novamente.

Ponto7

No mês de julho/05, a água nesse ponto estava muito escura. No mês seguinte de coleta, setembro/05, havia ocorrido assoreamento do rio, com a presença de entulho na margem e dentro do rio. Em novembro/05 havia presença de lixo nas margens e no rio. Nos meses de fevereiro/06 e março/06 observou-se a presença de peixinhos e no mês de fevereiro/06 de organismos (aparentemente vermes) de coloração vermelha. Já no mês de maio/06 houve a presença de óleo na água.

4.1.3. Variáveis físicas e químicas

➤ Temperatura da água

Observando-se a figura 16, percebe-se que os valores mais altos de temperatura da água ocorreram nos meses de fevereiro/06 e março/06.

➤ Transparência

Observou-se que a transparência foi total em quase todo o período de coleta, como mostra a tabela 3, com apenas alguns meses não seguindo a essa regra e o ponto 7 que em nenhuma coleta teve transparência total.

Tabela 3: Transparência nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Transparência (m)						
Pontos\Meses	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
P1	total	0,03	total	total	total	
P2	total	total	total	total	total	total
P3	total	total	total	total	total	total
P4	total	total	total	0,27	0,25	0,14
P5	total	total	total	total	0,37	0,27
P6	total	total	total	total	total	total
P7	0,57	0,43	0,37	0,40	0,53	0,32

➤ pH

A variação longitudinal do pH pode ser observada na figura 17. A água apresentou pH mais elevado na nascente, com exceção do mês de fevereiro/06 que ficou abaixo que os demais pontos.

Figura 16: Variação da temperatura da água nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Figura 17: Variação do pH nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

➤ Condutividade

Quanto à condutividade (figura 18), observa-se uma diminuição ao longo do rio. O ponto 1 foi o que apresentou maior variação, com mínimo de 283 μS e máximo de 783 μS . Este ponto também apresentou valores muito diferentes dos outros pontos nos meses de julho, setembro e novembro de 2005. Apesar dessa variação, seguiu a tendência apresentada pelos outros pontos, com valores mais altos em julho/05, março e maio/06 e menores em setembro e novembro/05 e fevereiro/06.

➤ Cor

A figura 19 mostra que os valores mais altos de cor ocorreram nos meses de setembro/05, novembro/05 e março/06, e que o ponto 1 se destacou dos demais nos meses de julho/05, setembro/05 e novembro/05, apresentando valores muito mais altos do que os outros pontos, com uma queda bastante acentuada de setembro/05 (600 UC) a fevereiro/06 (20 UC).

Figura 18: Variação da condutividade nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Figura 19: Variação da cor nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

➤ Turbidez

A figura 20 mostra que o ponto 1 apresentou turbidez bem mais elevada que os outros pontos nos meses de julho/05, setembro/05 e novembro/05, e que houve uma queda bem grande de seus valores do mês de setembro/05 (160 UNT) a fevereiro/06 (11UNT).

Pode-se verificar também que houve uma tendência de queda da turbidez de julho/05 a novembro/05, havendo um aumento gradual posteriormente, de fevereiro/06 a maio/06.

Observou-se também uma tendência de diminuição da turbidez de montante para jusante, com exceção do ponto 7, que apresentou valores mais altos que o ponto 6, e nos meses de setembro/05 e fevereiro/06, quando o ponto 5 apresentou valores mais baixos que o ponto 6.

➤ Oxigênio dissolvido

Os valores de oxigênio dissolvido obtidos (figura 21) foram bem baixos em todos os pontos, sendo que os valores mais altos foram observados nos meses de novembro/05 e fevereiro/06. Os pontos que apresentaram maior variação foram a nascente (0,8 a 5,6 mg/L O₂) e o ponto 3 antes do afluente (0,8 a 6,0 mg/L O₂).

Figura 20: Variação da turbidez nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Figura 21: Variação do oxigênio dissolvido nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

➤ Sólidos

Observando-se a figura 22, pode-se perceber que a quantidade de sólidos dissolvidos esteve sempre mais elevada que a de sólidos suspensos, estando quase sempre abaixo de 30%. Apenas nos meses de setembro/05, fevereiro/06 e maio/06 os valores estiveram pouco acima desse valor, para os pontos 1, 6 e 2 respectivamente.

➤ Demanda bioquímica de oxigênio

Os resultados da demanda bioquímica de oxigênio ficaram comprometidos devido à perda de vários dados, já que a leitura não foi possível muitas vezes por ter ocorrido a digestão antes dos cinco dias de incubação.

Entretanto, pode-se observar, por meio da figura 23, uma tendência de diminuição de montante para jusante, com exceção do ponto 7 que apresentou valores mais altos que o ponto 6.

Os valores mais altos ocorreram nos meses de setembro/05 e maio/06.

O ponto 1 no mês de setembro/05 teve valores muito acima dos demais pontos (202 mg/L).

Figura 22: Variação da porcentagem de sólidos dissolvidos e suspensos.

Figura 23: Variação da demanda bioquímica de oxigênio nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

➤ Nitrogênio total Kjeldahl

Pode-se observar uma tendência de diminuição do nitrogênio total (figura 24) durante os meses de julho/05 e setembro/05, ocorrendo posteriormente um aumento durante os meses de setembro/05 a novembro/05; depois, ocorreu novamente queda dos valores até fevereiro/06 e posteriormente a esse mês novamente observou-se seu aumento. A exceção foi o ponto 1, no qual a partir de setembro/05 observou-se a queda dos valores de nitrogênio total, e do ponto 2, onde os valores aumentaram até o mês de fevereiro/06.

Pode-se observar uma tendência de diminuição dos valores do nitrogênio total de montante para jusante, e que o ponto 1 apresentou valores máximo (93,10 mg/L N) e mínimo (14,70 mg/L N) bem distantes.

➤ Nitrogênio amoniacal

Quanto ao nitrogênio amoniacal (figura 25), observou-se uma tendência de sua diminuição de montante para jusante, com valores mais elevados nos meses de julho/05 e maio/06, com exceção do ponto 2, onde observou-se valores mais elevados em novembro/05 e maio/06.

Verificou-se também que o ponto 1 apresentou uma queda bastante acentuada de setembro/05 a fevereiro/06, voltando a aumentar gradualmente novamente em março/06.

Figura 24: Variação do nitrogênio total nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Figura 25: Variação do nitrogênio amoniacal nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

➤ Fósforo total

A figura 26 mostra que o fósforo total apresentou valores mais altos em julho/05, setembro/05 e maio/06, e que o ponto 1 apresentou uma tendência de diminuição de seus valores ao longo do período estudado. Foi também o ponto que apresentou maior variação, com mínima de 0,40 mg/L P e máxima de 8,60 mg/L P, com queda bastante acentuada durante os períodos de setembro/05 e novembro/05.

➤ Orto-fosfato total

Analisando a figura 27, observa-se que houve uma tendência de queda do ortofosfato de montante para jusante; apenas o ponto 3 não seguiu esse padrão.

Os valores mais altos para ortofosfato foram observados em julho/05, setembro/05 e maio/06.

Apenas no ponto 1 observou-se uma tendência da diminuição desses valores, ao longo de todo o período estudado, com uma queda bastante acentuada entre os meses de setembro/05 (5,0 mg/L P) a março/06 (0,10 mg/L P).

Figura 26: Variação do fósforo total nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Figura 27: Variação do orto-fosfato nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

4.2. Variáveis Bióticas

➤ Coliformes totais

A figura 28 permite verificar que os índices de coliformes totais presentes nos sete pontos de coleta foram elevados, sendo que os pontos 1, 2 e 4 foram os que apresentaram concentrações maiores. Nos meses de março e maio os valores foram mais altos em quase todos os pontos.

➤ Coliformes termotolerantes

Os valores obtidos para coliformes termotolerantes (figura 29) também foram elevados em todo o período de estudo e em todos os pontos estudados. Não foi possível observar uma tendência de aumento em nenhum mês para todos os pontos, eles variaram de maneira desigual. Apenas no mês de novembro é que os pontos 1, 2, 3 e 7 apresentaram aumento, e os pontos 2 e 4 apresentaram-se em quase todas as coletas com valores maiores que os demais pontos.

➤ Correlações estatísticas

As correlações estatísticas de Sperman (r_s) entre os parâmetros físicos, químicos e biológicos estão apresentadas nas tabelas em anexo.

Figura 28: Variação de coliformes totais nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Figura 29: Variação de coliformes termotolerantes nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

5. DISCUSSÃO

5.1. Variação Sazonal dos Parâmetros Analisados

O Brasil se caracteriza por apresentar duas estações marcantes: seca e chuvosa. Porém, no período em que ocorreu o estudo, com base nos dados obtidos junto ao CGE, não foi possível verificar essas estações bem definidas em Parelheiros.

No mês de março, observou-se um alto nível de precipitação (figura 14), como também foram registradas as maiores temperaturas da água e do ar; porém, as demais variáveis não tiveram uma variação significativa nesse período, não sendo possível fazer uma relação clara entre as variáveis sazonais, relação essa que foi observada em estudo realizado anteriormente por BONETO (1996) nesse mesmo local, onde verificou-se que nas épocas de maior precipitação as condições limnológicas do rio melhoravam.

Apenas para o ponto 1, nos meses de fevereiro/06 e março/06, foi possível verificar uma influência da precipitação, nos resultados obtidos das demais variáveis.

Em relação ao pH, ESTEVES (1998) comenta que esse parâmetro apresenta influência no metabolismo das comunidades presentes no ambiente aquático, porém, nesse mesmo ambiente o pH pode ser influenciado pelo ar atmosférico, água da chuva, águas subterrâneas, decomposição e respiração de organismos presentes no ambiente. Dessa forma, é um parâmetro de difícil interpretação. Ainda o mesmo autor explica que o pH da chuva é levemente ácido, em regiões não poluídas. Como Parelheiros se encontra no extremo sul de São Paulo, numa região que não apresenta poluição do ar, podemos atribuir a ligeira queda dos valores de pH nos meses de fevereiro e março à maior precipitação ocorrida.

Em fevereiro, apesar de não terem ocorrido maiores índices pluviométricos, estes ocorreram nos dois dias que antecederam a coleta (tabela 1).

WATANABE (1981) defende que baixos valores de pH também podem estar associados à presença de ácidos dissolvidos resultantes da decomposição de matéria orgânica derivada da vegetação das margens do rio.

Os valores de pH do rio Caulim apresentaram-se ligeiramente ácidos e neutro, mas sempre de acordo com os estabelecidos pela legislação vigente (CONAMA - Resolução 357/05), apresentando pequena queda no período de maior precipitação. Isso pode ser atribuído à entrada da água da chuva no ambiente, como explicado anteriormente, ou ao aumento da decomposição. Em estudo realizado anteriormente por BONETO (1996), foi verificada esta mesma tendência.

NECCHI et al (2000) atribuíram os valores baixos de pH encontrados a ocorrência de chuvas fortes na véspera da coleta, provocando maior entrada de material alóctone e aumento da vazão.

RODRÍGUEZ (2001) atribuiu os valores de pH ligeiramente ácidos encontrados no Ribeirão do Feijão e Rio do Monjolinho, no período de chuva, ao processo de lavagem do solo ácido da região.

Estudando o Rio Embu-Mirim, MENEZES (2003) atribuiu a amplitude de variação de pH (5,6 a 7,8), verificados durante o estudo, às descargas de efluentes, enquanto UZOUKWU et al (2004), estudando o Rio Ubu na Nigéria, atribuíram o pH ligeiramente mais ácido no período de seca ao baixo armazenamento de bicarbonato no ambiente e ao lançamento de substâncias húmicas pela queda de lixo que está na superfície do leito do rio.

A profundidade do rio Caulim apresentou pequeno aumento nas épocas de maior precipitação, porém verificou-se que é mais fortemente influenciado pela entrada de material alóctone.

A temperatura da água variou de acordo com a temperatura do ar, como era de se esperar, já que, segundo Sauberer, citado por ESTEVES (1998), a transformação da radiação em energia calorífica no primeiro metro de profundidade do rio é de cerca de 50% (p.128). O rio Caulim, sendo um rio raso, sofre diretamente os efeitos da radiação que recebe.

A temperatura da água é um importante parâmetro, pois influencia os processos biológicos, reações químicas que ocorrem na água. O aumento da temperatura provoca o aumento das reações de natureza bioquímica, mas diminui a solubilidade dos gases dissolvidos na água. Assim, nos meses quentes as reações bioquímicas entre meio e seres vivos aumentam, mas a quantidade de gases, principalmente oxigênio dissolvido, diminui, dessa forma o ambiente está próximo de seu limite (PORTO *et al*, 1991; ESTEVES, 1998).

A temperatura do ar durante o período de estudo ficou próxima à média registrada para Parelheiros, com exceção dos meses de julho e março, quando ficou próxima da temperatura máxima.

A presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions é que determina a condutividade elétrica da água (PORTO *et al*, 1991; ESTEVES, 1998).

O rio Caulim apresenta uma condutividade bastante elevada, variando de 182 μS a 783 μS , quando comparado com estudos realizados por NECCHI *et al* (2000), RODRÍGUEZ (2001), JARDIM (2004), LEITE (2004) e UZOUKWU *et al* (2004),

na bacia do Alto Rio São Francisco – MG, nos rios da bacia do Alto Jacaré-Guaçu – SP, no rio Corumbataí – SP, Ji- Paraná – RO e Ubu – Nigéria, respectivamente.

Analisando sua variação ao longo do estudo, principalmente o mês de fevereiro, que apresentou precipitação nos dias que antecederam a coleta, verifica-se claramente que a água da chuva agiu como substância diluidora da matéria orgânica que o rio recebe, fazendo com que houvesse diminuição da condutividade. BONETO (1996) não verificou essa relação em estudo no mesmo corpo d' água.

Os elevados valores de condutividade encontrados podem estar relacionados a grande quantidade de matéria orgânica recebida pelo rio através dos despejos de esgoto doméstico *in natura*.

Segundo PORTO *et al* (1991), a cor das águas superficiais se deve à presença de sólidos dissolvidos. Frequentemente ácidos húmicos, decorrentes da decomposição de compostos orgânicos e a matéria em estado coloidal presentes nos esgotos sanitários adicionam cor às águas naturais.

Os valores mais altos de cor encontrados para os meses de setembro, novembro e março devem estar relacionados a maior precipitação e a temperaturas mais elevadas que aceleram o processo da decomposição.

Segundo BATALHA (*no prelo*), PORTO *et al* (1991) e ESTEVES (1998) a turbidez da água se deve à quantidade de partículas em suspensão que provocam a dispersão da radiação.

UZOUKWU *et al* (2004) estudando o rio Ubu na Nigéria e RODRÍGUEZ (2001) avaliando o Ribeirão do Feijão e o rio do Monjolinho na bacia do Alto Jacaré-Guaçu, no Estado de São Paulo, observaram aumento da turbidez da água durante a época de chuva e atribuíram isso a erosão e restos sólidos que são transportados para

o rio pela inundação das águas; porém, no presente estudo de maneira geral verificou-se a diminuição da turbidez durante o período de maior precipitação, e isso pode ser explicado pela diluição do esgoto nesse período.

A turbidez influencia diretamente na transparência do rio. Se provocada por agentes orgânicos, quanto maior a turbidez, maior será a produtividade do ecossistema. Porém o rio Caulim é um rio bastante raso e com isso sua transparência é quase sempre total, não se mostrando um parâmetro de grande importância para o estudo.

De maneira geral a turbidez da água foi baixa, indicando pequena quantidade de material em suspensão, enquanto que os valores de cor foram altos, indicando grande concentração de material dissolvido, como pode ser verificado nos valores encontrados para os sólidos.

A variação do material em suspensão com relação a precipitação não foi clara, porém pode-se observar que há uma relação desse com a ação antrópica ocorrida no local.

As medidas de oxigênio dissolvido (OD) são muito importantes para a manutenção das condições vitais de um ambiente aquático. Segundo a Resolução 357/05 do CONAMA seu valor não deve ser inferior a 6 mg/L O₂ em rios de classe 1. No presente estudo verificou-se que os valores de OD do rio Caulim ficaram sempre abaixo do preconizado pela legislação, apresentando aumento significativo nos meses de novembro e fevereiro, onde fevereiro corresponde ao mês em que foram verificadas chuvas nos dias que antecederam a coleta, o que deve ter provocado a diluição do esgoto, como também o mês que apresentou temperatura em torno de 22

°C, menor turbidez e menor quantidade de sólidos suspensos propiciando uma maior taxa de fotossíntese (supondo que ocorra presença de algas).

O mês de novembro apresentou valores com baixa turbidez e temperatura em torno de 21 °C, proporcionando alta taxa de fotossíntese.

Observando os valores elevados de DBO, pode-se verificar que a quantidade de matéria orgânica lançada no corpo d'água foi muito alta, já que seu valor é sempre muito alto e acima do permitido pela legislação vigente (até 3 mg/L O₂). Esses valores sofreram uma redução nos meses de maior precipitação, provavelmente devido ao efeito diluidor ocorrido no corpo d'água.

O nitrogênio (N) é um elemento muito importante no metabolismo de ecossistemas aquáticos devido à sua participação na formação de proteínas e na produção primária desses ecossistemas (ESTEVES, 1998). Porém, segundo esse mesmo autor, a amônia, resultante da decomposição da matéria orgânica, indica poluição devido a esgoto doméstico. Dessa forma, quanto maior a proximidade à fonte poluidora, maior sua concentração.

No presente estudo verificou-se que as concentrações de N amoniacal na maioria das vezes foram superiores a 50%, o que permite inferir que o aporte de efluente doméstico nesse rio foi bastante alto e acima do preconizado. Notou-se uma pequena redução nos meses de maior precipitação. Essa mesma tendência foi observada por RODRÍGUEZ (2001) em seu estudo.

ESTEVES (1998) comenta que o fósforo é importante, por fazer parte de processos metabólicos fundamentais dos seres vivos que vivem no ecossistema aquático, como também o orto-fosfato é a principal forma de fosfato assimilada pelos vegetais aquáticos. No presente estudo, as concentrações de fósforo total ficaram

acima do permitido pela legislação vigente. A variação sazonal tanto para fósforo quanto para orto-fosfato não foi clara; apenas no mês de fevereiro, em que maiores índices pluviométricos ocorreram na véspera da coleta, sua concentração apresentou-se um pouco mais baixa, porém essa variação foi muito sutil. RODRÍGUEZ (2001), em seu trabalho na bacia do Alto Jacaré-Guaçu, verificou variação sazonal do fósforo, com aumento de sua concentração no período de estiagem.

A análise da concentração de coliformes termotolerantes é importante por ser um parâmetro indicador da possibilidade da existência de contaminação fecal, com a possível presença de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica.

De acordo com a legislação vigente, para rios de classe 1 seu valor não pode exceder 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras durante o período de 1 ano, com frequência bimestral.

No estudo realizado no rio Caulim verificou-se que os valores de coliformes termotolerantes estiveram em todas as coletas bem acima do permitido pela legislação, e não apresentaram uma variação sazonal clara, variação essa que ficou evidente no trabalho anteriormente realizado por BONETO (1996).

5.2. Variação Espacial dos Parâmetros Analisados

A profundidade do rio Caulim tendeu a aumentar conforme se afastava da nascente, porém ela é fortemente influenciada pela entrada de material alóctone, principalmente entulho que é jogado em sua margem, como foi possível verificar em várias coletas. O ponto 6, que apresentou profundidade mais baixa que os pontos 4 e

5, sofre um processo de assoreamento muito forte devido a retirada da mata ciliar e ao material alóctone devido a sua localização.

O pH ao longo do rio Caulim sofreu pequenas modificações, porém apresentou-se ligeiramente ácido (ponto 4 em diante) após atravessar uma área bastante habitada e receber as águas de um efluente (ponto 2) que recebe grande quantidade de esgoto doméstico *in natura* e lixo em suas margens. Se compararmos os resultados desse estudo com o realizado anteriormente por BONETO (1996), verifica-se que de maneira geral o pH sofreu pequeno aumento, o que nos faz pensar que a quantidade de detergente e sabão recebida pelo rio aumentou.

MENEZES (2003) e UZOUKWU *et al* (2004) em suas pesquisas atribuíram os valores baixos de pH encontrados à descarga de esgotos domésticos e à grande quantidade de lixo nas margens dos rios.

Já LEITE (2004) observou que as águas das cabeceiras de alguns rios que estudou apresentavam-se mais ácidas e à medida que iam se afastando tornavam-se mais neutras, em função do aumento da capacidade de tamponamento do sistema. Essa tendência não foi verificada no rio Caulim, provavelmente devido à grande quantidade de esgoto que recebe.

Quanto à temperatura da água ao longo do rio, pode-se perceber que os pontos 2 e 4 apresentavam freqüentemente temperatura mais alta que os demais pontos; isso pode estar relacionado ao recebimento de um maior aporte de matéria orgânica vinda dos esgotos que lhe são lançados *in natura*. Essa mesma variação não foi observada no mês de março, provavelmente devido à elevada pluviosidade que ocorreu nesse mês, que provocou a diluição do esgoto recebido.

A condutividade do rio tendeu a diminuir da nascente para a foz. Isso também já havia sido observado no estudo realizado anteriormente por BONETO (1996).

Os altos valores de condutividade encontrados na nascente provavelmente ocorreram devido à grande quantidade de esgoto doméstico que ali é despejado para a pequena quantidade de água que nasce.

À medida que nos afastamos da nascente há aumento do nível da água devido a entrada de afluentes, provocando a queda nos valores de condutividade devido a efeitos diluidores. Esses valores voltaram a aumentar em locais onde o despejo de esgoto é maior, como é o caso do ponto 4, que recebeu as águas bastante poluídas de um afluente (ponto 2).

Essa tendência também foi observada por UZOUKWU *et al* (2004) e por RODRÍGUEZ (2001) em seus estudos.

Os valores de cor encontrados para o rio Caulim são em geral bastante elevados, aumentando nos pontos que recebem maior quantidade de matéria orgânica (pontos 1, 2 e 4).

Segundo Hem, citado por PORTO *et al* (1991), águas de brejo ou pântano com altos teores de matéria orgânica dissolvida possuem cor acima de 200 UC (p. 37); dessa forma, podemos verificar que a nascente apresenta valores de cor bastante altos para um rio.

Segundo a Resolução 357/05 do CONAMA, a turbidez aceita para um rio classe 1 vai até 40 UNT. O Rio Caulim apresentou alguns de seus pontos (1, 2 e 4) com valores acima do permitido por lei. Esses pontos correspondem àqueles mais urbanizados e conseqüentemente com maior despejo de esgoto. Percebe-se também

que conforme nos afastávamos desses pontos a turbidez diminuía devido à diluição sofrida pelas suas águas.

Analisando os valores de sólidos totais obtidos verificamos que a quantidade de sólidos dissolvidos foi sempre muito elevada, principalmente nos pontos 2 e 4, que recebem maior quantidade de esgoto doméstico. Entretanto, a quantidade de sólidos dissolvidos esteve abaixo do permitido por lei (até 500 mg/L), com algumas elevações pontuais.

No presente estudo observou-se que os maiores teores de OD foram verificados na nascente, sofrendo queda acentuada após atravessar área densamente habitada (pontos 2 e 4); porém, o Rio Caulim possui um potencial de auto-depuração, pois notou-se que as concentrações de oxigênio dissolvido foram lentamente aumentando. Essa mesma tendência foi observada no trabalho realizado anteriormente por BONETO (1996) no mesmo corpo d'água, e por JARDIM (2004) no rio Corumbataí.

Apesar dos resultados terem sido prejudicados, foi possível verificar que nos pontos 1, 2 e 4, onde há maior aporte de matéria orgânica, a concentração da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) foi mais elevada, como era de se esperar. MENEZES (2003), estudando o rio Embu-Mirim – SP, observou essa mesma tendência.

As concentrações de nitrogênio amoniacal foram maiores próximo às fontes poluidoras. Como os pontos 1, 2 e 4 são os que apresentaram maior concentração desse íon, podemos dizer que o aporte de matéria orgânica nestes foi mais alto. Isso pode ser explicado pelo fato do rio Caulim ter percorrido até esses pontos áreas densamente habitadas. Enquanto o ponto 1 (área de nascente), encontra-se em um local onde as fossas são muito precárias e vazam com frequência. RODRÍGUEZ

(2001), MENEZES (2003) e JARDIM (2004), em seus trabalhos também observaram que após as áreas de maior concentração urbana os valores de nitrogênio aumentavam.

HATT *et al* (2004) em seu estudo verificaram que as concentrações de amônia e fósforo total aumentaram com a impermeabilização da bacia. Assim, as altas concentrações encontradas podem também estar sendo influenciadas pela impermeabilização sofrida na região.

Sendo os detergentes superfosfatados utilizados em larga escala doméstica, os esgotos domésticos são a principal fonte de fósforo para o ambiente natural.

No presente estudo, verificou-se que as concentrações fósforo total e ortofosfato foram maiores nos pontos onde ocorria entrada de esgoto e, apesar do ortofosfato ser rapidamente assimilado e incorporado aos organismos aquáticos, sua concentração foi muito elevada, indicando que sua quantidade foi maior do que o meio pode assimilar. RODRÍGUEZ (2001) e MENEZES (2003), também notaram altas concentrações de fósforo em trechos mais urbanizados.

A concentração de coliformes termotolerantes também seguiu a mesma tendência, sendo pouco mais alta nos pontos 2 e 4, onde o rio atravessa uma área com densidade populacional maior.

PRIMAVESI *et al* (2000), em seu estudo no ribeirão Canchin no município de São Carlos – SP, também verificaram que os pontos em que são lançados despejos de fossa os valores de coliformes aumentam.

Assim como na variação sazonal, os resultados obtidos com o teste de correlação de Sperman espacial serviram para confirmar as relações entre os parâmetros anteriormente discutidos.

A CETESB apresenta um ponto de coleta na represa Guarapiranga, próximo à foz do rio Caulim, onde recebe água transportada do Reservatório Billings. Nesse ponto, os valores encontrados para as variáveis analisadas por essa Companhia seguem a tendência observada neste trabalho, com valores um pouco mais baixos que o ponto anterior de coleta (ponto 7), com concentração de OD, DBO, fósforo total e coliformes termotolerantes fora dos valores estabelecidos por lei (CETESB, 2006), o que vem contribuir para mostrar a importância do rio Caulim para o reservatório Guarapiranga.

5.3. Correlações Estatísticas

Ainda que as correlações encontradas pareçam ser evidentes, a análise do teste de correlação de Spearman mostrou-se útil para constatar essas correlações. Neste sentido, algumas correlações serão discutidas.

A correlação negativa entre o oxigênio dissolvido e a condutividade nos pontos 05, 06, e 07, podem ser explicadas pelo fato desses pontos sofrerem menor ação antrópica, pois quando as concentrações de OD estão elevadas os valores de condutividade estão no sentido contrário.

Foram registradas concentrações mais elevadas de coliformes totais, sólidos dissolvidos e turbidez (julho/05 e maio/06); as correlações positivas verificadas durante o período de estudo, servem a essa constatação.

A correlação negativa entre oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes indica que concentrações mais baixas de OD podem ter favorecido os coliformes termotolerantes, pois alguns desses microrganismos são facultativos, embora não se tenha encontrado referências bibliográficas a esse respeito. Da mesma maneira que

os resultados de condutividade podem ter favorecido a presença de coliformes totais no mês de setembro de 2005, já que estas duas variáveis apresentaram correlação positiva.

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, foi possível concluir que:

- O rio Caulim está perdendo suas características de um ambiente lótico, devido a grande influência antrópica, como o lançamento de esgoto, lixo e entulho e retirada da mata ciliar;
- O rio Caulim apresenta baixa capacidade de autodepuração;
- A grande influência antrópica no sistema prejudicou o estudo sazonal;
- O rio Caulim encontra-se em desconformidade com a legislação vigente (CONAMA 357/05) para classe 1;
- O rio melhora suas características conforme se distancia da nascente, onde estão os pontos de maior urbanização;
- Pode-se inferir que a quantidade de esgotos domésticos lançados nas águas do rio Caulim apresentou um aumento desde a última avaliação realizada por BONETO (1996), acarretando uma queda na sua qualidade ecológico-sanitária.

7. REFERÊNCIAS

- APHA;AWWA;WPCF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 18th. Washington: Ed. APHA; 1999.
- BATALHA, B. H. L. *Controle de qualidade da água para consumo humano*. CETESB, São Paulo: *no prelo*.
- BENETTI, A.; BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). *Hidrologia – ciência e aplicação*. Ed. USP; São Paulo: 1993.
- BEYRUTH, Z. *Comunidade fitoplancônica da represa de Guarapiranga: 1991-92. Aspectos ecológicos, sanitários e subsídios para reabilitação da qualidade ambiental*. 1996. 276 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BONETO, R. M. C. G. *Variação temporal e espacial de parâmetros limnológicos de interesse sanitário do rio Caulim, São Paulo – S.P., um afluente da represa do Guarapiranga*. 1996. 53 p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade de Santo Amaro, São Paulo.
- BRANCO, S. M. *Poluição: a morte de nossos rios*. São Paulo: Associação dos funcionários da CETESB; 1983.
- BRANCO, S. M. *O meio ambiente em debate*. 5ª edição. São Paulo: Ed. Moderna; 1989.
- BRANCO, S. M. *Água: origem, uso e preservação*. São Paulo: Ed. Moderna; 2001.
- BRANCO, S. M.; ROCHA, A. A. *Poluição, proteção e usos múltiplos de represas*. São Paulo: CETESB. Ed. Edgard Blucher; 1977.
- CABRAL, A. *Estudo da Diversidade e Análise do Perfil Plasmidial de Bactérias do Gênero Aeromonas Isoladas de Ambientes Aquáticos do Estado de São Paulo*.

2005. 105 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CALIJURI, M. C.; OLIVEIRA, H. T. *Manejo da qualidade da água: uma abordagem metodológica. (no prelo).*
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Programa de saneamento ambiental da Bacia do Guarapiranga: relatório de impacto sobre o meio ambiente.* São Paulo: CETESB, 1992. 59 p.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Avaliação ecotoxicológica do reservatório do Guarapiranga, SP, com ênfase ao problema da algas tóxicas e algicidas. Projeto: 15.13.00. Recuperação da Bacia do Guarapiranga: relatório técnico.* São Paulo: CETESB; 1995.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2005.* São Paulo: CETESB, 2006.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia fluvial.* São Paulo: Ed. Edgard Blucher; 1981.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº357, de 17 de março de 2005.* Ministério do Meio Ambiente; 2005.
- DUSSAT, B. *Enciclopédia de ecologia.* São Paulo: Ed. USP; 1979.
- ENSINAS, H. *Impactos da política estadual de recursos hídricos e da urbanização nas áreas de proteção aos mananciais da Região Metropolitana de São Paulo.* 2004. 231 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ESTEVES, F. de A. *Fundamentos de limnologia.* Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

- FILHO, C. B. *História da saúde pública no Brasil*. São Paulo: Ed. Ática; 1996.
- Fundação SEADE. *Sistema de informações dos Municípios Paulistas*. Disponível em: < <http://www.fseade.gov.br>>. Acesso em: 23 jun. 2006.
- GOOGLE EARTH, 2007. Disponível em: <<http://www.google.com.br/earth>>. Acesso em: 02 maio 2007.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. *Lei Estadual nº 9.866/97. Uma nova política de mananciais*. São Paulo; 1997.
- HATT, B. E.; FLETCHER, T. D.; WALSH, C. J.; TAYLOR, S. L. The influence of urban density and drainage infrastructure on the concentrations and loads of pollutants in small streams. *Environmental Management*, New York, v. 34, n. 1, p. 112-124, maio 2004.
- HELOU, L.C.; SILVA, L. G. Estudo de operação do reservatório de Guarapiranga. *Rev. Dae*, São Paulo, v. 48, n. 151, p. 29-47, 1986.
- HUSZAR, V. L. de M.; GIANI, A. Amostragem da comunidade fitoplanctônica em águas continentais: Reconhecimento de padrões espaciais e temporais. In: BICUDO, C. E. de M.; BICUDO, D. de C. (Org.). *Amostragem em limnologia*. São Carlos: Editora RIMA, 2004. p. 133-147.
- ISA. *Guarapiranga 2005 – Como e por que São Paulo está perdendo este manancial: resultados do diagnóstico socioambiental participativo da bacia hidrográfica da Guarapiranga*. São Paulo: Instituto Socioambiental; 2006.
- JARDIM, G. M. *Estudos ecotoxicológicos da água e do sedimento do rio Corumbataí, SP*. 2004. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,

Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91113/tde-20062005-172838/>>.

Acesso em: 24 out. 2006.

KARR, J. R.; DUDLEY D. R. Ecological perspective on water quality goals.

Environmental Management, New York, v. 5, n. 1, p. 55-68, 1981.

KLEEREKOPER, H. *Introdução ao estudo da limnologia*. 2ª edição. Porto Alegre:

Ed. da Universidade. Centro de ecologia / Instituto de Biociências da UFRGS.

1990.

LEITE, N. K. *A biogeoquímica do Rio Ji-Paraná, Rondônia*. 2004. 44 p. Dissertação

(Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura

“Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91113/tde-29072004-162959/>>.

Acesso em: 24 out. 2006.

LIKENS, G. E.; BORMANN, F. H. Linkages between terrestrial and aquatic

ecosystems. *Bioscience*, United States v. 24, n. 8, p. 447-456, 1974.

MAGLIO, I. C. Gestão urbana e qualidade de vida: um estudo de caso. In: **Análise**

ambiental: estratégias e ações. A. Queiroz, ed. Fund. Salim Farah Maluf. São

Paulo; 1995.

MAGOSS, L. R.; BONACELLA, P. H. *Poluição das águas*. São Paulo: Ed.

Moderna; 1995.

MAIER, M. H. *Geoecologia, hidrografia, hidroquímica, clima e processos*

antrópicos da bacia do rio Jacaré Pepira (S.P.). 1983. 131 p. Tese (Doutorado

em Ciências Biológicas) - Dep. de Ciências Biológicas, Universidade Federal

de São Carlos.

- MARGALEF, R. 1983. *Limnologia*. Barcelona: Ed. Omega; 1983.
- MARGALEF, R. *Teoria de los sistemas ecologicos*. Barcelona: Ed. Universitat de Barcelona; 1991.
- MELCHOR, A. *et al.* Preservação de mananciais para abastecimento. Guarapiranga – um modelo para preservação. *Rev. Dae*, São Paulo, v. XXXV, n. 102, p. 14-26, 1975.
- MENEZES, L. C. B. de. *Estudo ecológico – sanitário do Rio Embu-Mirim (SP): Utilização de macroinvertebrados bentônicos como indicadores*. 2003. 102 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- NECCHI, O. Jr.; BRANCO, L. H. Z.; BRANCO, C. C. Z. Características limnológicas da bacia do Alto Rio São Francisco, Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais. *Acta Limnológica Brasileira*, Botucatu, v.12, n. 1, p.11-22, 2000.
- OLIVEIRA, M. E. P. *Descobrimos e fazemos a história de Parelheiros*. São Paulo; 1986. (Trabalho de pesquisa realizado pelos alunos da Escola Estadual de 1º e 2º graus Prisciliana Duarte de Almeida).
- PALOS, C. M. C. *Vozes da Cratera: representações, sentidos, significados e práticas da questão socioambiental no cenário urbano*. 2004. 237 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- PARA SALVAR O MANANCIAL. *Rev. Dae*, São Paulo, v. 52, n. 164, p. VIII-XVII, 1992.

- PASTERNAK, S. Um olhar sobre a habitação em São Paulo. *Cadernos Metrópole*; 2003. 9: 81-117.
- PMSP (Prefeitura do Município de São Paulo). *Plano diretor regional: Parelheiros*. São Paulo; 2004?
- PORTO, M. F. A.; BRANCO, S. M.; LUCA, S. J. de. Caracterização da qualidade da água. In: PORTO, R. La L. et al. *Hidrobiologia ambiental*. São Paulo: Ed. USP, 1991. v. 3, p. 27-66.
- PORTO, R. La L. et al. *Hidrobiologia ambiental*. São Paulo: Ed. USP, 1991. v. 3. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos).
- PRIMAVESI, O.; FREITAS, A. R.; OLIVEIRA, H. T.; PRIMAVESI, A. C. P. A. A qualidade da água na microbacia hidrográfica do Ribeirão Canchim, São Carlos, SP, ocupada por atividade pecuária. *Acta Limnológica Brasileira*, Botucatu, v.12, n. 1, p. 95-111, 2000.
- REBOUÇAS, A. da C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. *Águas doces no Brasil*. Inst. De Estudos Avançados da USP. Academia Brasileira de Ciências. São Paulo: Ed. Escrituras; 1999. p. 39 - 64
- RIOS, L. *Estudo limnológico e fatores ecológicos em ribeirões e córregos da bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão (Estado de São Paulo)*. São Paulo; 1992. 146 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- ROCHA, A. A. *Ciências do ambiente, saneamento e saúde pública*. Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Saúde Ambiental. São Paulo; 1986.

- ROCHA, A. A. Saúde e meio ambiente. In: ROCHA, A. A. et al. *Ecologia e qualidade de vida*. São Paulo: SESC ; 1993. p. 67- 80.
- ROCHA, A. A. A problemática da água. In: LEITE, J. L (Org.). *Problemas chaves do meio ambiente*. 2ª ed. Inst. de Geociências da UFBA: Espaço Cultural EXPOGEO; 1995. p. 94 – 114
- ROCHA, S. M. *Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de poluição na represa do Guarapiranga – SP*. 1999. 97 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- RODRÍGUEZ, M. P. *Avaliação da qualidade da água da Bacia do Alto Jacaré-Guaçu/SP (Ribeirão do Feijão e rio do Monjolinho) através de variáveis físicas, químicas e biológicas*. 2001. 138 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-16072005-165122/>. Acesso em: 24 out. 2006.
- RYDER, G. I.; SCOTT, D. The applicability of the River Continuum Concept to New Zealand streams. *Verh. Internat. Ver. Limnol.* 1988; 23: 1441 - 1445
- SABATER, F.; ARMENGOL, J.; SABATER, S. Measuring discontinuities in the Ter River. *Regulated Rivers: Res. Manag.* 1989; 3: 133 - 142.
- SCHLOSSER, I. J.; KARR, J. R. Water quality in agricultural watersheds: impact of riparian vegetation during base flow. *Wat. Resour. Bull.*, England, v. 17, n. 2, p. 233 – 240, 1981.

SIEGEL, S. *Estatística não paramétrica para as ciências do comportamento*.

Tradução de A. A. Farias. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975.

STATZNER, B.; HIGLER, B. Questions and comments on the River Continuum Concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Canada, v. 42, p. 1038 – 1044, 1985.

SVMA - Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente de São Paulo. *Projeto Caulim - relatório da sub-bacia 2 do rio Caulim*. 1995.

TEIXEIRA, C.; KUTNER, K. B. Plankton studies in a mangrove environment. I First assesment of standing stock and ecological factores. *Bol. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, v. 12, p. 101 – 124, 1962.

TUCCI, C. E. M. Água no meio ambiente. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas doces no Brasil. Instituto de Estudos Avançados da USP. Academia Brasileira de Ciências. Ed. Escrituras; São Paulo: 1999. p. 475 - 508

UZOUKWU, B. A.; NGOKA, C.; NNEJI, N. Monitoring of Seasonal Variation in the Water Quality of Ubu River in Ekwusigo and Nnewi Local Government Areas of Anambra State, Nigeria. *Environmental Management.*, New York, v. 33, n. 6, p 886-898, jun. 2004.

VANNOTE, R. C. *et al.* The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Canada, v. 37, p. 130 – 137, 1980.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. *Hidrologia Aplicada*. São Paulo: Ed. Mc Graw - Hill do Brasil; 1975.

WATANABE, T. *Flutuação sazonal e distribuição espacial do nano e microfitoplâncton na represa do Lobo (“Broa”), São Carlos*. 1981. 149 p.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Departamento de Ciências
Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

Anexos

Tabelas

Tabela 4 – Datas e horários das coletas.

	31/7/2005	25/9/2005	20/11/2005	12/2/2006	19/3/2006	21/5/2006
Pontos	Horário	Horário	Horário	Horário	Horário	Horário
1	12:50	10:25	09:00	10:50	11:45	11:00
2	13:20	11:00	09:35	11:10	12:15	11:25
3	13:40	11:20	09:55	11:25	12:30	11:40
4	14:00	11:35	10:15	11:45	12:55	12:10
5	14:20	11:55	10:40	12:05	13:15	12:40
6	14:40	12:20	11:05	12:25	13:40	12:55
7	15:00	12:40	11:20	12:45	13:55	13:10

Tabela 5 – Temperatura do ar (°C) nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Pontos\Meses	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
P1	28	20	17	21	28	
P2	27	20	19	22	30	23
P3	26	21	19	23	30	24
P4	26	21	20	23	29	22
P5	28	21	22	24	32	23
P6	28	22	21	24	30	21
P7	25	22	21	23	29	22

Tabela 6 – Temperatura mínima, máxima e média do ar (°C) em Parelheiros nos meses de coleta.

	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
Temp. mínima	5,2	9,4	11,5	16,7	16,1	8,1
Temp. máxima	28,0	29,9	31,8	33,6	33,6	27,4
Temp. média	16,0	17,1	19,6	22,8	22,4	16,1

Tabela 7 – Profundidade do rio (m) nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Pontos\Meses	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
P1	0,13	0,10	0,07	0,15	0,05	0,00
P2	0,10	0,13	0,14	0,1	0,12	0,10
P3	0,12	0,14	0,09	0,23	0,22	0,16
P4	0,25	0,21	0,32	0,37	0,37	0,30
P5	0,18	0,17	0,48	0,49	0,45	0,51
P6	0,20	0,13	0,18	0,11	0,21	0,29
P7	0,88	0,65	0,64	0,62	0,60	0,66

Tabela 8 – Temperatura da água (°C) nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Pontos\Meses	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
P1	18	19	20	22	23	
P2	21	21	22	23	25	22
P3	19	20	20	22	25	20
P4	21	20	22	23	25	21
P5	19	20	22	22	25	19
P6	19	20	20	22	25	19
P7	20	20	21	22	25	19

Tabela 9 – pH nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Pontos\Meses	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
P1	7,07	7,09	7,37	6,35	7,04	
P2	6,58	6,95	7,03	6,55	6,61	6,67
P3	6,78	6,87	6,79	6,61	6,72	6,80
P4	6,68	6,93	7,01	6,67	6,71	6,72
P5	6,80	7,04	6,89	6,51	6,73	6,75
P6	6,79	6,98	7,07	6,43	6,78	6,75
P7	6,95	7,02	7,00	6,78	6,68	6,69

Tabela 10 – Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$) nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Pontos\Meses	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
P1	783	712	461	281	337	
P2	398	407	410	368	414	595
P3	381	298	224	220	311	395
P4	423	403	304	312	379	475
P5	322	296	216	201	289	380
P6	283	253	195	182	240	301
P7	289	257	222	200	260	335

Tabela 11 – Cor (UC) nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Pontos\Meses	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
P1	350	600	350	20	80	
P2	25	140	150	80	140	120
P3	25	60	100	80	60	20
P4	25	120	150	60	100	40
P5	100	80	100	60	60	20
P6	70	80	150	80	60	20
P7	80	100	100	60	60	40

Tabela 12 – Turbidez (UNT) nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Pontos\Meses	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
P1	90	160	75	11	35	
P2	45	40	32	36	43	63
P3	31	18	26	19	20	27
P4	35	40	23	26	28	53
P5	25	20	20	19	21	35
P6	18	22	19	25	16	20
P7	25	20	25	20	16	39

Tabela 13 – Oxigênio dissolvido (mg/L O₂) nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Pontos\Meses	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
P1	0,8	2,2	2,6	5,6	2,8	
P2	1,6	1,6	2,6	2,4	1,4	0,8
P3	0,8	1,6	6,0	4,6	2,0	1,6
P4	1,2	1,0	2,4	2,6	1,0	0,4
P5	1,0	1,2	3,8	4,4	1,4	0,8
P6	1,8	1,8	4,4	3,4	2,4	1,0
P7	1,4	2,6	2,8	3,2	1,4	1,0

Tabela 14 – Sólidos suspensos nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Pontos\Meses	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
P1	18%	32%	20%	7%	5%	
P2	24%	23%	24%	0%	17%	38%
P3	15%	4%	6%	0%	7%	6%
P4	17%	18%	12%	8%	16%	23%
P5	10%	0%	11%	6%	11%	11%
P6	6%	0%	13%	35%	9%	11%
P7	9%	2%	13%	8%	7%	29%

Tabela 15 – Sólidos dissolvidos nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Pontos/Meses	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
P1	82%	68%	80%	93%	95%	
P2	76%	77%	76%	100%	83%	62%
P3	85%	96%	94%	100%	93%	94%
P4	83%	82%	88%	92%	84%	77%
P5	90%	100%	89%	94%	89%	89%
P6	94%	100%	87%	65%	91%	89%
P7	91%	98%	87%	92%	93%	71%

Tabela 16 – Demanda bioquímica de oxigênio (mg/L) nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Pontos\Meses	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
P1	72	202				
P2	80	79	42	23	44	108
P3	22			6	12	16
P4	70	57		16		136
P5	31	33		8		34
P6	11			5	9	11
P7	18		10	8		32

Tabela 17 – Nitrogênio total (mg/L N₂) nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Pontos\Meses	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
P1	93,10	70,00	28,28	7,84	7,00	
P2	36,40	20,72	27,72	36,12	17,64	30,1
P3	32,90	16,24	13,44	7,28	16,52	22,6
P4	39,90	22,96	27,44	16,52	18,76	28,2
P5	21,7	15,12	14,84	7,84	11,76	21,0
P6	18,2	15,68	14,00	14,28	8,40	16,3
P7	14,7	10,08	10,08		10,08	15,2

Tabela 18 – Nitrogênio amoniacal (mg/L N₂) nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Pontos\Meses	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
P1	36,40	31,92	15,68	2,52	4,76	
P2	14,70	2,80	19,04	14,00	15,12	19,6
P3	16,10	8,96	4,76	4,76	11,48	13,4
P4	18,20	13,44	12,88	9,80	13,72	16,0
P5	7,70	11,20	5,60	2,24	9,52	12,1
P6	10,50	8,96	4,20	6,16	7,84	7,8
P7	5,60	4,48	2,24	3,08	7,00	8,1

Tabela 19 – Fósforo total (mg/L P) nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Pontos\Meses	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
P1	8,60	9,00	1,02	0,51	0,10	
P2	2,60	5,00	2,00	1,50	2,40	6,50
P3	1,12	0,096	0,30	0,45	0,60	3,50
P4	2,60	2,00	1,10	0,80	2,20	5,50
P5	1,36	1,36	0,30	0,50	0,78	3,00
P6	0,40	0,92	0,13	0,44	0,60	3,50
P7	0,40	1,12	0,30	0,41	0,68	4,00

Tabela 20 – Orto-fosfato (mg/L P) nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Pontos\Meses	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
P1	4,00	5,00	1,00	0,20	0,10	
P2	2,00	2,50	2,00	0,80	1,80	5,00
P3	1,10	0,04	0,15	0,14	0,62	
P4	2,00	2,00	0,85	0,62	1,20	4,80
P5	1,20	0,70	0,23	0,20	0,90	
P6	0,50	0,40	0,13	0,14	0,58	3,10
P7	0,38	0,41	0,20	0,12	0,62	

Tabela 21 – Coliformes totais (NMP/100ml) nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Pontos\Meses	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
P1	$1,4 \times 10^7$	$5,0 \times 10^7$	$5,0 \times 10^6$	$1,1 \times 10^6$	$3,0 \times 10^6$	
P2	$5,0 \times 10^6$	$9,0 \times 10^5$	$1,7 \times 10^7$	$8,0 \times 10^6$	$2,4 \times 10^7$	$1,7 \times 10^7$
P3	$2,2 \times 10^6$	$1,3 \times 10^5$	$1,3 \times 10^6$	$8,0 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$5,0 \times 10^6$
P4	$1,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$2,4 \times 10^7$	$2,4 \times 10^7$	$2,4 \times 10^7$	$1,7 \times 10^7$
P5	$8,0 \times 10^5$	$8,0 \times 10^5$	$9,0 \times 10^5$	$1,3 \times 10^6$	$5,0 \times 10^6$	$5,0 \times 10^6$
P6	$1,7 \times 10^5$	$2,4 \times 10^5$	$7,0 \times 10^5$	$5,0 \times 10^5$	$1,3 \times 10^6$	$5,0 \times 10^5$
P7	$2,4 \times 10^5$	$5,0 \times 10^5$	$5,0 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$	$7,0 \times 10^6$

Tabela 22 – Coliformes termotolerantes (NMP/100ml) nos sete pontos de coleta durante o período de estudo.

Pontos\Meses	Jl	S	N	Fe	Mr	Ma
P1	$3,0 \times 10^5$	$2,2 \times 10^7$	$1,7 \times 10^6$	$5,0 \times 10^5$	$8,0 \times 10^4$	
P2	$7,0 \times 10^5$	$5,0 \times 10^5$	$1,3 \times 10^7$	$5,0 \times 10^6$	$1,3 \times 10^7$	$2,3 \times 10^6$
P3	$3,3 \times 10^5$	$8,0 \times 10^4$	$7,0 \times 10^7$	$2,7 \times 10^5$	$1,3 \times 10^5$	$8,0 \times 10^4$
P4	$1,3 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$	$8,0 \times 10^6$	$1,3 \times 10^7$	$8,0 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$
P5	$8,0 \times 10^5$	$8,0 \times 10^5$	$3,0 \times 10^5$	$8,0 \times 10^5$	$2,7 \times 10^5$	$5,0 \times 10^5$
P6	$1,3 \times 10^4$	$5,0 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	$1,7 \times 10^5$	$1,3 \times 10^5$	$3,0 \times 10^5$
P7	$5,0 \times 10^5$	$3,0 \times 10^5$	$3,0 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$

Tabela 31 – Valores dos coeficientes de correlação de Sperman (r_s) no mês de setembro/05.

[illegible]

Tabela 35 – Valores dos coeficientes de correlação de Sperman (r_s) no mês de maio/06.

[illegible]