

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DINÂMICA TEMPORAL DA POLUIÇÃO FECAL NAS ÁGUAS  
DO CÓRREGO RICO, MANANCIAL DE ABASTECIMENTO DA  
CIDADE DE JABOTICABAL-SP**

**Cláudia Scholten**

Médica Veterinária

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Março de 2009

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DINÂMICA TEMPORAL DA POLUIÇÃO FECAL NAS ÁGUAS  
DO CÓRREGO RICO, MANANCIAL DE ABASTECIMENTO DA  
CIDADE DE JABOTICABAL-SP**

**Cláudia Scholten**

**Orientador: Prof. Dr. Luiz Augusto do Amaral**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária (Medicina Veterinária Preventiva).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Março de 2009

### **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

**CLÁUDIA SCHOLTEN** - nascida em Araraquara, São Paulo, em 22 de junho de 1981. Concluiu o Segundo Grau no Colégio Oswaldo Cruz de Ribeirão Preto em 1998. Ingressou no curso de Medicina Veterinária na Universidade Barão de Mauá no ano de 2000 em Ribeirão Preto, e posteriormente transferiu-se para Universidade de Franca (UNIFRAN) em Franca em fevereiro de 2002, onde se graduou em dezembro de 2005. Durante a graduação, realizou trabalho de iniciação científica na UNIFRAN, na área de Anestesiologia. Em março de 2007, iniciou o Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária (Medicina Veterinária Preventiva), da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, como bolsista da CAPES.

## EPÍGRAFE

*“O prazer no trabalho aperfeiçoa a obra.”*

Aristóteles

*"Mas na profissão, além de amar tem de saber. E o saber leva tempo pra crescer."*

Rubem Alves

*“Pensar é o trabalho mais difícil que existe, e esta é provavelmente a razão por que tão poucos se dedicam a ele.”*

Henry Ford

*“Os sete pecados capitais responsáveis pelas injustiças sociais são: riqueza sem trabalho; prazeres sem escrúpulos; conhecimento sem sabedoria; comércio sem moral; política sem idealismo; religião sem sacrifício e ciência sem humanismo.”*

Mahatma Gandh

## DEDICATORIA

Dedico este trabalho a minha avó materna, Ephigênia, por representar a pessoa  
mais importante de minha vida!  
*(in memoriam)*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador, Professor Amaral, por ter me conduzido por este caminho maravilhoso que hoje sigo.

Aos meus pais Paulo e Adel e meu irmão Fernando, por terem me ensinado tudo que sei em minha vida e serem responsáveis pela pessoa que sou hoje.

Ao meu noivo e eterno amor, Guilherme, por ter me acompanhado com carinho e paciência há 11 anos.

Aos amigos da preventiva, que graças a Deus são muitos, então não os citarei, mas saberão ao lerem!!! Amigões mesmo!

Aos técnicos Diba e Lila, que me auxiliaram nas horas difíceis durante todo o trabalho no laboratório.

Em fim, a todos que participaram e participam de minha vida!!!!

Agradeço também a FAPESP e a CAPES pelo auxílio financeiro durante todo o trabalho.

Obrigada!!!!

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1. Situação mundial da água.....	3
2.2. Doenças de veiculação hídrica (DVH).....	4
2.3. Legislação.....	7
2.4. Tipos de poluição.....	9
2.5. Influência da precipitação pluviométrica e do deflúvio superficial na qualidade da água.....	10
2.6. Indicadores de qualidade da água.....	12
2.6.1. Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> .....	12
2.6.2. Clostrídios Sulfito Redutores.....	15
2.6.3. Enterococos.....	16
2.6.4. Nitrogênio Amoniacal.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1. Caracterização do local de estudo.....	19
3.2. Amostragem e transporte das amostras.....	20
3.2.1. Amostras de água.....	20
3.3. Análises Microbiológicas.....	22
3.3.1. Clostrídios Sulfito Redutores (Adaptação de GESCHEI et al., 2003)..	22
3.3.2. Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> (APHA, 1998).....	22
3.3.3. Enterococos (APHA, 1998) .....	23
3.4. Análise Físico-Química.....	23
3.4.1. Análise do teor de Amônia (HACH, s. d.) .....	23
3.5. Análise Estatística.....	24

	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5. CONCLUSÃO.....	38
6. RECOMENDAÇÕES PARA MELHORA DA QUALIDADE DA ÁGUA NO MANANCIAL ESTUDADO.....	39
7. REFERÊNCIAS.....	41

**LISTA DE FIGURAS**

	Página
Figura 1. Ponto de captação das águas da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico para tratamento na cidade de Jaboticabal/SP.....	20
Figura 2. Vazão do Córrego Rico no período de maio/2002 a fevereiro/2003, no ponto de captação de água de abastecimento. Fonte: LOPES et al. (2003b).....	21
Figura 3. Fotografia aérea de uma granja de suínos às margens do Córrego rico, no município de Jaboticabal, SP.....	36

## LISTA DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1. Logaritmo na base 10 da média dos Números Mais Prováveis em 100 mL dos indicadores, Clostrídio sulfito redutor (Clostr.), <i>Escherichia coli</i> (E. coli) e Enterococos (Enteroc.), na água do Córrego Rico no período de seca (setembro a outubro de 2007).....	26
Gráfico 2. Logaritmo na base 10 da média dos Números Mais Prováveis em 100 mL dos indicadores, Clostrídio sulfito redutor (Clostr.), <i>Escherichia coli</i> (E. coli) e Enterococos (Enteroc.), na água do Córrego Rico no período das águas (fevereiro a março de 2008).....	27
Gráfico 3. Variação horária da contagem de <i>Escherichia coli</i> em chuva e seca, e limite legal para <i>Escherichia coli</i> para as classes 2 e 3 (BRASIL, 2005).....	28
Gráfico 4. Porcentagem dos NMP/100 mL de <i>Escherichia coli</i> que estão dentro e fora do padrão para o CONAMA 357/05, na época da seca e das chuvas.....	30
Gráfico 5. Dinâmica da média dos Números Mais Prováveis em 100 mL do indicador Clostrídio sulfito reduto, expressos em $\log_{10}$ .....	33
Gráfico 6. Dinâmica da média dos Números Mais Prováveis em 100 mL do indicador <i>Escherichia coli</i> , expressos em $\log_{10}$ .....	33
Gráfico 7. Dinâmica da média dos Números Mais Prováveis em 100 mL do indicador Enterococos, expressos em $\log_{10}$ .....	34

Gráfico 8. Média dos valores de amônia no período de seca e chuvas..... 37

**LISTA DE TABELAS**

	Página
Tabela 1. Números mais prováveis de <i>Escherichia coli</i> nas amostras de água colhidas durante a semana, segundo os horários de colheita no período da seca.....	25
Tabela 2. Números mais prováveis de <i>Escherichia coli</i> nas amostras de água colhidas durante a semana, segundo os horários de colheita no período da chuva.....	25
Tabela 3. Log <sub>10</sub> das médias dos indicadores de poluição fecal, segundo teste de Tukey.....	34
Tabela 4. Correlação entre as variáveis analisadas.....	35

## DINÂMICA TEMPORAL DA POLUIÇÃO FECAL NAS ÁGUAS DO CÓRREGO RICO, MANANCIAL DE ABASTECIMENTO DA CIDADE DE JABOTICABAL-SP

**RESUMO-** A qualidade da água in natura é de grande importância nos sistemas de tratamento de águas superficiais, pois uma vez que haja falhas no tratamento pode haver o risco de produzir água contaminada tornando-se prejudicial à saúde dos consumidores. O objetivo do presente trabalho foi conhecer a dinâmica temporal da poluição fecal, durante 24 horas, na água do manancial de abastecimento público da cidade de Jaboticabal, SP. Para isso foram colhidas amostras da água do manancial, com intervalos de 2 horas, durante 24 horas e foram determinados os Números Mais Prováveis de coliformes totais, *Escherichia coli* e Clostrídios sulfito redutores e as concentrações de amônia nos períodos de chuvas e estiagem. Concluiu-se que em alguns eventos a água do Córrego Rico não poderia ser utilizada para o abastecimento da população por tratamento convencional, pois com as incidentes chuvas, principalmente no período vespertino, o córrego apresenta contaminação acima do limite para sua classe. Assim podendo apresentar risco à saúde da população. Os resultados obtidos podem nortear ações visando promover a qualidade da água fornecida à população no sentido de prevenir as enfermidades de veiculação hídrica.

**Palavras chave:** água, amônia, indicadores de poluição fecal, manancial de abastecimento

**SECULAR DYNAMICS OF POLLUTION FECAL IN WATERS OF THE  
CÓRREGO RICO, FLOWING STREAM OF SUPPLYING OF JABOTICABAL CITY- SP**

**SUMMARY-** Considering the quality of the water “in natura” has a great importance in the systems of superficial water treatment, once time that it fails it can be had a risk to produce contaminated water being harmful to the consumers health, the present work was elaborated with the objective to know the secular dynamics of pollution fecal, during 24 hours, in the source water of public supplying of the city of Jaboticabal/SP. Samples of source water will be harvested, with intervals of 2 hours, during 24 hours and will be determined the Most Probable Numbers of total coliformes, *Escherichia coli* and Clostrídios sulfite reducing and the ammonia concentrations in the periods of rains and dries. Conclude that at times the water of the Córrego Rico can not be used for the supply of the population by conventional treatment, because the incidents rain, mainly during the evening, the river shows contamination above the limit for its class. May present risk to the health of the population. The gotten results will be able to guide actions aiming promote the best quality of the supplied water to the population, preventing the hydric diseases propagation.

**Keywords:** ammonia, pointers of fecal pollution, source of supply, water

## 1. INTRODUÇÃO

Na metade do século XVIII, registrou-se que na França, as práticas de saúde pública eram centradas no controle ambiental, preocupando-se com o acúmulo e circulação das águas e do ar e, em certos locais, com a disposição de esgotos e em relação à situação dos mananciais nas cidades (FOUCAULT, 1990; FABRE, 1993).

A análise histórica da utilização dos recursos hídricos mostra que a partir dos anos 70 houve um acirramento dos problemas advindos do processo de desenvolvimento econômico e da industrialização como a falta de saneamento, abastecimento de água e o aumento da poluição industrial. Tais adventos provocaram aumento nas doenças de veiculação hídrica, tornando-se necessária a elaboração de formas de monitoramento da qualidade da água oferecida à população e aos animais, podendo obter um maior controle dos agentes patogênicos que podem estar presentes na água.

O governo brasileiro, ao final do século XIX, declarou a cólera como doença erradicada no país. No entanto, cerca de um século depois, em 1991, observou-se novos casos, notando-se que a transmissão é ocasionada por múltiplos fatores entre eles a via hídrica, ou seja, o transporte do agente pela água, decorrente principalmente da falta de planejamento sanitário nas cidades.

Tal fato evidenciou-se a importância da água de forma direta ou indireta na transmissão e prevenção de enfermidades.

Independente das características epidemiológicas das doenças de veiculação hídrica, as principais medidas para seu controle e prevenção estão relacionadas com higiene, saneamento básico e educação ambiental, destino e tratamento adequado das excretas humanas e animais (FEACHEM et al., 1983).

O monitoramento das condições ambientais é cada vez mais necessário para garantir a inocuidade da água e alimentos que são consumidos, pois os mesmos são em sua maioria oriundos do meio rural.

A criação animal é feita principalmente em locais com fácil acesso à água, para dessedentação, isso contribui maciçamente para que os dejetos destes animais sejam

levados direta ou indiretamente à coleção d'água, fazendo com que a mesma seja poluída.

Sendo assim, trabalhos utilizando indicadores de qualidade da água para o monitoramento dos mananciais são cada vez mais comuns e são ferramentas importantes na avaliação do status sanitário do corpo hídrico.

O presente trabalho foi proposto com o intuito de se verificar a dinâmica da população de indicadores bacterianos da qualidade da água, quantificando os NMP de *Escherichia coli*, enterocos e Clostrídios sulfito redutores, durante o período de 24 horas, na água do Córrego Rico, manancial de abastecimento da cidade de Jaboticabal-SP, nos períodos de chuva e seca.

Determinar também os teores de amônia durante o período de 24 horas, na água do Córrego Rico, manancial de abastecimento da cidade de Jaboticabal-SP, nos períodos de chuva e seca.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Situação mundial da água

O ciclo da água, também denominado ciclo hidrológico, é responsável pela renovação da água no planeta. Este ciclo inicia-se com a energia solar, incidindo no planeta Terra, sendo responsável pela evapotranspiração das águas dos rios, reservatórios e oceanos, bem como pela transpiração das plantas. Com a condensação do vapor d'água ocorrem as chuvas.

Quando a água das chuvas atinge a terra, tem-se dois fenômenos: um deles consiste no seu escoamento superficial em direção aos canais de menor declividade, alimentando diretamente os rios e o outro, a infiltração no solo alimentando os lençóis subterrâneos. A água dos rios tem como destino final os mares e, assim, fechando o ciclo das águas.

O volume total da água permanece constante no planeta, sendo estimado em torno de 1,5 bilhões de quilômetros cúbicos. Os oceanos constituem cerca de 96,4% de toda a água do planeta. Dos 3,6 % restantes, aproximadamente 2,25% estão localizados nas calotas polares e nas geleiras, enquanto apenas 0,75 % são encontrados na forma de água subterrânea, em lagos, rios e também na atmosfera, como vapor d'água (SÃO PAULO, 2007).

A dificuldade principal consiste em achar modos mais efetivos para conservar, usar e proteger os recursos hídricos a nível global. É esperado que a população mundial esteja em 8 bilhões de pessoas no ano 2030. Durante os próximos 30 anos serão necessários dedicar o uso de 14% a mais de água doce para manter o ritmo da demanda crescente do setor agrícola.

O Secretário-Geral da Organização das Nações Unidas (ONU), Ban Ki-moon, declarou no Dia Mundial da Água, que a escassez de água pode ser física, econômica e/ou institucional e pode flutuar no tempo e no espaço. Hoje, cerca de 700 milhões de pessoas, em 43 países, sofrem com a escassez de água, número que poderá aumentar para mais de 3 bilhões, até 2015 (UNICRIO, 2007).

Seja em termos quantitativos ou qualitativos, a escassez da água já é realidade em muitos lugares do planeta e cerca de 1,1 bilhões de pessoas não tem acesso à água potável. Nos países em desenvolvimento este problema está relacionado a 80% das mortes e enfermidades.

Um dado obtido na discussão da AGENDA 21 em 1996, demonstra que cerca de 80% de todas as moléstias e mais de um terço dos óbitos dos países em desenvolvimento são causados pelo consumo de água contaminada, e, em média, até um décimo do tempo produtivo de cada pessoa se perde devido a doenças relacionadas à água (BRASIL, 2007). Os esgotos e excrementos humanos lançados nas coleções d'água são causas importantes dessa deterioração da qualidade da água em países em desenvolvimento. Tais efluentes podem conter misturas tóxicas, como pesticidas, metais pesados, produtos industriais, uma alta carga de matéria orgânica e uma variedade de outros microrganismos nocivos à saúde humana (VEGA et al., 1996).

## 2.2. Doenças de veiculação hídrica (DVH)

As doenças de veiculação hídrica, que segundo GRABOW (1996), são causadas principalmente por microrganismos patogênicos de origem entérica, transmitidos basicamente pela rota fecal-oral, ou seja, excretados nas fezes de indivíduos infectados e ingeridos por outros, na forma de água ou alimentos contaminados por água poluída por fezes, sendo que alguns desses microrganismos são de origem entérica animal, podendo causar maiores prejuízos à saúde humana.

WREGE (2000) descreve em seu trabalho que a cada 14 segundos, morre uma criança vítima de doenças de veiculação hídrica. Em nosso país, a água como veículo de enfermidades já era motivo de preocupação nos fins do século XIX, como pode ser visto nessa citação de Oswaldo Cruz que consta em sua tese de doutoramento defendida em 1892:

*“É facto inconcusso, de observação diária e que está firmemente enraizado no espirito de todos que, interessando-se pela saúde e vida de seus semelhantes, se dedicam aos estudos da hygiene que a água pode ser considerada vector de moléstias que reconhecem como causa primitiva o “micróbio”. Porém, a*

*despeito de assim o ser vamos no correr d'este trabalho, ora utilizando das observações e experimentações de outros, ora das nossas, provar mais uma vez a veracidade d'este facto, procurando mostrar até que ponto intervém este meio na produção das moléstias, mostrando quanto é necessário que sobre este assumpto se dirijam as vistas d'aquelles que velam pela saúde pública, porquanto, como é notório e sabido a água é constantemente usada pelo homem tanto como alimento como para diferentes misteres de sua vida“ (CRUZ, 1892).*

O primeiro relato descrito sobre doença de veiculação hídrica foi em Londres, quando em 1854, o médico John Snow verificou em seus estudos, que as áreas de Londres que eram abastecidas com água da Companhia Southpark, captação à jusante do lançamento de esgoto da cidade, registravam um número de óbitos e uma taxa de mortalidade muito superior à daquelas que recebiam a água da concorrente Lambeth com captação à montante do ponto de lançamento de esgoto. No cruzamento da Cambridge Street com a Broad Street, o número de casos de cólera era elevado e que em apenas 10 dias foram registradas mais de 500 mortes. A contaminação da bomba de água da Broad Street foi claramente comprovada por análises feitas pelo pesquisador. Ficou demonstrado então, que a água estava contaminada com fezes humanas e que era a origem da infecção por cólera (BRASIL, 2009).

Com o passar dos anos, pode-se observar ainda situações no Brasil como a descrita pela Agencia Nacional das Águas, que relatou o caso de Pedra Azul, Minas Gerais, onde foram contabilizados de maio a julho de 1999, 25 casos suspeitos e uma morte causada pelo vibrião colérico veiculado pela água de consumo sem tratamento prévio (BRASIL, 2008a).

Medidas educativas e preventivas podem reduzir o número de animais, especialmente bovinos, albergando a bactéria e a contaminação não somente da carne durante o abate e o processamento, como também da transmissão pela água contaminada por fezes com este patógeno.

A qualidade da água “in natura” é de grande importância nos sistemas de tratamento de águas superficiais, uma vez que uma falha no tratamento pode produzir água com risco à saúde dos consumidores. A esse respeito, ANDERSSON & BOHAN (2001) citam que no ano de 1988 ocorreu um surto de doença de veiculação hídrica, na Suécia, atingindo 11.000 pessoas em decorrência de falha na cloração da água. Os autores ainda afirmam que geralmente os surtos de doenças de veiculação hídrica, originados de sistemas públicos de abastecimento, atingem milhares de pessoas. Depreende-se, portanto, a importância do monitoramento da qualidade da água que abastece as estações de tratamento.

Segundo SILVA & MATTOS (2001), a falta de estrutura sanitária e principalmente o manejo inadequado de dejetões humanos e de animais incorporadas ao solo são os fatores mais importantes de contaminação dos recursos hídricos.

Entre outros patógenos veiculados pela água destaca-se também o *Cryptosporidium* sp. No ano de 1993 ocorreu o maior surto de criptosporidiose de veiculação hídrica de que se tem notícia, na cidade de Milwaukee, Wisconsin, EUA, quando 403.000 pessoas desenvolveram sintomas de gastroenterite entre 1º de março a 28 de abril daquele ano, em uma cidade de 1,5 milhões de habitantes. Neste surto, 44.000 indivíduos necessitaram de atenção médica, 4.400 foram hospitalizados e ocorreram 100 mortes, sendo que 69 delas aconteceram entre os pacientes portadores de HIV. O custo total deste surto epidêmico foi de 96 milhões de dólares (CORSO et al., 2003).

Em Ayrshire, no Reino Unido, em 1988, uma infiltração acidental no reservatório de água de abastecimento por dejetos de bovinos utilizados como fertilizantes provocou um episódio de grande relevância, devido ao número de internações, ou seja, 44,4% dos casos (HELLER et al., 2004).

No Reino Unido, no período de 1º de janeiro de 1992 a 31 de dezembro de 2003, foram registrados 89 surtos de doenças de veiculação hídrica, atingindo 4.321 pessoas e os sistemas públicos de abastecimento foram implicados em 24 surtos (27%) e os sistemas privados, em 25 deles (28%), as águas de recreação ocasionaram 35 surtos (39%) e outras fontes, 5 surtos (6,0%) ( SMITH et al., 2006).

Em decorrência do aumento das múltiplas atividades humanas, uma maior quantidade de rios no mundo são impactados por meio do transporte de contaminantes, inclusive aqueles que ficam longe dos grandes centros industrializados.

Estes impactos são considerados uma preocupação mundial, como descrito por PAMOLARE (2001), TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI (2008) e PAERL & HUISMAN (2008), que ao final de suas pesquisas alertam para alterações hidrológicas e na disponibilidade hídrica em razão das mudanças globais em cenários preditivos e quantitativos. Segundo esses autores a bacia do Tietê/Jacaré poderá perder 30% de sua disponibilidade hídrica em razão das mudanças globais (informação pessoal de Eneas Salati, membro da Ordem Nacional do Mérito Científico - ONMC). Os cenários deverão incluir adaptações e ajustes da economia e do abastecimento de água a esses processos, incluindo também redução de demanda; com as mudanças globais pode aumentar o potencial de eutrofização e contaminação de rios e represas.

### 2.3. Legislação

As atividades de monitoramento de rios crescem rapidamente, particularmente sob pressão de organizações nacionais e internacionais, entre elas a OMS, que dita uma série de padrões para água potável (MEYBECK, 1996).

As leis federais existentes no país como a Lei N°9.433/1997 e N°9.984/2000, instituem a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, o que auxilia a fiscalização sobre os danos causados aos recursos hídricos.

A qualidade da água de abastecimento é normatizada pelo Ministério da Saúde (ANVISA) responsável por definir os valores máximos permissíveis para as características bacteriológicas, organolépticas, físicas e químicas da água potável e a qualidade da água in natura” pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) o qual institui números mínimos de amostras ou planos de amostragem (BRASIL, 2005).

A Vigilância Sanitária constitui um subsetor específico da saúde pública no Brasil, que tem como uma das principais áreas de atuação o controle sanitário do ambiente, dos alimentos, do exercício da medicina entre outras. Este mesmo órgão controla produtos, tecnologias e serviços, diretamente relacionados com o complexo

saúde-doença-cuidado-qualidade de vida, com finalidade de proteger este complexo. As ações de vigilância sanitária buscam a proteção e manutenção da saúde individual e por consequência a coletiva por meio destas ações. Estas ações protetoras abrangem não apenas cidadãos e consumidores, mas também produtores (COSTA, 2003), sendo este último de vital importância no que diz respeito à quantidade e qualidade de água de abastecimento público.

Atualmente no país existem divisões do Sistema de Vigilância Ambiental em Saúde, que engloba a vigilância de água para consumo humano (Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano - SISAGUA e VIGIAGUA); que são de fundamental importância para manter o controle do status sanitário das águas no país.

No Brasil, as normas referentes à qualidade microbiológica das águas potáveis são definidas pela Portaria nº 518, do Ministério da Saúde de 25 de março de 2004 que define o padrão de potabilidade da água para consumo humano (BRASIL, 2004). Análises de água dessa natureza são de extrema importância para a obtenção de dados do estado em que se encontra um recurso hídrico, viabilizando assim ações necessárias à sua recuperação, para manutenção da qualidade da água, bem como da saúde pública.

O monitoramento ambiental é um recurso valioso que auxilia nas ações da Vigilância Sanitária, integrando serviços e análises laboratoriais, com propósito identificar risco eminente de agravos à saúde para a garantia de produtos, serviços e ambientes. Tal fato requerer acompanhamento contínuo, sendo constantemente utilizado na área industrial e na rotina dos serviços de abastecimento público de água (COSTA, 2003).

No Brasil existe a Resolução nº 303, de 20 de março de 2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente (APP's), que ajudam a manter as áreas ao entorno dos corpos d'água preservadas fazendo com que a qualidade e quantidade dessas águas não sejam atingidas pela ação antrópica (BRASIL, 2002).

A ausência de vegetação em grande área da bacia há um maior comprometimento do efeito tampão desta vegetação, o que faz aumentar a drenagem e carrear substâncias e elementos para os corpos de água. O autor ressalta que o reflorestamento de bacia hidrográfica com espécies nativas, manutenção de mosaicos de vegetação e florestas ripárias são de fundamental importância na preservação dos mananciais e na qualidade de água (TUNDISI et al., 2006).

As florestas ciliares respondem pela redução da deposição de poluentes de fontes não pontuais em rios e lagos, em diversos tipos de microbacias, uma vez que promovem os equilíbrios físicos, químicos e biológicos, por meio da ciclagem de materiais, de corpos d'água. O processo de contaminação da água em áreas desmatadas é acelerado sem a proteção das matas ciliares (LOWRANCE, 1998).

As matas ciliares permitem a estabilidade das margens, pois a água superficial fica retida na serapilheira, que age como uma esponja permitindo a lenta filtração da mesma. A mata ciliar por sua vez, em solos florestais, pode ter sua taxa de infiltração de 10 a 15 vezes maior do que em uma pastagem e 40 vezes maior que em um solo desprovido de vegetação (MARQUES & SOUZA, 2005).

#### 2.4. Tipos de poluição

A poluição causada pela atividade agropecuária pode ocorrer de forma pontual ou difusa.

A pontual é quando tem-se um único ponto de lançamento da poluição, como por exemplo, uma contaminação causada pela criação de animais em sistemas de confinamento, onde grandes quantidades de dejetos são produzidos e lançados diretamente no ambiente ou aplicados nas lavouras (DALCANALE, 2001), e quando detectada é mais facilmente controlada.

As cargas de poluição difusas são aquelas geradas em áreas extensas e que, associadas às precipitações pluviométricas, chegam às águas superficiais de forma intermitente, em especial a partir de áreas rurais. Nestas áreas rurais, a poluição difusa é oriunda, em grande parte, da drenagem de solos agrícolas e do fluxo de retorno da irrigação, sendo associada aos sedimentos (carreados quando há erosão do solo), aos nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo) e aos defensivos agrícolas. A drenagem

das precipitações em áreas de pecuária é associada também aos resíduos da criação animal, principalmente nutrientes, matéria orgânica e coliformes (DALCANALE, 2001).

A poluição difusa é de difícil quantificação, uma vez que depende da interação de diversos fatores, como a intensidade e duração das precipitações, o tipo de solo, a fisiografia do terreno e as formas de uso do solo (DIOGO et al., 2003).

#### 2.5. Influência da precipitação pluviométrica e do deflúvio superficial na qualidade da água

A precipitação pluviométrica tem como principais características a intensidade e duração, e quanto maior a intensidade da chuva mais facilmente a taxa de infiltração da água no solo é superada, provocando assim um maior escoamento superficial de seu excesso. A duração da chuva está diretamente relacionada com a infiltração, pois quanto maior a duração da chuva, menor se torna a capacidade de infiltração da água no solo gerando um maior escoamento superficial (PRUSKI et al., 2003).

Segundo GELDREICH (1974) a água do deflúvio superficial, ou seja, do escoamento superficial durante o período de chuva é o fator que mais contribui para a mudança da qualidade microbiológica da água.

CUNHA et al. (2001) e CUNHA (2001) observaram em seus estudos que durante a estação das chuvas, a concentração de coliformes na água de rio aumentou significativamente, havendo diferença nas concentrações médias durante os períodos de chuva (dezembro à junho) e estiagem (julho à novembro). Os autores afirmam que os riscos de doenças associadas à veiculação hídrica são maiores no período das chuvas.

Poluentes resultantes do deflúvio superficial agrícola são constituídos principalmente por nutrientes, dejetos animais, agroquímicos e sedimentos. Para as condições brasileiras, não se tem muitos estudos mostrando o quanto esses poluentes contribuem para a degradação dos recursos hídricos. Nos Estados Unidos, no entanto, admite-se que 50% e 60% da carga poluente que contamina os lagos e rios, respectivamente, são provenientes da agricultura (GBUREK & SHARPLEY, 1997).

No ano de 2003, DIOGO e colaboradores, ressaltavam a dificuldade de se quantificar a poluição de um manancial devido à precipitação pluviométrica.

Alterações ocorridas num manancial de abastecimento podem ser avaliadas por meio do monitoramento da qualidade da água. No ciclo hidrológico, as chuvas precipitadas sobre as vertentes irão formar o deflúvio superficial que carrega sedimentos e poluentes para a rede de drenagem. Desta forma, o rio é um integralizador dos fenômenos ocorrentes nas vertentes da bacia, que pode ser avaliado pelos parâmetros de qualidade da água (GBUREK & SHARPLEY, 1997).

Segundo GONÇALVES (2003), os ecossistemas aquáticos superficiais são contaminados principalmente pelos poluentes carregados pelo deflúvio superficial, podendo ser depositados diretamente nas fontes de água para consumo, na forma solúvel ou particulada.

Estudos realizados pela SUDERHSA (1997) e pelo LPH (1999), em bacias hidrográficas, predominantemente rurais do Estado do Paraná, mostram que em períodos de cheias, em geral, a qualidade das águas dos rios se deteriora. Pode-se estimar as cargas das variáveis qualitativas, tais como, teor de sólidos dissolvidos, turbidez, matéria orgânica, entre outros que se alteram de acordo com a vazão do rio (SOUZA, 1996).

ALMEIDA et al. (2001) destacaram em seus estudos, que no meio rural a qualidade das águas superficiais de consumo humano está diretamente relacionada com a forma de ocupação do solo, à transformação de ecossistemas naturais equilibrados em áreas de plantação, ao uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes e à falta de tratamento dos dejetos animais e humanos nestas propriedades.

Poluentes resultantes do deflúvio superficial agrícola são constituídos principalmente por nutrientes, dejetos animais, agroquímicos e sedimentos. Para as condições brasileiras, não se tem muitos estudos mostrando o quanto esses poluentes contribuem para a degradação dos recursos hídricos. Nos Estados Unidos, no entanto, admite-se que 50% e 60% da carga poluente que contamina os lagos e rios, respectivamente, são provenientes da agricultura (GBUREK & SHARPLEY, 1997).

A ocupação e uso do solo pelas atividades agropecuárias são fatores que contribuem direta e indiretamente na contaminação dos corpos hídricos, e alteram sensivelmente os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais. Esses

fatores podem se expressar com maior relevância na degradação da qualidade da água quando aliados à falta ou ineficácia de sua utilização, as formas de proteção do solo e de reservatórios, ao deflúvio superficial e à falta de cloração aditiva da água (D'AGUILA et al., 2000).

## 2.6. Indicadores de qualidade da água

### 2.6.1. Coliformes e *Escherichia coli*

As bactérias do grupo coliforme podem ser utilizadas como indicadoras de poluição fecal, ou seja, indicam se uma água foi poluída por fezes e, em decorrência, apresenta potencialidade para transmitir doenças (VON SPERLING, 1996).

Os coliformes são bactérias gram-negativas, não esporuladas, aeróbias ou anaeróbias facultativas, oxidase-negativas, na forma de bastonetes que fermentam a lactose com formação de gás e aldeído dentro de 24-48 horas a 35-37° C. (APHA, 1998; SILVA & JUNQUEIRA, 1995).

Pode-se dividir os coliformes em: coliformes totais grupo de bactérias que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído dentro de 24-48 horas a 35-37° C, e coliformes fecais ou termotolerantes que são bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose com produção de ácido e gás dentro de 24 horas a 44-45° C.

Uma das mais utilizadas definições de coliformes termotolerantes é a citada na Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que diz:

*“Coliformes termotolerantes são bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase negativas, caracterizadas pela atividade da enzima-galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44-45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal;”* (BRASIL, 2005).

Segundo BARRELL et al. (2002), o critério para que as bactérias sejam consideradas indicadores ideais de poluição de origem fecal, é que estejam presentes em grande número nas fezes humanas e de animais; também devem estar presentes em efluentes residuais, ser detectáveis por métodos simples, não estar presentes em água limpa e ser exclusivamente de origem fecal. Um membro do grupo dos coliformes, *Escherichia coli*, satisfaz a maior parte destes critérios e sua presença em amostras de água pode indicar a contaminação por outros patógenos intestinais. Entretanto, a ausência de *E. coli* nem sempre significa a não existência de outros patógenos intestinais. *E. coli* é o único biótipo da família *Enterobacteriaceae* que pode ser considerado exclusivamente de origem fecal.

Indicadores microbiológicos têm sido utilizados mundialmente para verificar a poluição das águas por resíduos humanos e animais. Tipicamente utilizam-se organismos encontrados em elevadas concentrações nos intestinos e fezes de seres humanos, mamíferos homeotérmicos, inclusive os de vida selvagem, e normalmente não são patogênicos. Os indicadores geralmente utilizados incluem coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e enterococos (SHIBATA et al., 2004; APHA, 1998).

Geralmente, na determinação de coliformes, realiza-se a diferenciação entre os de origem fecal e não-fecal. Os de origem fecal, não se multiplicam facilmente no ambiente externo e são capazes de sobreviver de modo semelhante às bactérias patogênicas (ZULPO, 2006).

VICENTE et al. (2005) em estudo realizado com rebanho leiteiro na região de Jaboticabal/SP verificaram que 100% dos rebanhos apresentaram animais que estavam eliminando *Escherichia coli* shigatoxigênicas nas fezes. Estes autores afirmam que os animais são importantes fontes de contaminação ambiental por esses microrganismos que podem chegar ao corpo d'água, principalmente, pelas águas de escoamento superficial, durante os períodos de chuva.

Em pesquisas realizadas pelo Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor em 2007, nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná, foram constatadas que a água fornecida para estas cidades, principalmente no Rio de Janeiro, tem entre seus

principais problemas a contaminação por coliformes, o baixo teor de cloro na água e alterações de cor. Na cidade do Rio de Janeiro, dentre os locais avaliados, o que tem maior grau de contaminação é onde a água é fornecida pela CEDAE (Companhia de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro). Tais parâmetros avaliados são de fundamental importância para a saúde do consumidor destas águas, pois alguns patógenos podem estar presentes na água podendo provocar surtos de doenças como cólera, gastroenterites sobretudo a diarreia (BRASIL, 2008b).

*Escherichia coli* é a espécie mais frequentemente isolada de amostras de fezes animais e humanas, e é parte da microbiota intestinal normal de indivíduos saudáveis. Geralmente não está associada a efeitos prejudiciais à saúde, no entanto, sob certas circunstâncias, pode provocar doenças graves. Cepas patogênicas de *E. coli* são responsáveis por infecções do trato urinário, sistema nervoso e sistema digestivo em humanos. Fatores de virulência contribuem para a patogenicidade de certas cepas de *E. coli* e no agravamento de doenças causadas por esta bactéria (WHO, 2003).

A *E. coli* O157:H7 é considerada uma cepa patogênica. O principal modo de transmissão se dá pelo consumo de alimentos de origem bovina, principalmente a carne que pode ser contaminada durante o abate ou processamento inadequado, quando as bactérias intestinais, presentes nas fezes, contaminam a carcaça ou quando a carne é moída juntamente com o microrganismo. Outras vias de transmissão conhecidas são o salame, leite e sucos não pasteurizados, nadar ou beber água poluída por fezes humanas ou animais, e também a alface quando irrigada com água contaminada. A transmissão pessoa a pessoa também é relatada, presumivelmente, através da via fecal-oral, se os hábitos de higiene ou lavagem de mãos, utensílios, frutas e verduras não forem adequados (BRASIL, 2009).

A infecção humana por *E. coli* O157:H7 e outras STEC (*E. coli* produtora de toxina tipo Shiga) tem sido registradas em mais de 30 países de 6 continentes. A maior incidência de Síndrome Hemolítica Urêmica (SHU) é na Argentina onde a enfermidade é endêmica. O Comitê de Nefrologia da Sociedade Argentina de Pediatria registra aproximadamente 250 casos novos por ano. Em 1998 a incidência foi de 8.2 por 100.000 em crianças menores de 5 anos (BRASIL, 2009).

No Brasil, a primeira cepa de *E. coli* O157:H7 foi isolada e identificada em Parelheiros, no município de São Paulo, a partir de uma amostra de água de poço, em uma chácara, não tendo sido nunca identificada em material humano. Não há dados sistematizados sobre a *E. coli* O157:H7 no Brasil e nem sobre a SHU. Um estudo vem sendo conduzido no Estado de São Paulo para conhecer a situação do patógeno e da síndrome e estabelecer pontos de referência para a implantação de um sistema adequado de vigilância e prevenção (BRASIL, 2009).

Os estudos realizados por LEMOS (2003) mostram que os principais indicadores de depreciação na qualidade da água, da bacia hidrográfica do rio Maquiné, foram coliformes fecais, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>), fosfato total e sólidos totais. Os três primeiros indicadores sugerem que os impactos nos recursos hídricos estão relacionados à deficiência no saneamento público, e o parâmetro sólidos totais indicaria a lixiviação do solo pela falta de cobertura vegetal, nas áreas de intensa atividade agrícola.

#### 2.6.2. Clostrídios sulfito redutores

Os sulfito-redutores constituem um grupo associado ao *Clostridium* sp e como tal são caracterizados como organismos gram-positivos, anaeróbios, formadores de esporos que estão normalmente nas fezes, embora em número muito mais reduzido que a *Escherichia coli*. O membro mais característico deste grupo está representando pelo *Clostridium perfringens* (OMS, 1995) que, de acordo com um estudo realizado nos sistemas hidrológicos dos Estados Unidos, foi verificado que em 73% das amostras havia presença deste nas águas naturais poluídas, porcentagem semelhante aos coliformes (FRANCY & HELSEL, 2000).

A vantagem mais importante desse indicador é que seus esporos sobrevivem na água muito mais tempo que os organismos do grupo coliforme, e eles são resistentes a desinfecção ao ponto de serem detectados em algumas amostras de água depois das etapas de pré-desinfecção, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção final (PAYMENT, 1991). O isolamento de sulfito-redutores pretende indicar o risco da sobrevivência de agentes patogênicos em certos ecossistemas expostos à contaminação fecal remota, como também por sua característica de resistência à

desinfecção, podendo transpor os tratamentos habitualmente dados à água (PAYMENT & FRANCO, 1993; OMS, 1995; CHO et al., 2000).

DUTRA et al. (2001), verificou em seus estudos que vários animais que eram comprovadamente positivos para botulismo, tiveram sua patologia relacionada a esporos contidos na água de dessedentação. Surtos desta doença ocorreram devido às coleções de água que apresentavam-se turvas ou esverdeadas, com fezes de animais e também pela presença ou não de carcaça de animais nas coleções d'água.

### 2.6.3. Enterococos

O grupo dos estreptococos fecais engloba as espécies de *Streptococcus* e *Enterococcus* sp, que ocorrem em grande quantidade nas fezes humanas e animais, tendo o trato intestinal como habitat natural. São bactérias lácticas na forma de cocos ou cocobacilos, gram-positivas, catalase negativa e anaeróbios facultativos, além de serem capazes de crescer a 10° C, pH 9,6 e na presença de 6,5% de NaCl. São indicadores de contaminação fecal recente das águas e não se multiplicam em águas poluídas (SILVA et al., 2000).

Adicionalmente, a identificação da espécie pode contribuir para determinar a origem da contaminação fecal (humana ou animal). As principais aplicações da contagem de enterococos são as avaliações da qualidade dos mananciais e corpos d'água, e da qualidade da água tratada e a avaliação e monitoramento das condições higiênicas de sistemas industriais (SILVA et al., 2000).

Segundo WALDNER & LOOPER (2008), para determinar o status sanitário da água são necessárias análises microbiológicas para verificar a existência de bactérias e outros microrganismos. Como existem bactérias de origem fecal e não fecal, a detecção de coliformes termotolerantes é de fundamental importância para verificar se os microrganismos provêm de fezes. A determinação dos enterococos é útil para identificar se a contaminação fecal é de origem humana ou animal. As contagens de coliformes fecais acima das contagens de enterococos indicam poluição fecal de origem humana e o inverso, contaminação por fezes de animais.

#### 2.6.4. Nitrogênio Amoniacal

O nitrogênio amoniacal é o primeiro produto da decomposição da uréia que vem da urina humana ou animal.

Considerando que 40 a 70% do N total dos dejetos de suínos encontram-se na forma amoniacal ( $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4^+$ ), quando tais dejetos são aplicados no campo é de fundamental importância saber seu potencial, tanto do ponto de vista como fertilizante ou como poluente (SCHERER et al., 1996).

Dependendo da intensidade e da quantidade de chuvas nesse período, poderão ocorrer perdas significativas de N via lixiviação de  $\text{NO}_3$ , pois o N nítrico é solúvel em água e possui baixa energia de ligação com os colóides do solo (WHITEHEAD, 1995), o que contribui para a contaminação das águas superficiais e subsuperficiais. Elevados teores de  $\text{NO}_3$  no solo também podem resultar em acúmulo desta forma de N no tecido vegetal, o que pode comprometer a qualidade das plantas para o consumo humano e animal (L'HIRONDEL & L'HIRONDEL, 2002).

Nitrogênio amoniacal pode estar presente em água natural, em baixos teores, tanto na forma ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ) como na forma tóxica não ionizada ( $\text{NH}_3$ ) devido ao processo de degeneração biológica de matéria orgânica animal e vegetal. De acordo com as condições existentes na água, a amônia pode acumular-se na água ou transformar-se em nitrito e/ou nitrato pela ação de bactérias aeróbias. Este processo é conhecido como nitrificação. O processo inverso também é possível quando ocorre à redução dos nitratos à amônia ou até o nitrogênio via ações microbianas e sob certas condições físico-químicas. Este processo é chamado de desnitrificação (BOLETIM DE APLICAÇÃO, 2008).

A amônia tóxica somente é estável em águas alcalinas. Em águas ácidas seu efeito é bastante reduzido. Concentrações mais altas podem ser encontradas em esgotos brutos e efluentes industriais. A amônia é um importante componente de fertilizantes. Altas concentrações de amônia em águas de superfície, acima de 0,1 mg/L (como N), podem ser indicação de contaminação por esgoto bruto, efluentes industriais ou do afluxo de fertilizantes (BOLETIM DE APLICAÇÃO, 2008).

A concentração excessiva de amônia é tóxica para a vida aquática, e na forma não ionizada ( $\text{NH}_3$ ), mesmo em baixas concentrações, pode ser fatal para os peixes, pois afeta o sistema nervoso central do animal, reduzindo sua capacidade de consumir oxigênio e diminuir a resistência a doenças (BOLETIM DE APLICAÇÃO, 2008).

O nutriente mais afetado na degradação do solo é o nitrogênio, pois a principal fonte deste é a matéria orgânica, e concentra-se na superfície do solo, onde é carregado com o processo da erosão (AITA, 1997).

Atividades intensivas de criação de animais produzem amônia oriunda do esterco que parte é liberada para a atmosfera, e parte é convertida em nitratos solúveis no solo pelas bactérias decompositoras. Considerando que os nitratos têm alta mobilidade (são solúveis em água e não se ligam a partículas do solo), eles têm se tornado um dos principais poluentes da água subterrânea. Além disso, em bacias hidrográficas desprotegidas, os nitratos podem atingir as massas d'água superficiais, podendo gerar também o problema da eutrofização (OTTONI & OTTONI, 1999).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Caracterização do local de estudo

A bacia hidrográfica do Córrego Rico, afluente do Rio Mogi-Guaçu, é responsável pela água que abastece 70% do município de Jaboticabal, SP, e tem apresentado alguns impactos ambientais decorrentes de sua ocupação desordenada (LOPES et al., 2003a).

A Bacia Hidrográfica do Córrego Rico está vinculada ao Comitê de Bacias do Rio Mogi-Guaçu, segundo a Divisão Hidrográfica do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1974), localizada na região Nordeste do Estado de São Paulo, região administrativa de Ribeirão Preto, compreendendo os municípios de Jaboticabal, Monte Alto, Taquaritinga, Santa Ernestina e Guariba. Essa bacia é integrante da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio Mogi-Guaçu (UGRHI-9), no compartimento econômico-ecológico denominado Médio Mogi Inferior, com área aproximada de 1.465.300 há.

A classificação climática para a região, segundo Köeppen, é do tipo Aw, ou seja, clima mesotérmico de inverno seco, em que a temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C e a do mês mais frio inferior a 18 °C. A precipitação média anual é de 1.425 mm. A média anual da umidade relativa do ar é de aproximadamente 71%, ocorrendo concentração de chuvas no período de outubro a março e o período mais seco estende-se de abril até setembro (ESTAÇÃO AGROCLIMATOLÓGICA, 2009).

O fornecimento de água para a população de Jaboticabal é feito por uma autarquia municipal, o SAAEJ (Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jaboticabal), que possui uma estação de tratamento que atende 100% da população através de sua rede com aproximadamente 25 mil ligações. A captação é feita principalmente no Córrego Rico.

A distância média entre os vários pontos de captação e a Estação de Tratamento é de 5,6 km. O SAAEJ recebe diariamente cerca de 17 milhões de litros de água, à velocidade de 220 litros por segundo.

O manancial em estudo encontra-se classificado como classe 2 segundo a Resolução nº357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente

(BRASIL, 2005). Podendo suas águas ser destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação, à irrigação de hortaliças, frutíferas, parques e jardins e à aquicultura ou atividade pesqueira. Podendo apresentar um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral (BRASIL, 2005).

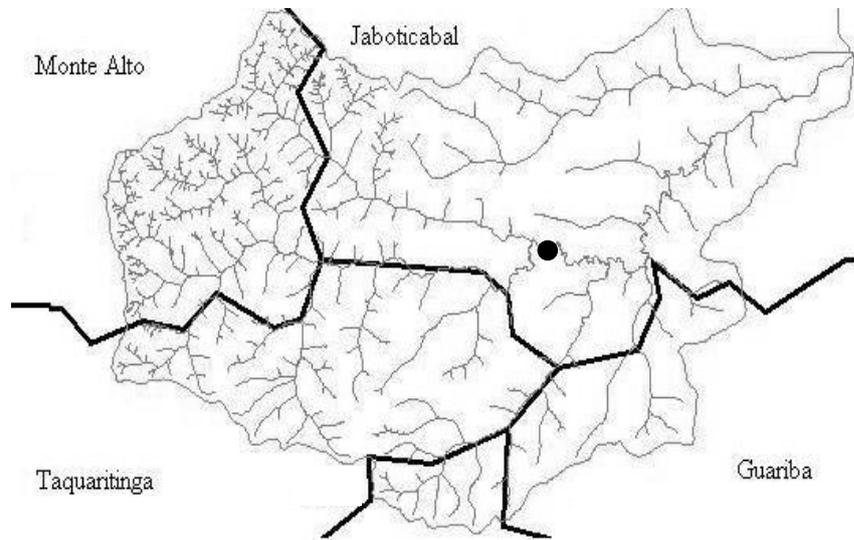


Figura 1 – Ponto de captação das águas da Microbacia Hidrográfica do Córrego Rico para tratamento na cidade de Jaboticabal/SP.

### 3.2. Amostragem e transporte das amostras

#### 3.2.1. Amostras de água

Foi realizada uma amostragem inicial que determinou o dia da semana no qual foram efetuadas as colheitas de amostras. Estas realizadas a cada cinco horas, determinando o dia em que o manancial se apresenta em piores condições sob o aspecto de poluição fecal, sendo este dia o escolhido como o dia da semana em que se realizaram as amostragens. Esse procedimento foi realizado no período de chuvas e seca.

Durante os meses de setembro e outubro de 2007, a precipitação pluviométrica variou de 0,4 e 38,2mm, caracterizando o período da seca.

Enquanto que nos meses de fevereiro e março de 2008, a precipitação pluviométrica oscilou de 108,4 a 302,7 mm, o que caracteriza o período das chuvas.

Quando se objetiva conhecer a qualidade higiênico-sanitária da água é importante realizar análises microbiológicas tanto durante o período de chuva como no de seca (AMARAL, 2001).

Os períodos de colheita foram baseados em estudo realizado no manancial no que se refere à vazão do mesmo. (Figura 2).

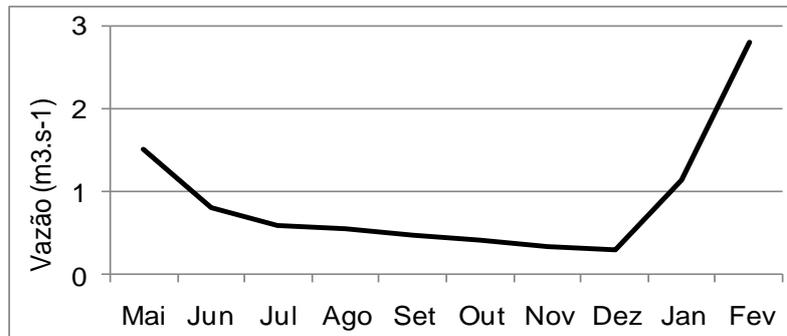


Figura 2. Vazão do Córrego Rico no período de maio/2002 a fevereiro/2003, no ponto de captação de água de abastecimento. Fonte: LOPES et al. (2003b).

As amostras foram colhidas em frascos de vidro de boca larga e tampa de plástico rosqueável e esterilizável. Os frascos com capacidade para 250 mL foram esterilizados em autoclave e abertos somente no momento da colheita, esta realizada diretamente da torneira de água “in natura” do manancial de abastecimento, existente na Estação de Tratamento de Água, a cada 2 horas, durante 24 horas, totalizando 12 amostras diárias.

Foram realizadas 5 repetições, no período de seca e no período de chuvas, perfazendo um total de 60 amostras em cada período.

Cada frasco recebeu identificação de local, horário e data em etiqueta adesiva no momento da colheita. O transporte ao laboratório de microbiologia de alimentos e água do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal da

FCAV/Unesp, foi realizado em caixas de material isotérmico contendo blocos de gelo reciclável para análises.

### 3.3. Análises Microbiológicas

#### 3.3.1. Clostrídios sulfito redutores (Adaptação de GESCHE et al., 2003)

Para determinação do Número Mais Provável (NMP) de Clostrídios sulfito redutores foi utilizado o método de cultivo indicado pela norma 6461/1-1986 (ISO, 1986).

Foram semeadas 3 séries, com 5 tubos, com volumes de 10, 1 e 0,1 mL da amostra de água. Como meio de cultivo foi utilizado o caldo Diferencial para Clostrídios (DRCM), cobrindo a superfície do meio semeado com 0,5 cm de vaselina líquida para obter a anaerobiose. A seguir os tubos semeados foram submetidos ao aquecimento durante 15 minutos a uma temperatura de  $75 \pm 1^\circ\text{C}$  que teve como propósito destruir as formas bacterianas vegetativas presentes nas amostras. Após a incubação a  $35 \pm 1^\circ\text{C}$  por 48 horas foram considerados positivos os tubos que apresentaram cultura com coloração negra.

Para descartar a existência de reações falso positivas foi realizada a semeadura de alíquotas de cada tubo positivo em agar SPS (Difco<sup>TM</sup> – Base for Detecting and Enumerating *Clostridium perfringens*), e após cobrir com mais uma camada do agar SPS houve a incubação em anaerobiose (Jarras de anaerobiose contendo Anaerobac - Probac do Brasil) por 48 horas a  $35 \pm 1^\circ\text{C}$ . A verificação de colônias negras no agar SPS, confirmou a presença de clostrídios sulfito-redutores na amostra. A determinação do NMP de clostrídios sulfito redutores nas amostras de água foi realizada levando-se em conta os números de tubos de cada série, nos quais foi confirmada a presença do indicador, utilizando tabela de NMP e os resultados foram expressos como Número Mais Provável de Clostrídios sulfito redutores por 100 mL da amostra.

#### 3.3.2. Coliformes totais e *Escherichia coli* (APHA, 1998)

Para utilização de método do substrato cromogênico, foram transferidos 100 mL de amostra para frasco de vidro estéril de 250 mL e adicionado o meio Colilert (Idexx). Após agitação e completa dissolução, a mistura foi transferida para cartela QuantiTray/2000 e selada logo após em seladora Quanti-Tray. Após

incubação, das cartelas feitas, a 35°C por 24 horas foram contadas as concavidades que desenvolveram coloração amarela e consultando a tabela de Número Mais Provável (NMP), sendo os resultados expressos em NMP de coliformes totais (100 mL<sup>-1</sup>).

A exposição da mesma cartela à luz ultravioleta de 365 nm possibilitou a contagem de concavidades com fluorescência produzida por *Escherichia coli* quando utilizou p-gluconidase para metabolizar MUG (4 metil umberliferil R-d-glucoronídeo), que foram expressas após consultada a tabela de Número Mais Provável como NMP de *Escherichia coli* (100 mL<sup>-1</sup>).

### 3.3.3. Enterococos (APHA, 1998)

Foram transferidos 100 mL de amostra para frasco estéril de 250 mL e adicionado o meio Enterolert (Idexx). Após agitação e completa dissolução, a mistura foi transferida para cartela Quanti-Tray/2000 e selada logo após utilizando-se seladora Quanti-Tray.

Após incubação das cartelas em temperatura de 41°C por 24 horas foram contadas as concavidades que desenvolverem fluorescência quando exposta à luz ultravioleta de 365 nm, então foi consultada a tabela de Número Mais Provável para expressar os resultados em NMP de enterococos (100 mL<sup>-1</sup>).

## 3.4. Análise Físico-Química

### 3.4.1. Análise do teor de Amônia (HACH, s. d., 1996)

O volume de 25 mL da amostra foi medido em uma proveta graduada onde foram adicionadas 3 gotas de Mineral Stabilizer (Hach). Depois da agitação foram adicionadas 3 gotas de Polyvinyl Alcohol Dispersing Agent (Hach). Novamente foi agitado e adicionado 1,0 mL de Nessler Reagent. A coloração amarela formada pela reação de íons amônio com reagente de Nessler é proporcional à concentração de íons amônio, cuja intensidade foi quantificada em 425 nm no programa 380 do Spectrophotometer Dr/2000 (Hach), tendo como branco água destilada com os reagentes. Os resultados foram expressos em mg N-NH<sub>3</sub>.L<sup>-1</sup>.

### 3.5. Análise estatística

Os valores médios obtidos do NMP de Clostrídio, enterococos e *Escherichia coli* foram transformados em log x. A seguir, as médias destes indicadores e as médias das concentrações de amônia foram avaliadas pelo método de análise de variância ANOVA e foram comparadas aplicando-se o teste de Tukey ao nível de 1% a 5% de significância pelo programa de análise estatística SAS (Statistical Analysis System) (DER & EVERITT, 2006).

Todos os cálculos foram elaborados mediante o programa Microsoft®Excel 2007.

Também foi realizado o teste de correlação de coeficientes de Pearson para os indicadores Clostrídio, enterococos, *Escherichia coli* e amônia.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As águas superficiais raramente estão livres de contaminação, mesmo nas bacias com pouca ou nenhuma atividade humana. A ocupação desordenada de uma bacia provoca grandes alterações na qualidade da água, com a poluição gerada principalmente pelas atividades urbanas, em função do lançamento de esgotos domésticos e industriais, pelo escoamento da água das chuvas, dejetos humanos e animais e agrotóxicos das atividades rurais (GASPARINI, 2001).

As tabelas a seguir demonstram o resultado da amostragem inicial, indicando segunda-feira como o dia com maior concentração de *Escherichia coli* da semana, no período de seca (Tabela 1) e chuvas (Tabela 2).

Tabela 1. Números mais prováveis de *Escherichia coli* nas amostras de água colhidas durante a semana, segundo os horários de colheita no período da seca.

	<b>Segunda</b>	<b>Terça</b>	<b>Quarta</b>	<b>Quinta</b>	<b>Sexta</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
<b>9:00</b>	281	195	119	355	86	161	246
<b>15:00</b>	1246	226	193	327	279	878	132
<b>20:00</b>	211	275	379	216	108	241	228
<b>Média</b>	579,3	232,0	230,3	299,3	157,6	426,6	202,0

Tabela 2. Números mais prováveis de *Escherichia coli* nas amostras de água colhidas durante a semana, segundo os horários de colheita no período da chuva.

	<b>Segunda</b>	<b>Terça</b>	<b>Quarta</b>	<b>Quinta</b>	<b>Sexta</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
<b>9:00</b>	216	2382	663	1317	328	909	487
<b>15:00</b>	4106	1670	202	1145	459	1014	228
<b>20:00</b>	4352	1412	1223	2613	3255	464	279
<b>Média</b>	2891,3	1821,3	696,0	1691,6	1347,3	795,6	331,3

Durante visitas às áreas da Bacia do Córrego Rico na cidade de Jaboticabal no período de agosto de 2007 a março de 2008, foram detectadas propriedades rurais nas margens deste córrego, as quais lançavam os esgotos, bruto ou com algum tratamento, provenientes da criação principalmente de bovinos, aves e suínos em seus afluentes, sendo esta última criação a principal contribuinte para poluição do córrego.

Estes lançamentos provocavam alteração na qualidade e no volume das águas tratadas pela ETA de Jaboticabal.

Os coliformes totais e *Escherichia coli*, enterococos e Clostrídios sulfito redutores são grupos de bactérias indicadoras de contaminação por esgotos domésticos ou de resíduos de animais, sugerindo os primeiros uma contaminação recente, e o último remota.

Os gráficos 1 e 2 apresentam as populações destas bactérias para as águas do córrego monitorado. Existem momentos que as contagens estão acima do limite estabelecido pelo Ministério do Meio Ambiente no CONAMA - Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 e confirma dados já demonstrados por LOPES et al. (2003a), que já apontavam despejos de esgotos nesses cursos d'água.

O estudo das médias no  $\log_{10}$ , mostrar que os horários com maior carga dos microrganismos Clostrídios sulfito redutores, *Escherichia coli* e enterococos são respectivamente: 7 horas, 15 horas e 23 horas no período da seca (Gráfico 1).

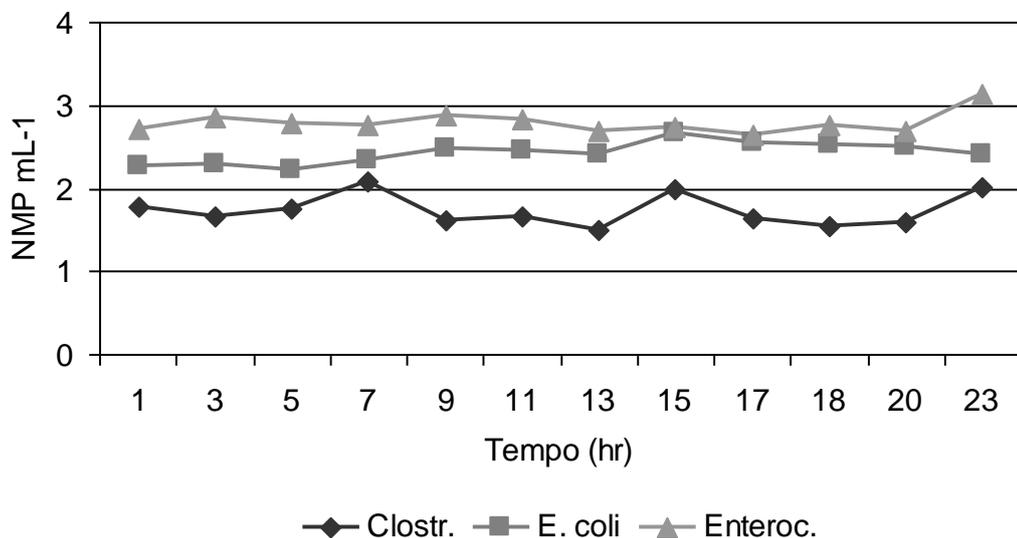


Gráfico 1. Logaritmo na base 10 da média dos Números Mais Prováveis em 100 mL dos indicadores, Clostrídios sulfito redutor (Clostr.), *Escherichia coli* (E. coli) e Enterococos (Enteroc.), na água do Córrego Rico no período de seca (setembro a outubro de 2007).

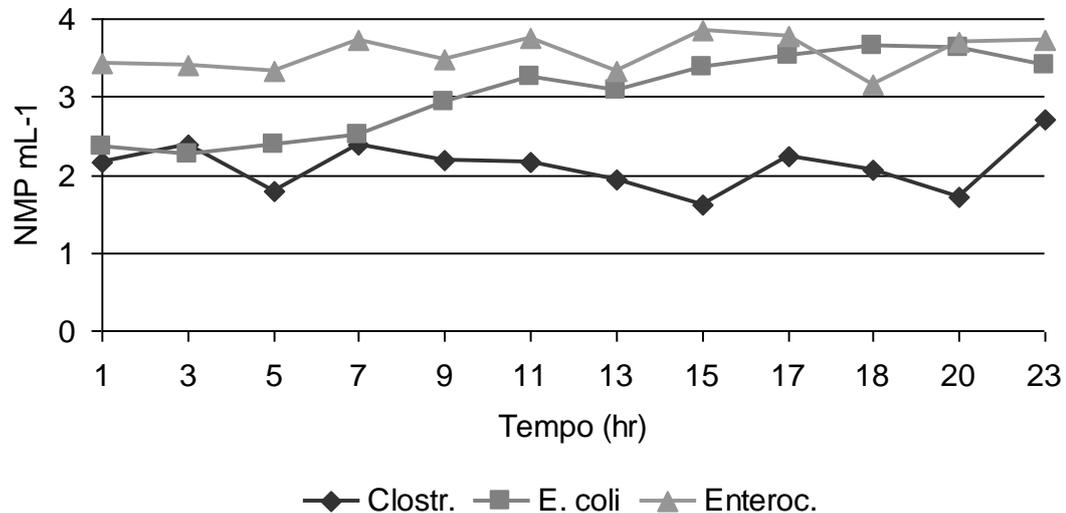


Gráfico 2. Logaritmo na base 10 da média dos Números Mais Prováveis em 100 mL dos indicadores, Clostrídio sulfito redutor (Clostr.), *Escherichia coli* (E. coli) e Enterococos (Enteroc.), na água do Córrego Rico no período das águas (fevereiro a março de 2008).

No período da chuva, os horários que tiveram maior destaque em relação a concentração de microrganismos foram 23 horas para Clostrídios sulfito redutores, as 18 horas para *Escherichia coli* e 15 horas para os enterococos (Gráfico 2).

Constata-se ainda, nos gráficos 1 e 2, que há uma relação direta, entre indicadores, *Escherichia coli* e enterococos ou seja, quando um dos indicadores está com sua concentração alta na água o outro também está. Assim, os indicadores, demonstram com esta dinâmica que a contaminação do córrego é recente, tanto no período da seca quanto nas águas.

Os resultados das análises de água indicaram grande despejo de matéria fecal, confirmando o lançamento de esgoto no manancial em questão. Isto pode ser observado pela dinâmica dos indicadores *Escherichia coli* e enterococos que demonstra contaminação recente, e Clostrídios sulfito redutores que demonstra uma contaminação remota do corpo hídrico.

A presença de indicadores recentes e remotos de poluição fecal nos leva a deprender uma contaminação constante no manancial estudado.

FRANCY & HELSER (2000), confirmavam esta dinâmica com a presença dos indicadores como forma de avaliação da qualidade dos sistemas hidrológicos nos Estados Unidos.

No gráfico 3, demonstra que o indicador *Escherichia coli*, no período de chuvas, aumenta de um limite de 1000 NMP mL<sup>-1</sup> da amostra (limite máximo da classe 2), para mais de 4000 NMP mL<sup>-1</sup> da amostra (limite máximo da classe 3), o que torna as águas do córrego imprópria para o consumo por tratamento convencional. Tal fato ocorre, pois, há um maior deflúvio, assim carreando matéria orgânica e sólida, o que acarreta um desequilíbrio físico, químico e microbiológico nas águas do córrego estudado.

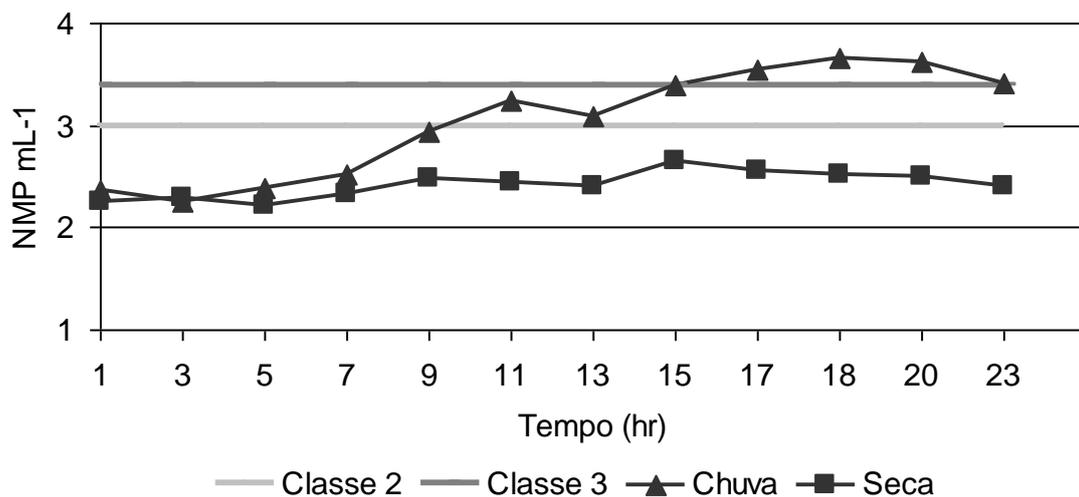


Gráfico 3. Variação horária da contagem de *Escherichia coli* em chuva e seca, e limite legal para *Escherichia coli* para as classes 2 e 3 (BRASIL, 2005).

Os mananciais mais próximos às zonas urbanas são os mais poluídos, pois permeiam um contexto crítico que desequilibra a harmonia entre o desenvolvimento e as condições que o ambiente oferece.

A poluição causada por fontes não pontuais não era reconhecida até o final de 1960. No entanto, calcula-se que cerca da metade desta carga de poluição que adentra uma bacia é oriunda de fontes difusas.

A poluição difusa é aquela causada principalmente pelo deflúvio superficial, a lixiviação e o fluxo de macroporos que, por sua vez, estão relacionados com as propriedades do solo como a infiltração e a porosidade. O principal problema de se ter um ponto difuso de poluição, como o observado no manancial em estudo, é obter o controle do mesmo.

Encontra-se semelhanças entre o presente estudo e o de NOGUEIRA et al. (2003), que verificaram interferência da precipitação pluviométrica na porcentagem de amostras positivas para coliformes. No período chuvoso do ano houve aumento na positividade para os coliformes fecais e totais.

Segundo YAGOW & SHANHOLTZ (2008), a poluição por cargas difusas é a principal causa de degradação de corpos hídricos de superfície nos EUA, sendo que 72% do total da carga poluidora advinda de atividades agrícolas.

Devido unicamente à carga difusa de poluição, cerca de 40% dos rios, estuários e lagos que já possuem um controle adequado de cargas pontuais ainda são impróprios para a pesca e nado (USEPA, 2002).

No Brasil, a experiência com cargas difusas de poluição é pequena. Alguns trabalhos nacionais buscaram conhecer mais profundamente a geração e influência destas cargas e seus impactos na qualidade da água e saúde humana (DALCANALE, 2001; EIGER, 1993; MARTINS, 1988; PRIME ENGENHARIA, 1998).

Concomitantemente a entrada de material fecal proveniente do deflúvio superficial das propriedades rurais ao longo do Córrego estudado, há que salientar que bactérias patogênicas que possam estar presentes na microbiota intestinal dos animais, e eliminadas nas fezes são carregadas para o leito do rio, podendo causar danos a saúde humana.

Observaram-se no monitoramento das águas do Córrego Rico, no período das chuvas, 14 das 60 amostras, ou seja, 23% valores que estavam acima do Valor Máximo Permitido estabelecido pelo CONAMA 357/05 para água de classe 2, ou seja ocorreu uma depreciação na qualidade microbiológica da água do córrego, desclassificando o mesmo no parâmetro *E.coli*.

No gráfico 4, fica bem evidente que durante o período da seca a porcentagem que encontra-se fora dos padrões do CONAMA 357/05, para Classe 2, é bem inferior, atingindo 2%, ou seja, em apenas 1 das 60 amostras coletadas no período ocorreu a desclassificação da água do córrego, porém dentro da classe 3 do CONAMA 357/05. Assim, o córrego continuou apto a fornecer suas águas para o consumo humano com o tratamento realizado no município.



Gráfico 4. Porcentagem dos NMP/100 mL de *Escherichia coli* que estão dentro e fora do padrão para o CONAMA 357/05, na época da seca e das chuvas.

Dentre estas 14 amostras fora dos padrões, no período de chuva, 8 estavam com valores acima do permitido para consumo por tratamento convencional ou avançado, ou seja acima de 4.000 coliformes termotolerantes a cada 100 mL da amostra, o que torna preocupante, pois o município de Jaboticabal possui somente tratamento convencional de suas águas.

Como descrito por LOPES et al., (2008), 60,9% das propriedades estudadas são consideradas pequenas, ou seja, entre 0 e 50 há. Destas, 79% descartam resíduos animais a céu aberto, o que condiz com os resultados encontrados no presente trabalho, pois o aumento no número de coliformes e amônia sugere uma contaminação

recente do córrego, ressaltada no período das chuvas, onde a contribuição pelo deflúvio superficial agrícola é maior.

Pode-se verificar que a maioria da média dos coliformes encontra-se no período chuvoso, resultados semelhantes aos encontrados por CUNHA et al. (2001).

Assim pode-se verificar a diferença dos padrões, principalmente microbiológicos, que existem no período de chuvas e seca no mesmo córrego. Tal fato demonstra que é imprescindível o monitoramento contínuo do manancial e o relato dos dados encontrados durante os estudos, para que durante a captação para o abastecimento da população seja possível intervir e fornecer o devido tratamento a estas águas.

O manancial em estudo recebe efluente da estação de tratamento de esgoto da cidade de Monte Alto, SP, e grande variedade de outros poluentes produzidos pela agropecuária, especialmente detritos animais, esterco líquido, estrume, pesticidas e fertilizantes, além do material carregado pelo escoamento superficial durante as chuvas.

FELLEMBERG, (1980) descreve que o arraste dos detritos das pastagens para os rios e lagos, atinge as águas superficiais principalmente pela ação das chuvas.

A esse respeito, ressalta-se que o manancial estudado não possui mais a maior parte de sua mata ciliar e tem no seu entorno, da nascente ao ponto de captação da água, 170 propriedades rurais que se dedicam à agricultura e criação de animais, o que favorece a poluição do mesmo por águas de escoamento superficial na época de chuvas.

LOPES et al., (2008), descreve que comparando-se as áreas agricultadas da Bacia Hidrográfica do rio Mogui-Guaçu a área correspondente ao Córrego Rico, sendo respectivamente 49,2% e 60,3% de agricultura nestas regiões, demonstrando esta última ser maior. Isto sugere um maior impacto no entorno do córrego estudado, pois principalmente no período das chuvas há um maior carregamento de poluentes em direção ao manancial.

Na Microbacia do Córrego Rico, Jaboticabal, SP, é observado pelos autores que existem apenas 22% das propriedades do entorno que fazem a conservação e plantio de mata ciliar, 82% utilizam agrotóxicos frequentemente, 23% das propriedades utilizam água dos córregos para dessedentação animal e 8% fazem o uso destas águas para

limpeza de instalações animais. O que sugere uma contribuição para a depreciação das águas do Córrego Rico, pois sem a proteção das matas ciliares, o deflúvio superficial em direção ao córrego é maior, e ainda há um maior aporte de matéria orgânica com a contribuição direta dos dejetos animais, o que é comprovado pelo aumento dos indicadores de contaminação recente como a *Escherichia coli* e a amônia, que estão presentes nestes dejetos lançados nas águas do Córrego Rico, local do estudo realizado (LOPES et al., 2008).

TUNDISI et al. (2006), destacam em seus estudos a importância da manutenção e preservação das matas ciliares, pois ajudam na retenção dos poluentes oriundos principalmente do deflúvio causado pelas chuvas.

Verifica-se que durante a seca, no horário das 7h o indicador Clostrídio sulfito redutor obteve sua maior concentração, enquanto que durante as águas este mesmo indicador atingiu maiores concentrações as 23h (Gráfico 5). As 15h têm-se a maior concentração de *Escherichia coli* durante a seca, enquanto nas chuvas o horário das 18h demonstrou ser o maior (Gráfico 6). Em relação aos enterococos, no período da seca o horário das 9h obteve maior destaque em relação à concentração deste microrganismo na água, enquanto que nas águas o horário das 15h foi o que teve maior concentração (Gráfico 7).

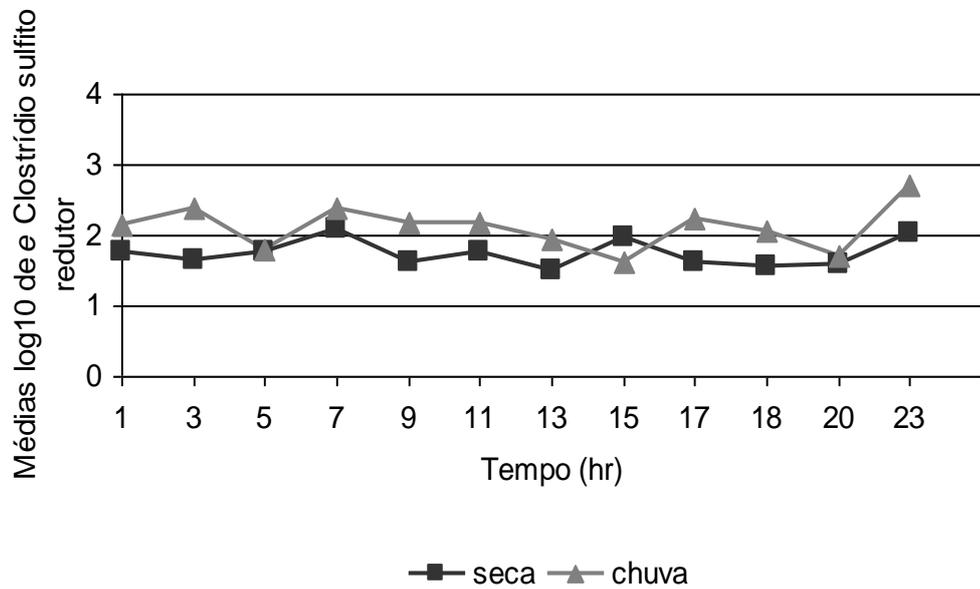


Gráfico 5. Dinâmica das médias dos Números Mais Prováveis em 100 mL do indicador Clostrídium sulfito redutor, expressos em log<sub>10</sub>.

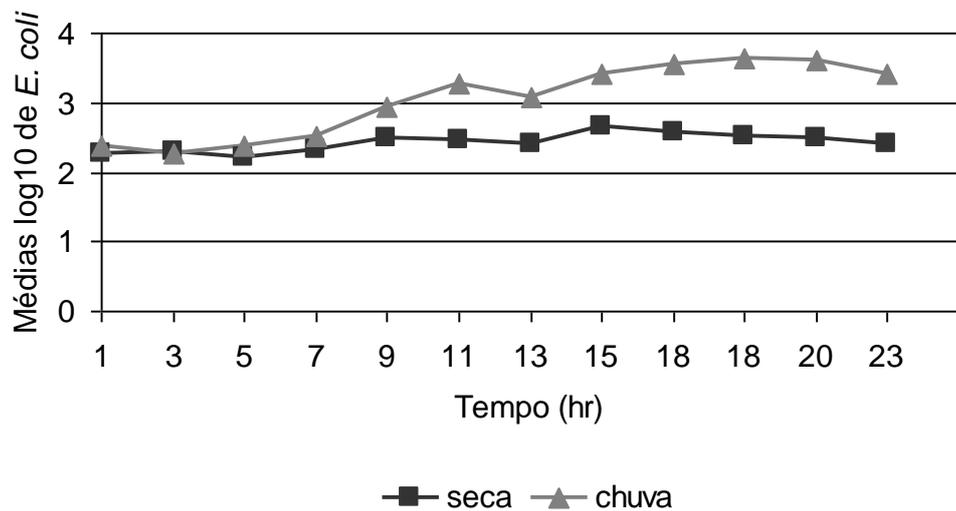


Gráfico 6. Dinâmica das médias dos Números Mais Prováveis em 100 mL do indicador *Escherichia coli*, expressos em log<sub>10</sub>.

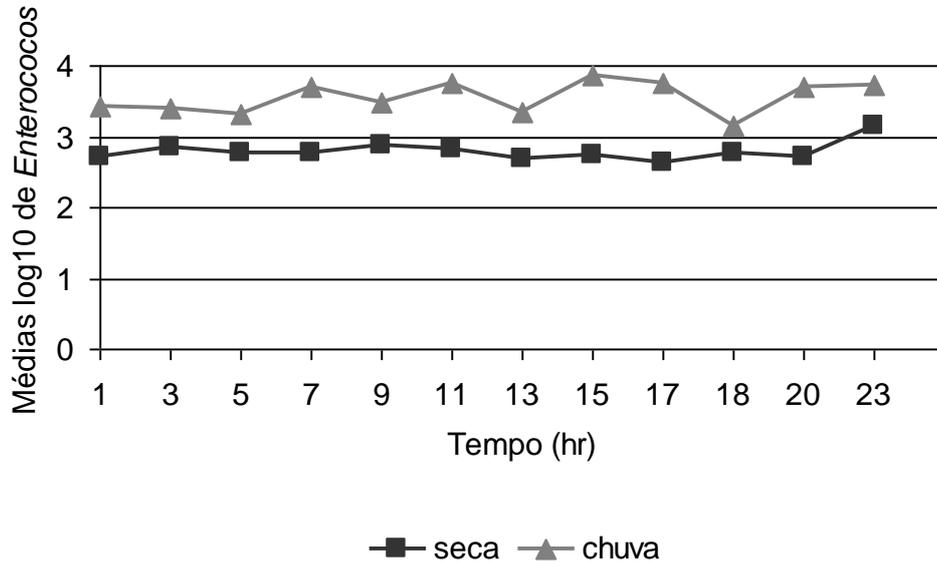


Gráfico 7. Dinâmica das médias dos Números Mais Prováveis em 100 mL do indicador enterococos, expressos em  $\log_{10}$ .

Os testes estatísticos realizados demonstraram que não houve diferença significativa das médias do NMP de enterococos, *Escherichia coli*, Clostrídio e amônia quando comparadas nos diferentes horários no mesmo período, porém essa diferença ocorreu em essas variáveis entre os períodos de chuva e seca (tabela 3).

Tabela 3.  $\log_{10}$  das médias dos indicadores de poluição fecal, segundo teste de Tukey.

	Seca	Chuva
<b><i>Escherichia coli</i></b>	5,5 a	6,0 b
<b>Clostrídio</b>	3,55 a	5,2 b
<b>Enterococos</b>	6,0 a	7,2 b
<b>Amônia</b>	0,11 a	0,45 b

\*Médias seguidas com letras iguais, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Esse resultado está de acordo com AMARAL (2001) que afirma ser importante realizar análises microbiológicas tanto durante o período de chuva como no período de

seca para conhecer a qualidade higiênico-sanitária da água, já que a água de escoamento superficial durante o período de chuva é o fator que mais contribui para mudança de qualidade da água.

Em estudo realizado no México, GONZALEZ et al. (1982), concluíram que a presença de coliformes nas amostras de água dos mananciais estudados e dos domicílios tiveram relação direta com a presença de chuva, devido ao arraste de excretas humanas e animais, o que vem de encontro ao encontrado pelo trabalho em questão.

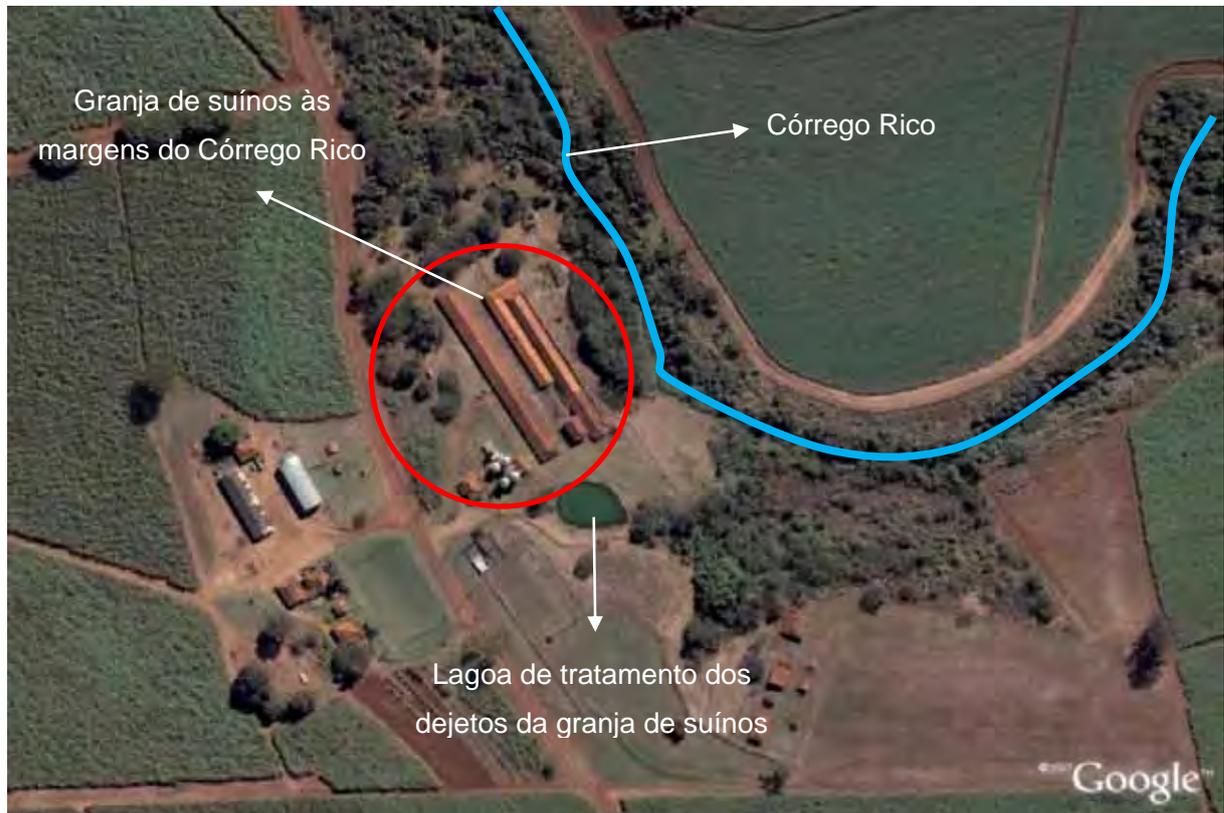
Na Tabela 4, são apresentadas as correlações entre as variáveis estudadas. Aquelas que apresentam correlação superior a 0,5 são consideradas como uma forte relação (HELENA et al, 2000). Tal fato pode ser visto em relação à amônia com enterococos e amônia com *Escherichia coli*, já que os três representam contaminação recente das águas. A amônia, por ser a forma reduzida do nitrogênio (PIVELI & KATO, 2005) e a *Escherichia coli* e os enterococos pelo curto período de sobrevivência na água, pois essas bactérias têm o trato intestinal como habitat natural.

Tabela 4. Correlação entre as variáveis analisadas.

	<b>Clostrídio</b>	<b><i>Escherichia coli</i></b>	<b>Enterococos</b>	
<b>Clostrídio</b>	1,00	0,02	0,11	0,07
<b><i>Escherichia coli</i></b>	0,02	1,00	0,46	0,75
<b>Enterococos</b>	0,11	0,46	1,00	0,65
<b>Amônia</b>	0,07	0,75	0,65	1,00

Demonstrou-se neste estudo a forte relação entre a amônia e *E. coli* e enterococos, pois existe nas proximidades do Córrego Rico uma granja de suínos que despeja resíduos dos animais diretamente no córrego, é necessário o controle da eficiência do sistema de tratamento do efluente dessa produção animal. (Figura 3).

Figura 3. Fotografia aérea de uma granja de suínos às margens do Córrego rico, no município de Jaboticabal, SP.



Fonte: kh.google.com

O gráfico 8 demonstra que os níveis de amônia encontram-se sempre maiores na época das águas, ocorrendo picos em alguns momentos devido ao elevado índice pluviométrico ocorrido na região juntamente com fontes de poluição difusas, que contribuem ainda mais para a poluição do manancial. Porém, estes níveis sempre se mantiveram dentro do padrão do CONAMA 357/05, que estabelece um limite máximo de 3,7mg/L N, para  $\text{pH} \leq 7,5$  e 2,0mg/L N, para  $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$ , não desclassificando o córrego nas poluições estudadas.

LEMOS (2003) verificou em seus estudos que os valores de coliformes fecais nas águas em toda bacia hidrográfica do rio Maquiné apresentavam-se superiores ao estabelecido para algumas atividades, principalmente irrigação de hortaliças e frutas. Esses elevados valores de coliformes fecais provavelmente estão associados não

somente ao lançamento de esgoto “in natura”, mas também à criação de suínos nas margens dos rios e arroios, que contribuem também na depreciação da qualidade das águas, o que ocorre também com o córrego estudado.

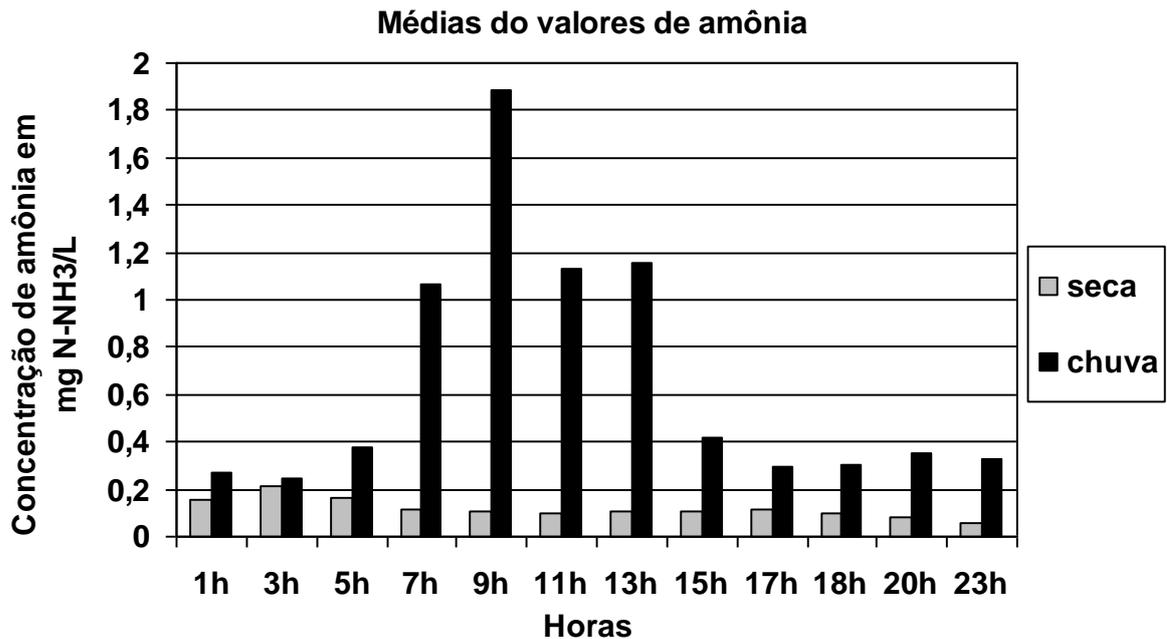


Gráfico 8. Média dos valores de amônia no período de seca e chuvas.

Segundo PIVELI & KATO (2005), o nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras são formas reduzidas e as duas últimas, formas oxidadas. Pode-se associar poluição de origem pontual ou difusa com a relação entre as formas de nitrogênio, onde as formas reduzidas significam que o foco da poluição se encontra próximo, se prevalecer nitrito e nitrato significam que este foco está distante.

## 5. CONCLUSÕES

1-A população de *Escherichia coli*, indicador utilizado para classificação microbiológica do corpo d'água, apresentou, na época de chuvas, valores acima do permitido para a classe 3, tornando a água do córrego imprópria para o consumo por tratamento convencional na época das chuvas.

2-A presença de indicadores de poluição fecal (*Escherichia coli*, enterocococs e Clostrídios sulfito redutores) demonstram grande despejo de material fecal, confirmando o lançamento de dejetos humanos e animais, e uma contaminação constante no manancial estudado.

3-Na época das chuvas a água do Córrego Rico apresentou os maiores índices de contaminação por indicadores bacterianos de poluição fecal e da concentração de amônia, evidenciando a importância do deflúvio superficial na contaminação do manancial estudado.

## **6. RECOMENDAÇÕES PARA MELHORA DA QUALIDADE DA ÁGUA NO MANANCIAL ESTUDADO**

Pelos diversos motivos expostos, compreende-se a necessidade de se monitorar o manancial de abastecimento d'água para que sejam tomadas as medidas necessárias para condicionar as características da água bruta, isto é, da água como é encontrada na natureza, a fim de atender à qualidade necessária para ser distribuída à população após tratamento e assim evitar problemas associados à saúde.

1. Estabelecimento de Áreas de Proteção e Recuperação do Manancial do Córrego Rico como matas ciliares e APP's, a fim de proteção planejada desta bacia de abastecimento público.
2. Orientar os produtores rurais sobre a preservação dos locais onde haja cursos d'água, e usá-los de maneira racional.
3. Manejo apropriado do solo nas propriedades ao longo dos cursos d'água.
4. Uso correto do potencial das terras ao longo do manancial.
5. Destinar corretamente os resíduos sólidos e líquidos gerados nas propriedades ao longo do Córrego Rico.
6. Fazer, sempre que necessário, o uso de fossas sépticas nas propriedades ao longo dos cursos d'água.
7. Fazer o uso de tecnologias apropriadas para cada tipo de produção principalmente no intuito de diminuir a produção de efluentes altamente poluentes produzidos e lançados ao solo e nos cursos de água sem prévio tratamento.
8. A divulgação de informações sobre a qualidade dos recursos hídricos e das reuniões periódicas do Comitê de Bacias e suas Câmaras em meios de comunicação populares.
9. A compensação financeira de proprietários rurais que definam áreas de conservação, cooperando com planos de conservação florestal estabelecido para a bacia hidrográfica em questão.

10. Maior fiscalização para cumprimento da Portaria Federal do Ministério da Saúde 518/2004 e Ministério do Meio Ambiente – CONAMA 357/2005.

11. Orientar a população como um todo, deixando claro que a água é um bem comum e finito, e que cabe a todos auxiliar em sua preservação.

A participação dos usuários, sejam eles da iniciativa pública ou privada, deve ser um dos principais eixos no governo dos recursos hídricos no contexto de bacias hidrográficas (ROGERS, 2006). Essa participação deverá melhorar e aprofundar a sustentabilidade da oferta e demanda e a segurança coletiva da população em relação à disponibilidade e vulnerabilidade deste bem precioso que é a água.

Por esse motivo há necessidade de gerenciamento e monitoramento dos mananciais de abastecimento público de água. Uma vez poluídos, estes mananciais podem prejudicar o processo de tratamento da água e, conseqüentemente, oferecer riscos à saúde da população abastecida.

Os dados obtidos com cada pesquisa feita em um manancial são de fundamental importância, pois revela a atual qualidade da água que se pode estar consumindo.

A água de um manancial abastece residências, estabelecimentos comerciais, hospitais e escolas, que são locais onde esta é consumida por muitas pessoas e animais, portanto há que ressaltar a importância da água nesta cadeia.

## 7. REFERÊNCIAS

AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: FRIES, M. R., DALMOLIN, S. D. **Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto**. Santa Maria: Editora Pallotti, 1997. cap. 4, p. 76-111.

ALMEIDA, S. G.; PETERSEN, P.; CORDEIRO, A. **Crise socioambiental e conversão ecológica da agricultura brasileira: subsídios à formação de diretrizes ambientais para o desenvolvimento agrícola**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2001. p. 122.

AMARAL, L. A. **A água como fator de risco para saúde humana e animal em propriedades leiteiras situadas na região Nordeste do Estado de São Paulo**. Tese de livre-docência. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária "Júlio de Mesquita Filho". FCAV/Unesp, Jaboticabal, 2001.

ANDERSSON, Y.; BOHAN, P. **Water quality: guidelines, standards and health**. World Health Organization (WHO). Edited by Lorna Fewtrell and Jamie Bartram. London, UK, Published by IWA Publishing, 2001.

APHA. **American Public Health Association**. Standard methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 20<sup>th</sup>, 1998.

BARRELL, R.; BENTON, C.; BOYD, P.; CARTWRIGHT, R.; CHADA, C.; COLBOURNE, J.; COLE, S.; COLLEY, A.; D RURY, D.; G ODFREE, A.; HUNTER, P.; LEE, J.; MACHRAY, P.; NICHOLS, G.; STARTORY, D.; SELLWOOD, J.; WATKINS, J. **The Microbiology of Drinking Water - Part 1 - Water Quality and Public Health**. Methods for the Examination of Waters and Associated Materials. Environment Agency, 2002. p. 50.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº303 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, v. 1, n. 090, p. 068, 21 mar. 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, v. 141, n. 59, p. 266, Seção 1, 25 mar. 2004.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, v. 1, n. 53, p. 58-63, Seção 1, 18 mar. 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. AGENDA 21. Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos. **Água em Revista: Suplemento das Águas**, 1996. p. 14-33. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 22 nov. 2007.

BRASIL. **Agência Nacional das Águas**. Disponível em: <[www.ana.org.br](http://www.ana.org.br)>. Acesso em 10 out. 2008a.

BRASIL. **Instituto de Defesa do Consumidor**. Disponível em: <[www.idec.org.br](http://www.idec.org.br)>. Acesso em 10 dez. 2008b.

BRASIL. **Centro de Vigilância Epidemiológica**. Disponível em: <[www.cve.saude.sp.gov.br/htm/hidrica/Ecolinet.htm](http://www.cve.saude.sp.gov.br/htm/hidrica/Ecolinet.htm)>. Acesso em 19 jan. 2009.

BOLETIM DE APLICAÇÃO. **A Saúde da Água**. Disponível em: <[www.micronal.com.br/artigostecnicos/saude\\_agua.htm](http://www.micronal.com.br/artigostecnicos/saude_agua.htm)> . Acesso em 27 out. 2008.

CHO, J. C.; H. B. CHO; S. J. KIM. Heavy contamination of a subsurface aquifer and a stream by livestock wastewater in a stock farming area. Wonju, Korea. **Environmental Pollution**, v. 109, n. 1, p. 137-146, 2000.

CORSO, P. S.; KRAMER, M. H.; BLAIR, K. A.; ADDISS, D. G.; DAVIS, J. P.; HADDIX, A.C. In: Cost of illness in the 1993 waterborne Cryptosporidium outbreak, Milwaukee, Wisconsin. **Emergency Infected Disease**, v. 9, n. 1, p. 426-431, 2003.

COSTA, E. A. Vigilância sanitária e proteção da saúde. In: Ministério da Saúde, Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde, Departamento de Gestão da Educação na Saúde. **Direito sanitário e saúde pública**. Brasília (DF), p. 179-206, 2003.

CUNHA, A. C. **Levantamento de parâmetros físico-químicos e hidráulicos para a avaliação da qualidade da água em escoamentos naturais – desenvolvimento do distrito industrial/AP na Bacia do Rio Matapi**. Relatório Anual. Macapá: CNPq/IEPA/Gerco, p. 58, 2001.

CUNHA, A. C.; CUNHA, H. F. A.; SIQUEIRA, E. Q. Diffuse Pollution Survey in Rivers of Southeast of Amapá State – Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DIFFUSE/NONPOINT POLLUTION AND WATERSHED MANAGEMENT, 5, 2001, **Milwaukee Proceedings**. 1 CD-R.

CRUZ, O. G. **A vehiculação microbiana pelas águas**. Tese Apresentada à Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1892.

D'AGUILA, P. S.; ROQUE, O. C. C.; MIRANDA, C. A. S.; FERREIRA, A. P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do município de Nova Iguaçu. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 791-798, 2000.

DALCANALE, F. **Simulação de cargas difusas em bacias rurais**. 2001. 99-110 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

DER, G.; EVERITT, B. S. **A handbook of statistical analysis using SAS**. ed. 2, p. 360, 2006.

DIOGO, P. A.; COELHO, P. S.; ALMEIDA, M. C.; MATEUS, N. S.; RODRIGUES, A. C. Estimativa de cargas difusas com origem agrícola na bacia hidrográfica do Rio Degebe. In: SIMPOSIO DE HIDRAULICA E RECURSOS HIDRICOS DOS PAISES DE LINGUA OFICIAL PORTUGUESA, 6, 2003. Cabo Verde. **Anais...** Cabo Verde: INGRH, APRH, ABRH e AMC, 2003. p. 135-146. 1 CD-R.

DUTRA; I. S.; DÖBEREINER; J.; ROSA; I. V.; SOUZA L. A. A.; NONATO; M. Surtos de botulismo em bovinos no Brasil associados à ingestão de água contaminada. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 43-48, 2001.

EIGER, S. **Aplicação do Modelo BIDIM ao Reservatório do Rio Grande**: relatório final – manual de descrição do modelo. São Paulo: Editado, 1993.

ESTAÇÃO AGROCLIMATOLÓGICA. **Resenha Meteorológica do Período 1971 – 2000**. Disponível em: <[http://www.exatas.fcav.unesp.br/estacao/est\\_resanha.htm](http://www.exatas.fcav.unesp.br/estacao/est_resanha.htm)>. Acesso em: 24 fev. 2009.

FABRE, G. La notion de contagion au du sida, ou comment interfèrent logiques sociales et catégories médicales. **Sciences Sociales et Santé**, Paris, v. 11, n. 1, p. 5–32, mar, 1993.

FOUCAULT, M. **Microfísica do poder**. Rio de Janeiro: Graal, 1990.

FELLEMBERG, G. **Introdução aos problemas de poluição ambiental**. São Paulo: EPU, p. 196, 1980.

FEACHEM, R. G.; BRADLEY, D. J.; GARELICK, H.; MARA, D. D. **Sanitation and disease: health aspects of excreta and wastewater management**. Chichester: John Wiley, p. 501, 1983.

FRANCY, D. D.; HELSEL, R. N. Ocurrence and Distribution of Microbiological Indicators in Groundwater and Stream Water. **Water Environmental**, v. 72, n. 1, p. 152-161, 2000.

GASPARINI, V. A. **Repercussões econômicas da utilização incorreta das áreas de mananciais**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

GBUREK, W. J.; SHARPLEY, A. N. Hydrologic controls on phosphorus loss from upland agricultural watersheds. **Journal of Environmental Management**, v. 1, n. 27, p. 267-277, 1997.

GELDREICH, E. E. Aspéctos microbiológicos dos esgotos e dos seus processos de tratamento. In: **Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Controle de Poluição de Águas**. São Paulo, p. 15-134, 1974.

GESCHE, E.; VALLEJOS, M. V.; SAEZ, T. M. Eficiencia de Anaerobios sulfito-reductores como indicadores de calidad sanitaria de agua. **Archivos de Medicina Veterinária**, n.1, v. 35, 2003.

GONÇALVES, C. S. **Qualidade de águas superficiais na microbacia hidrográfica do arroio Lino Nova Boêmia**. 2003. 114 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, Agudo, 2003.

GONZALEZ, R. G.; TAYLOR, M. L.; ALFARO, G. Estudio bacteriano del agua de consumo en una comunidad Mexicana. **Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana**, v. 93, n. 2, p. 127-140, 1982.

GRABOW, W. **Waterborne diseases: Update on water quality assessment and control**. Water SA, v. 22, n. 2, p. 193-202, 1996.

HACH COMPANY MANUAL. Dr/2000 Spectrophotometer instrument manual for use software version 3. Loveland, p. 58, 1996.

HELENA, B.; PARDO, R.; VEGA, M.; BARRADO, E.; FERNANDEZ, J. M.; FERNANDEZ, L. Temporal evolution of groundwater composition in an alluvial aquifer (Pisuerga river, Spain) by principal component analysis. **Water Research**. v. 34, n. 3, p. 807-816, 2000.

HELLER, L.; BASTOS, R. K. X.; VIEIRA, M. B. C. M.; BEVILACQUA, P. D.; DE BRITO, L. L. A.; MOA, S. M. M. et al. Oocistos de *Cryptosporidium* e cistos de *Giardia*: circulação no ambiente e riscos à saúde humana. **Epidemiologia & Serviços de Saúde**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 79-92, 2004.

ISO. International Standard Organization. **ISO 6461/1 water quality**: detection and enumeration of the spores of sulphite-reducing anaerobes (Clostridia Geneva, Switzerland, 1986).

LEMOS, C. A. **Qualidade da água de uma bacia hidrográfica inserida na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ecologia. Instituto de Biociências, UFRGS. Porto Alegre, 2003, p. 98.

L'HIRONDEL, J.; L'HIRONDEL, J.L. **Nitrate and man**: toxic, harmless or beneficial. Wallingford: CAB International, p. 168, 2002.

LOPES, L. G.; AMARAL, L. A.; HOJAIJ, A.; COSTA JÚNIOR, L. L.; PALLA, V. L. Estudo do uso do solo e condições ambientais da microbacia hidrográfica do Córrego Rico. **FAZU em Revista** (Uberaba), v. 1, p. 16-24, 2008.

LOPES, L. G.; COSTA, J. L. L.; ITALIANO, L.W.; HOJAIJ, A.; ZANETTI, F. G. M. L.; MARQUES, J. A. S. Monitoramento da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico (Jaboticabal - SP). In: ASSEMBLEIA NACIONAL DA ASSEMAE, 33, 2003. Santo André. **Saneamento Inclusão Social**. Jaboticabal: Assemae, 2003a.

LOPES, L. G.; ITALIANO, W. L.; COSTA JR., L. L.; HOJAIJ, A.; GALBIATTI, J. A.; MARQUES JR., S. A. Qualidade hídrica da bacia hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32, 2003, Goiânia. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2003b. 1 CD-R.

LOWRANCE, R. The riparian ecosystem management model: simulator for ecological processes in riparian zones. In: Federal Interagency Hydrologic Modeling Conference 1, 1998, Las Vegas, **Proceedings of the First**, p. 30.

LPH. Laboratório de Pesquisas Hidrológicas. **Gestão dos recursos hídricos na bacia do Rio das Pedras**. UFPR (Departamento de Geologia). Relatório Técnico, Curitiba, 1999.

MARQUES, R.; SOUZA, L. C. Matas ciliares e áreas de recarga hídrica. In: ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Senapar, v. 2, n. 2. 2005.

MARTINS, R. H. **Carga difusa em ambientes urbanos: A bacia representativa do Córrego do Mandaqui**. 1988. 207 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1988.

MEYBECK, M. **River water quality global ranges, time and space variabilities, proposal for some definitions**. *Verh Internat Verein Limnol*. Stuttgart, v. 26, n. 1, p. 81-96, 1996.

NOGUEIRA, G.; NAKAMURA, C.V.; TOGNIM, M.C.B.; ABREU FILHO, B.A.; DIAS FILHO, B.P. Microbiological quality of drinking water of urban and rural communities, Brazil. **Revista de Saúde Pública**. São Paulo. v. 37, n.2, 2003.

OMS. Organización Mundial de la Salud. **Guías para la Calidad del agua potable: recomendaciones**. (Informe Técnico), Ginebra, 1995. v.1.

OTTONI, A. B.; OTTONI, A. B. A importância da preservação dos mananciais de água para a saúde e sobrevivência do ser humano. **20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES RIO 99**, v. 003, p. 3731-3737, 1999.

PAERL, H. W.; HUISMAN, J. Blooms like it hot. **Science**, v. 320, n. 1, p. 57-58, 2008.

PAMOLARE. **Planejamento e gerenciamento de lagos e reservatórios: uma abordagem integrada ao problema da eutrofização**, Unesco, ANA, IIE, Unep, 2001. p. 385.

PAYMENT, P. Fate of human enteric viruses, coliphages and clostridium perfringens during drinking-water treatment. **Canadian Journal of Microbiology**. v. 37, n. 1, p. 154-157, 1991.

PAYMENT, P.; FRANCO E. Clostridium perfringens and somatic coliphages as indicators of the efficiency of drinking water treatment for viruses and protozoan cysts. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 9, n. 1, p. 2418-2424, 1993.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. São Paulo/SP: ABES, v. 01, p. 285, 2005.

PRIME ENGENHARIA. **Avaliação da poluição por fontes difusas afluente ao reservatório Guarapiranga – relatório síntese**. São Paulo. PRIME Engenharia, p. 46, 1998.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. **Escoamento superficial**. Viçosa, p. 88, 2003.

ROGERS, P. P. Water governance, water security and water sustainability. In: ROGERS, P. P.; LLAMAS, M. R.; MARTINEZ CORTINA, L. (Eds) **Water crisis: myth or reality?** Taylor & Francis. London: Fundación Marcelino Botín, 2006. p. 3-36.

SÃO PAULO, (Estado). Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Ciclo das águas**. Disponível em: <[www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/ciclo.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/ciclo.asp)>. Acesso em 10 abr. 2007.

SÃO PAULO. Instituto Geográfico e Geológico. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1974, (Coletânea de Cartas).

SCHERER, E.E.; AITA, C.; BALDISSERA, I.T. **Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da região oeste catarinense para fins de utilização como fertilizante**. Florianópolis: Epagri, 1996. 46p. (Boletim técnico, 79).

SILVA, M. D.; MATTOS, M. L. T. Microbiological quality of water for human consumption in the hydrographical microbasin of Arroio Passo do Pilão. In: Congresso Brasileiro de microbiologia, 21, 2001, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu, 2001. p 42.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A. **Métodos de análises microbiológicas de alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1995. (Manual Técnico 14).

SILVA, N.; CANTUSIO NETO, R.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. **Manual de métodos de análise microbiológica da água**. Campinas: ITAL, 2000. p. 99.

SHIBATA, T.; SOLO-GABRIELE, H. M.; FLEMING L. E.; ELMIR, S. Monitoring marine recreational water quality using multiple microbial indicators in an urban tropical environment. **Water Research**, v. 38, n. 1, p. 3119-3131, 2004.

SMITH, A.; REACHER, M.; SMERDON, W.; ADAK, G. K.; NICHOLS, G.; CHALMERS, R. M. Outbreaks of waterborne infectious intestinal disease in England and Wales, 1992-2003. **Epidemiology and Infection**, v. 134, n. 1, p. 1141-1149, 2006.

SOUZA, E. R. **Alterações físico-químicas no deflúvio de três sub-bacias hidrográficas decorrentes da atividade agrícola**. 1996. 91 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Florestal). Lavras, 1996.

SUDERHSA. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Qualidade das águas interiores do Estado do Paraná 1987-1995**. Curitiba: SUDERHSA. 1997. p. 257.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 631.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; GALLI, C. S. (Eds.). **Eutrofização na América do Sul**: causas, tecnologias de gerenciamento e controle. São Carlos: IIE/liega/IAP/lanas/ABC, p. 531, 2006.

UNICRIO. Centro de Informações das Nações Unidas no Brasil. **Secretário-Geral quer Organização coesa para avançar reformas**. Disponível em: <[www.unicrio.org.br/SalaDaImprensaTextos.php?Texto=0504c.htm](http://www.unicrio.org.br/SalaDaImprensaTextos.php?Texto=0504c.htm)>. Acesso em: 10 abr. 2007.

USEPA, 2002. **Flow calibration tutorial**. Disponível em: <[www.epa.gov/waterscience/ftp/basins/training/tutorial/storm.htm](http://www.epa.gov/waterscience/ftp/basins/training/tutorial/storm.htm)>. Acesso em: 07 jul. 2008.

VEGA, M. M.; FERNANDEZ, T. B.; TARAZONA, J. V.; CASTAÑO, A. Biological and chemical tools in the toxicological risk assessment of Jarama River. Madrid, Spain. **Environmental Pollution**, v. 93, n. 2, p. 135-9, 1996.

VICENTE, H. I. G.; AMARAL, L. A.; CERQUEIRA, A. M. F. Shigatoxigenic Escherichia coli serogroups o157, o111 and o113 in feces, water and milk samples from dairy farms. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 36, n. 1, p. 217-222, 2005.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1996. p. 243.

WALDNER, D. N.; LOOPER, M. L. **Water for dairy cattle**. Disponível em: <[www.osuextra.com/pdfs/F-4275web.pdf](http://www.osuextra.com/pdfs/F-4275web.pdf) >. Acesso em: 17 out. 2008.

WHITEHEAD, D. C. **Grassland nitrogen**. Wallingford: CAB International, p. 352, 1995.

WHO. World Health Organization, 2003. **WHO's Guidelines for Drinking-Water Quality**. 3th ed. Disponível em:<[www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/en/gdwq3\\_1.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/gdwq3_1.pdf)>. Acesso em: 19. Jan. 2009.

WREGGE, M. A ética da água. **InformANDES**, v. 1, n. 96, p. 12. 2000.

YAGOW, G.; SHANHOLTZ, V. Procedures for indexing monthly NPS pollution loads from agricultural and urban fringe watersheds. In: WATERSHED 96. Disponível em: <[www.epa.gov/owow/watershed/Proceed/yagow.html](http://www.epa.gov/owow/watershed/Proceed/yagow.html)>. Acesso em: 07 jul. 2008.

ZULPO, D. L.; PERETTI, J.; ONO, L. M.; GARCIA, J. L. Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná. **Seminário de Ciências Agrárias de Londrina**, v. 27, n. 1, p. 107-110, 2006.