

ANÁLISE DE INDICADORES BIOLÓGICOS EM CURSOS D'ÁGUA URBANOS, PROTEGIDOS POR INTERCEPTORES DE ESGOTO: ESTUDO DE CASO

**Maurício José Borges (1); João Antonio Galbiatti (2); Luiz Augusto do Amaral (3);
Antonio Sergio Ferraudo (4)**

- (1) Aluno de Pós-Graduação do CEA/UNESP e Chefe do Depto de Agricultura e Abastecimento da Prefeitura Municipal de Jaboticabal-SP, (0xx16) 3209.2637, e-mail: mjborges@fcav.unesp.br
(2) Prof. Dr., Depto de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, 14884.900, Jaboticabal-SP,
(0xx16) 3209.2637, e-mail: galbi@fcav.unesp.br
(3) Prof. Dr., Depto de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal, FCAV/UNESP,
14884.900, Jaboticabal-SP, (0xx16) 3209.2646, e-mail: amaral@fcav.unesp.br
(4) Prof. Dr., Depto de Ciências Exatas, FCAV/UNESP, 14884.900, Jaboticabal-SP,
(0xx16) 3209.2624, e-mail: ferraudo@fcav.unesp.br

RESUMO

Os recursos hídricos de superfície constituem-se em corpos receptores de efluentes sanitários ou industriais. Os rios que recebem despejos desses efluentes, normalmente, tem suas características químicas e biológicas alteradas, podendo ser um importante veículo de agentes causadores de doenças em humanos e animais. Nos centros urbanos, práticas de saneamento estão sendo implantadas com vistas a solucionar esse problema. O esgotamento sanitário da cidade de Jaboticabal-SP, é realizado por um sistema de interceptores instalados às margens dos cursos d'água urbanos, que conduzem o esgoto até o Córrego Jaboticabal à jusante da área urbanizada. Com o objetivo de avaliar indicadores biológicos de qualidade da água em áreas dos córregos Cerradinho e Jaboticabal, foram colhidas amostras de água nesses córregos de forma a caracterizar a intensidade de sua poluição em área urbana e em área rural, à montante e à jusante da confluência dos mesmos. Na água, mensalmente foram analisados os parâmetros vazão, temperatura, pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes totais e *Escherichia coli*. Os resultados da pesquisa permitiram concluir que nos córregos Cerradinho e Jaboticabal houve aumento na DQO e na concentração de coliformes totais e *Escherichia coli* das nascentes à foz. A prática isolada de coleta de esgoto urbano através de interceptores, melhorou a qualidade hídrica porém não foi suficiente para despoluir esses córregos. Considerando a importância do planejamento ambiental, recomenda-se o desenvolvimento de um plano integrado de manejo hídrico na bacia hidrográfica do Córrego Jaboticabal, de forma a minimizar ou até eliminar sua contribuição negativa à comunidade local e às águas localizadas à jusante de sua foz.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, recurso hídrico, poluição, contaminação.

1 INTRODUÇÃO

Alterações na qualidade dos recursos hídricos ameaçam a sobrevivência humana e demais espécies do planeta. Estes recursos podem se tornar exauríveis, pois a quantidade excessiva de poluentes na água pressiona sua capacidade de absorção e regeneração a níveis que impedem sua recuperação. Dentre as causas do aumento na poluição e contaminação hídrica, pode-se citar o crescimento demográfico e a expansão das atividades econômicas no mundo, seja no meio urbano ou rural.

Pádua (1997) comenta que o consumo mundial de água triplicou do ano de 1950 para o de 1990, passando de 1.360 para 4.130 km³/ano, sendo 69% consumida na agricultura, 23% na indústria e 8% em ambiente doméstico. Esse autor informa que 10% dos recursos hídricos do planeta estão poluídos e para Jardim (1992) 8% dos rios da América Latina apresentam mais de 10.000 coliformes fecais/mL.

Os rios funcionam como canais de escoamento hídrico superficial imediato e da parcela que de modo lento e contínuo se junta a eles através da infiltração subterrânea. Desses rios, municípios captam água para o abastecimento e lançam efluentes domésticos e industriais na bacia hidrográfica, provocando o aumento na extensão dos trechos poluídos, cuja contaminação dependerá da vulnerabilidade do aquífero e do tipo, quantidade e maneira como o contaminante é depositado no ambiente.

Dos municípios brasileiros das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e Norte, respectivamente, 47%, 45%, 43%, 32% e 17%, possuíam Estações de Tratamento de Água para atender a população urbana; 6% efetuavam algum tratamento do efluente urbano; 35% possuíam rede coletora de esgoto; e quase todo esgoto produzido era lançado "in natura" em corpos d'água ou no solo (Santos, 1993).

O esgoto doméstico que não recebe significativa contribuição industrial, contém 99,9% de água e 0,1% de sólido (Camargo, 1997). Nesse esgoto, organismos vivos liberados com os dejetos humanos podem ser causadores de doenças, cuja contaminação humana ocorre pela ingestão ou contato com a água contaminada por esses agentes, ou está associada à doenças cujos agentes utilizam a água como meio de multiplicação ou local obrigatório de estágio no ciclo de vida.

Para que seu uso ou disposição final ocorra de acordo com regras e critérios definidos, o tratamento de esgoto sanitário deve corrigir características indesejáveis como sólidos em suspensão, material orgânico biodegradável, nutrientes (P e N) e organismos patogênicos. Palma-Silva (1999) demonstrou que o esgoto de uma Estação de Tratamento de Esgoto, quando lançado no rio provoca, à jusante, alterações de vários parâmetros, como fosfatos, nitrito, DQO, coliformes totais e coliformes fecais. Damasceno & Campos (2000) identificaram que o sistema de tratamento na forma de lagoa de estabilização foi eficiente na remoção de DQO, DBO, sólidos suspensos e coliformes fecais, apresentando considerável potencial para ser utilizado na irrigação.

Dados da Secretaria Estadual do Meio Ambiente demonstram que para o ano 2010 haverá significativa piora na qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu (SMA, 1997). Esse rio, segundo a CETESB (1994), apresenta tendência indefinida quanto a qualidade à montante e à jusante de receber seu afluente Córrego Rico. Esse Córrego tem sua qualidade hídrica prejudicada ao receber as águas do Córrego Jaboticabal que, por sua vez, é o canal principal de drenagem da cidade de Jaboticabal-SP e do Câmpus da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP).

Para a compreensão da poluição hídrica da bacia hidrográfica do Córrego Jaboticabal, deve ser feita uma breve retrospectiva histórica da ocupação urbana. Quando da fundação da cidade de Jaboticabal, as terras doadas para a criação da vila no ano de 1828, compreendiam as margens e a nascente do curso d'água de excelente qualidade que os sertanistas denominaram de Jaboticabal, em função de fruteiras nativas presentes nas margens e confluência com o Córrego Cerradinho (Whitaker, 1928).

Atualmente 100% da população da cidade de Jaboticabal é atendida por sistemas de rede de abastecimento de água e rede coletora de esgoto, cuja implantação começou entre os anos de 1900 e 1910 (Vitta, 1999). Naquela época, o mal estado sanitário da cidade e a epidemia de Febre Amarela, ocasionaram mortes reduzindo a população urbana à metade; em áreas próximas ao Córrego Jaboticabal havia reclamações quanto ao esgoto domiciliar e começou a funcionar um Matadouro Público; a cidade possuía 800 casas, contrastando com os atuais 19.071 domicílios particulares identificados pelo IBGE (2000).

Até o ano de 1947 os mananciais dos córregos Cerradinho e Jaboticabal foram os responsáveis pelo abastecimento urbano, quando começou a funcionar a captação do manancial do Córrego da Estiva. Ativado no ano de 1962, o sistema de captação do Córrego Rico passou a ser responsável por 85% do abastecimento da cidade; segundo Amaral (1992), esse córrego recebia esgoto doméstico proveniente de, aproximadamente, 480 residências distantes 10km do local dessa captação e a ocupação das margens era feita por propriedades rurais agrícolas, existindo criações de animais apenas de médio porte. As captações desses quatro mananciais ainda estão em funcionamento.

Até o ano de 1993, os córregos Cerradinho e Jaboticabal sempre foram os locais de lançamento do esgoto "in natura". À partir dessa data, teve início a implantação de coletores desse esgoto nas margens dos córregos em área urbana, sendo que o mesmo ainda está sendo lançado "in natura" no Córrego Jaboticabal, entre a confluência dos córregos e o campus da FCAV/UNESP (Vitta, 1999).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar indicadores biológicos de qualidade da água em áreas dos córregos Cerradinho e Jaboticabal, protegidos por interceptores de esgoto, visando oferecer subsídios para o seu planejamento ambiental e manejo integrado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

A área experimental está inserida na bacia hidrográfica do Córrego Jaboticabal (Figura 1), município de Jaboticabal, região Nordeste do Estado de São Paulo, posição geográfica $21^{\circ}15'22''$ latitude sul e $48^{\circ}18'58''$ longitude WG e população do município de 67.129 habitantes, dos quais 90,3% residem na cidade (IBGE, 2000). Essa bacia hidrográfica domina a região compreendida pela cidade e pela FCAV/UNESP, é sub-bacia do Córrego Rico, afluente do Rio Mogi-Guaçu, cuja bacia hidrográfica é a 9ª Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

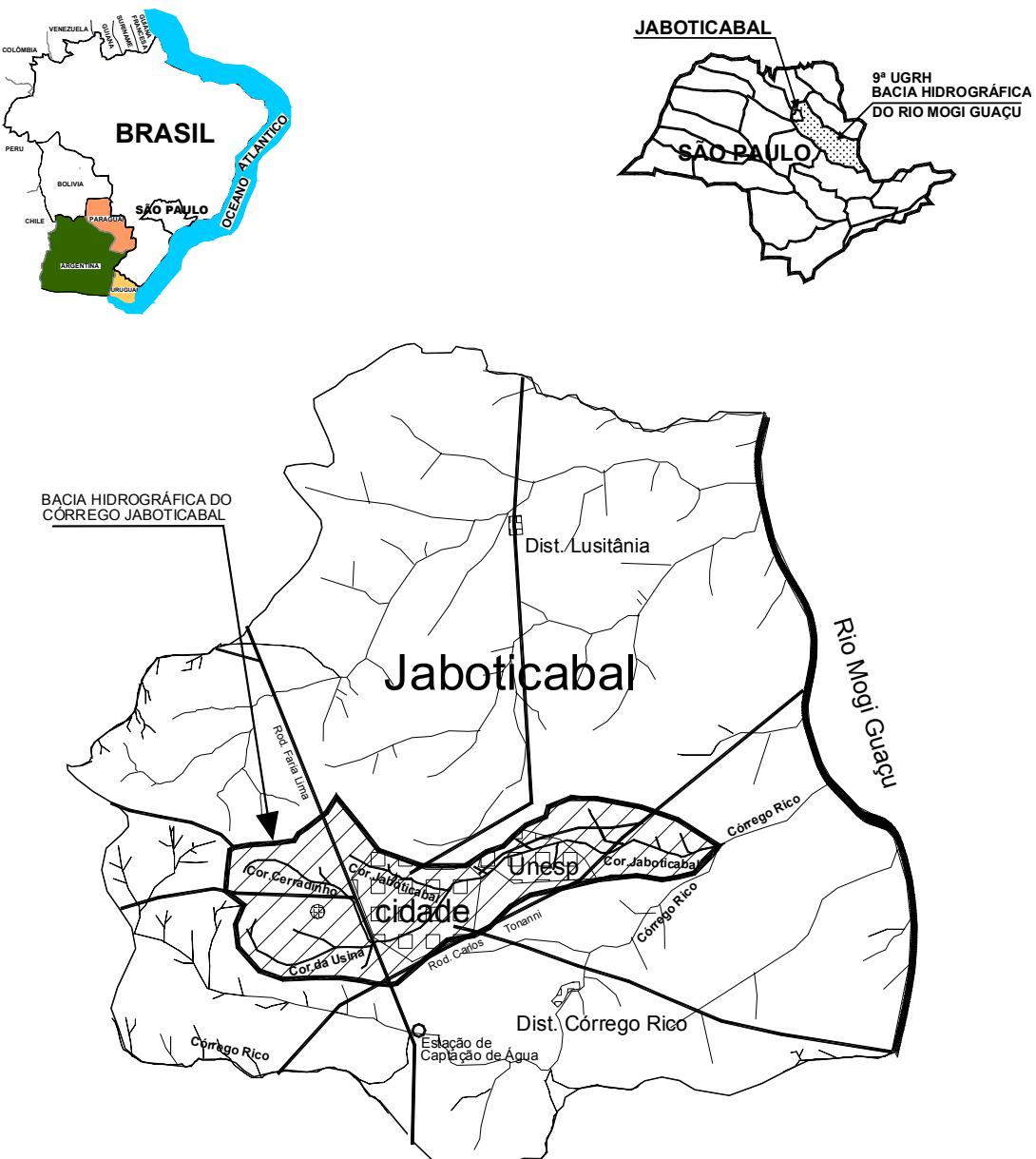


FIGURA 1. Mapa da localização da bacia hidrográfica do Córrego Jaboticabal - SP.

O município de Jaboticabal apresenta clima "Cwa" (classificação de Köeppen), a temperatura média mensal máxima 23,6°C (janeiro) e mínima 17,7°C (julho) e a precipitação média anual 1.428mm; dezembro e janeiro são os meses mais úmidos e julho e agosto os mais secos. A formação vegetal primária na bacia hidrográfica do Córrego Jaboticabal é do tipo floresta latifoliada tropical, formada por ecossistemas da Floresta Atlântica e trechos de cerrado. As unidades de solos predominantes são os Latossolos Vermelhos (LV) que correspondem ao Latossolo Vermelho-Escuro e ao Latossolo Roxo, na antiga classificação de solos.

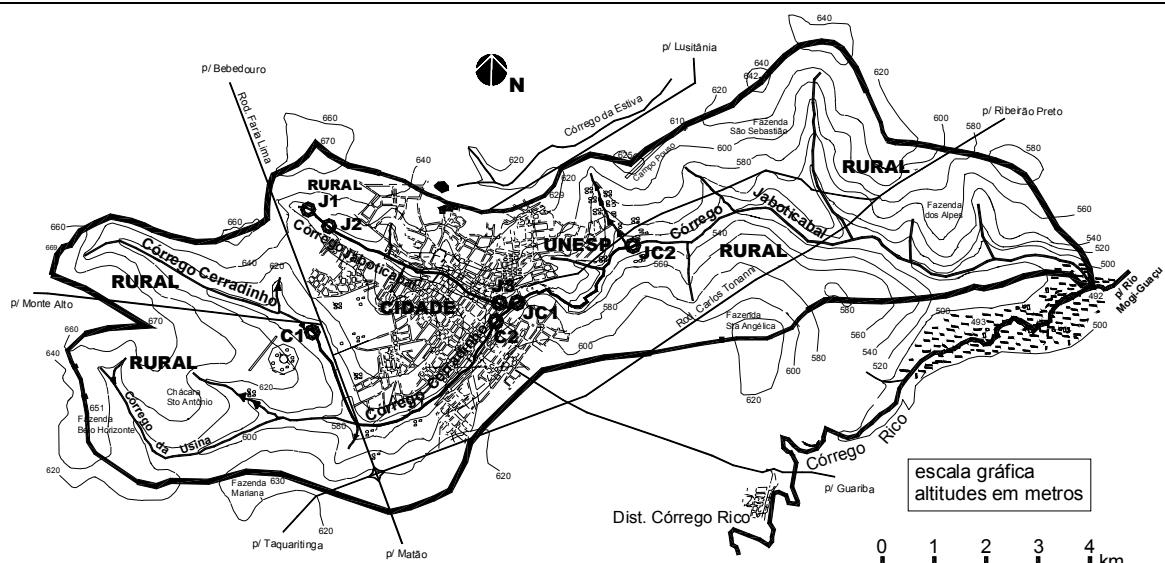
A bacia hidrográfica do Córrego Cerradinho compreende 27,3km² e a do Córrego Jaboticabal até a confluência com o Córrego Cerradinho, compreende 10,9km². Esses córregos são perenes, classificados como reto para meandro encaixado, de fluxo normal de água do tipo turbulento corrente e com pequeno trecho encachoeirado (afloramento de rocha basáltica entre cidade e FCAV/UNESP). À montante da cidade e à jusante da FCAV/UNESP, os córregos recebem influência rural de erosão do solo, prática agrícola, criação de animais, área de lazer e piscicultura. Na área urbana as maiores influências são de esgoto doméstico, entulho, escoamento superficial, produto químico e animal doméstico.

2.2 Metodología

Quando do início da coleta de água em dezembro/1999, os interceptores de esgoto urbano da cidade de Jaboticabal já estavam em operação nos córregos Cerradinho e Jaboticabal. As estações de amostragem (Tabela 1 e Figura 2) foram definidas em função de se caracterizar três segmentos: 1) o Córrego Cerradinho da área rural (C1) até próximo da confluência com o Córrego Jaboticabal (C2); 2) o Córrego Jaboticabal da nascente (J1) até próximo da confluência com o Córrego Cerradinho (J3); 3) o Córrego Jaboticabal da confluência dos dois córregos (JC1) à FCAV/UNESP (JC2).

TABELA 1. Localização das estações de amostragem nos córregos Cerradinho e Jaboticabal, Jaboticabal - SP.

Córrego Cerradinho			Córrego Jaboticabal		
Estação de Amostragem	Distância da nascente	Localização	Estação de amostragem	Distância da nascente	Localização
C1	4,7 km	Rural	J1	0,5 km	Rural
C2	10,6 km	Urbana	J2	1,3 km	Rural/Urbana
			J3	4,5 km	Urbana
			JC1	5,1 km	Urbana
			JC2	8,3 km	Rural



Legenda

— limite de bacia hidrográfica  área inundável  estação de amostragem — estrada pavimentada

FIGURA 2. Localização das estações de amostragem nos córregos Cerradinho e Jaboticabal, Jaboticabal-SP (Fonte de escala: Instituto Geográfico e Cartográfico, 1991).

Neste trabalho foram avaliados os parâmetros vazão, temperatura, pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes totais e *Escherichia coli*. As amostras de água foram coletadas mensalmente de dezembro/1999 à abril/2000, de quarta à sexta-feira, entre 9 e 12 horas, em dias sem chuva. As amostras foram da água superficial retirada do ponto mais central possível, acondicionadas em frascos de até 1 litro, abertos no momento da amostragem e fechados à seguir. A vazão foi medida nas estações de amostragem, localizadas à montante da confluência dos córregos, seguindo a metodologia descrita por Azevedo Neto & Alvarez (1982).

A temperatura foi mensurada no local da amostragem através da leitura direta em termômetro de mercúrio. Os demais parâmetros foram analisados em laboratório, sendo o pH através da leitura em potenciômetro digital, o OD pelo método Winkler modificado pela azida sódica, a DBO à partir da diferença do OD mensurado no início e ao final do período de 5 dias de incubação e os exames de coliformes totais e coliformes fecais (*Escherichia coli*) pela técnica do Colilert (APHA, 1995).

Os dados meteorológicos utilizados (Tabela 2) foram extraídos do acervo da área de Agrometeorologia do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP. A Estação Agroclimatológica está localizada na FCAV/UNESP, em um ponto intermediário na bacia hidrográfica do Córrego Jaboticabal.

TABELA 2. Valores mensais de temperatura média do ar (°C), precipitação (mm) e número de dias de chuva no município de Jaboticabal-SP, de maio/1999 à abril/2000.

Mês	T média do ar (°C)	P (mm)	Dias de chuva	Mês	T média do ar (°C)	P (mm)	Dias de chuva
maio/99	18,6	28	2	dezembro/99	24,3	232	14
junho/99	18,6	20	4	janeiro/00	24,2	276	17
julho/99	20,3	2	3	fevereiro/00	24,0	242	17
agosto/99	20,8	0	0	março/00	23,6	107	19
setembro/99	22,7	79	7	abril/00	22,7	51	4
outubro/99	23,5	68	8				
novembro/99	23,0	82	11				

Fonte: Estação Agrometeorológica da FCAV/UNESP - Câmpus de Jaboticabal; altitude 595m.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Vazão

A vazão dos córregos Cerradinho e Jaboticabal apresentaram variabilidade espacial e temporal (Tabela 3). Mensalmente, as menores vazões ocorreram nas estações C1 e J1, enquanto as maiores foram nas C2 e J3. Na região de confluência dos córregos, a vazão na estação C2 do Córrego Cerradinho foi sempre maior (2 a 4 vezes) que na J3 do Córrego Jaboticabal. A área da bacia hidrográfica influiu na quantidade de água que atinge os cursos fluviais; quanto maior a distância em relação à nascente, maior a área de captação de água na bacia hidrográfica, o que faz a vazão aumentar da nascente à foz.

TABELA 3. Vazão ($L.s^{-1}$) dos córregos Cerradinho e Jaboticabal nas estações de amostragem, de maio/1999 à abril/2000, Jaboticabal-SP.

Estação	mai	jun	jul	ago	set	out	dez	jan	fev	mar	abr
C1	218,3	151,1	98,1	71,4	78,1	70,8	122,4	110,5	142,8	191,1	211,4
C2	958,3	932,9	843,4	683,7	708,9	697,9	971,4	1035,0	1042,7	1078,0	924,0
J1	0,5	2,0	1,7	1,1	1,0	0,2	0,7	0,8	0,8	0,6	0,6
J2	20,5	18,8	15,5	6,7	6,7	8,5	8,5	8,3	---	---	---
J3	434,5	339,6	214,0	168,1	205,6	246,6	---	---	---	---	---

As menores vazões dos córregos ocorreram de julho à outubro e as maiores de dezembro à março, recebendo influência da precipitação (Tabela 2). Esses córregos, por serem perenes, de curso reto para meandro encaixado, de fluxo turbulento corrente e de pouco desnível e áreas pedregosas, caracterizam um sistema fluvial que regula o transporte de materiais e confere certa unidade ao ecossistema, através de mecanismos como a turbulência e o fluxo não uniforme. A vazão influencia a autodepuração, a qual decorre também de outros fatores naturais como cascalhamento, velocidade da água, profundidade e OD, e de intervenção humana como barramentos, obras de retificação e derivações.

3.2 Temperatura e pH

De forma geral, os córregos Cerradinho e Jaboticabal apresentaram aumento da temperatura e do pH da água em direção à confluência dos mesmos (Figura 3), à partir da qual os valores sofreram pequena redução e mantiveram certa estabilidade semelhante à valores obtidos por Palhares et al. (2000) em águas próximas à estação JC2, por Amaral (1992) em águas do Córrego Rico e pela CETESB (1994) em águas do Rio Mogi Guaçu.

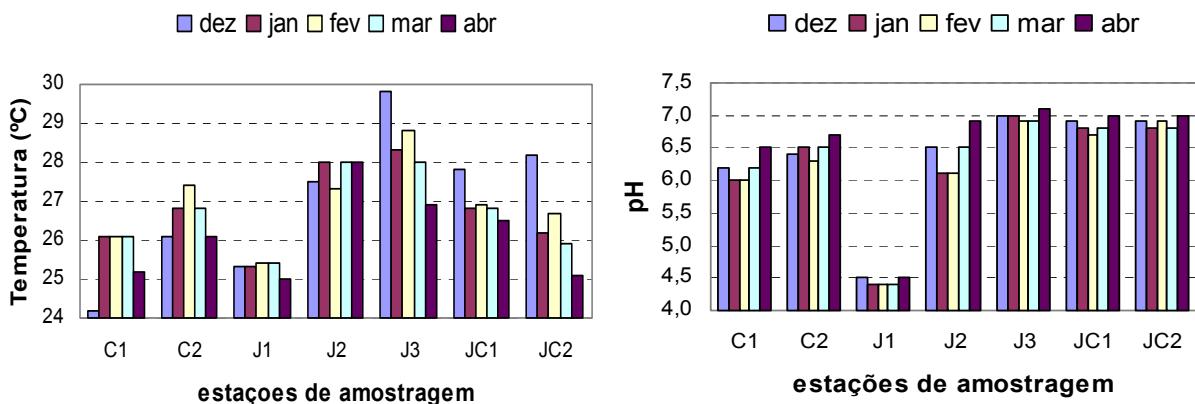


FIGURA 3. Temperatura (°C) da água e pH da água coletada nas estações de amostragem dos córregos Cerradinho e Jaboticabal, Jaboticabal-SP.

Em todas as estações de amostragem, o valor pH manteve certa constância no período analisado. Quanto à temperatura da água, a variação ocorrida foi semelhante à da temperatura média do ar (Tabela 2). Variações de temperatura da água fazem parte do regime climático natural sendo que a temperatura da água sofre influência da temperatura do ar, admitindo-se que variações na temperatura do ar implica em variação na temperatura da água, com menor intensidade. O aumento na temperatura da água diminui a densidade e a tensão da película formada pelas moléculas de água na camada de contato com o ar, sendo que a troca de calor ocorre nesta camada superficial. Por apresentar maior calor latente, a água apresenta maior resistência à mudança de temperatura que o ar.

A estação J1 foi a que apresentou a menor amplitude térmica por ser praticamente o instante em que a água aflora na superfície, sofrendo menor influência da temperatura do ar e da incidência dos raios solares. No solo, a água apresenta temperatura mais constante e semelhante à temperatura deste. As temperaturas médias mensais mais elevadas geralmente ocorreram na estação J3, provavelmente por apresentar à montante degradação ambiental, curso difuso assoreado e lâmina d'água pouco espessa.

Os menores valores pH ocorreram sempre na J1, permanecendo entre 4,4 e 4,5, resultados semelhantes aos obtidos por Amaral (1992) e SAAEJ (2000). Os baixos valores pH da água nessa estação, fornecem indício da ausência de substâncias tamponadoras, como bicarbonatos e carbonatos em solução, e sua maior concentração de íons H^+ pode ser decorrente do tipo de solo proveniente da Formação Botucatu e da presença de ácidos minerais e orgânicos, dissolvidos do material de origem alóctone (adubos) e/ou autóctone. A cobertura vegetal original dessa região era cerrado e a atual são culturas em que predomina a cana-de-açúcar.

3.3 Oxigênio Dissolvido (OD) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Mensalmente os menores valores de OD (Figura 4) foram sempre encontrados na estação JC2 (0 a $4,1\text{mg.L}^{-1}$), enquanto nas demais as variações variaram de $4,3$ a $6,0\text{mg.L}^{-1}$ exceto na J3 em dezembro ($2,8\text{mg.L}^{-1}$). A estação J1 apresentou menor amplitude nos valores de OD ($0,5\text{mg.L}^{-1}$), talvez pelo fato da água que aflora à superfície ter pouco contato com o ar atmosférico e com ações antrópicas, impossibilitando interferências no seu teor de OD. O Córrego Cerradinho apresentou pequena variação no teor de OD mantendo-se entre $4,3$ e $5,6\text{mg.L}^{-1}$. No Córrego Jaboticabal os teores foram entre $4,3$ e $6,0\text{mg.L}^{-1}$, exceto na J3 em dezembro e na JC2 cuja concentração foi mais variável. Próximo à estação JC2, Palhares et al. (2000) identificaram valores de 0 a $6,3\text{mg.L}^{-1}$.

Os menores teores mensais de DBO (Figura 4) ocorreram nas estações J1 e C1 (0 à 1,4mg.L⁻¹) e os maiores na JC2 (21 a 54mg.L⁻¹). De forma geral, os córregos Cerradinho e Jaboticabal apresentaram aumento na DBO da nascente à foz, demonstrando haver contribuição orgânica mesmo depois de canalizado o esgoto urbano.

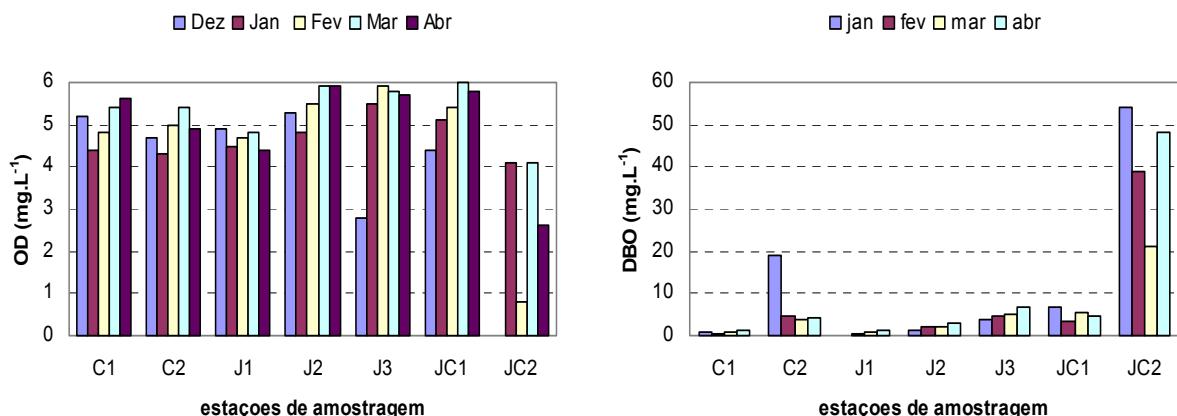


FIGURA 4. OD (mg.L⁻¹) e DBO (mg.L⁻¹) da água coletada nas estações de amostragem dos córregos Cerradinho e Jaboticabal, Jaboticabal-SP.

A solubilidade dos gases depende da temperatura, sendo os níveis de OD mais críticos no verão pois o aumento da temperatura acelera a velocidade das reações bioquímicas do metabolismo celular dos organismos vivos, provocando maior consumo de oxigênio. Essas reações são resultantes da atividade biológica e influenciadas pela temperatura e condição nutricional do meio. Em águas naturais limpas a DBO pode não ultrapassar 5mg.L⁻¹ e em esgoto doméstico pode variar de 100 a 300mg.L⁻¹; a CETESB (1994) considera que águas com teores de DBO inferiores a 4mg.L⁻¹ são consideradas mais limpas e superiores a 10mg.L⁻¹ mais poluídas.

O OD expressa a quantidade de oxigênio dissolvido presente no meio, sendo empregado para avaliar a condição natural da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica. Sua concentração está sujeita à variação diária e sazonal em função da temperatura, da atividade fotossintética, da turbulência da água e da vazão do rio. As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese, enquanto os maiores consumidores são os processos de composição de matéria orgânica, de perda para a atmosfera e de respiração dos organismos aquáticos.

A DBO mensura o OD que se encontra no meio aquático e que é utilizado por um período de incubação de cinco dias pela degradação bioquímica da matéria orgânica e pela oxidação de materiais inorgânicos como sulfetos e íons ferrosos. Seus maiores aumentos são provocados por despejos orgânicos, sendo que o valor elevado da DBO pode indicar incremento da microbiota, a qual pode produzir sabores e odores desagradáveis e obstruir os filtros de areia das estações de tratamento.

A DBO é um indicador do comprometimento da condição do meio, porém Branco (1983) não recomenda seu uso como valor absoluto na determinação da qualidade e da potabilidade da água. Esse parâmetro é utilizado em estudos de preservação ecológica de mananciais e de proteção de sua fauna, flora e microbiota, mas não se constitui em índice seguro de contaminação da água de abastecimento.

3.4 Coliformes totais e *Escherichia coli*

Geralmente as águas amostradas dos córregos Cerradinho e Jaboticabal apresentaram aumento do NMP de coliformes totais e de *Escherichia coli*, em direção à foz (Figura 5), sendo que, mensalmente, os menores valores ocorreram nas estações J1 e C1 e os maiores na JC2.

O valor médio do NMP de *Escherichia coli* na estação JC1 ($1,2 \times 10^7 \cdot 100 \text{mL}^{-1}$) foi maior que a somatória dos aportes médios na C1 e J2 ($2,1 \times 10^6 \cdot 100 \text{mL}^{-1}$); acrescentando que o efeito da diluição ser até 60 vezes maior na JC1 em relação a J2 e o fato da *Escherichia coli* geralmente não se multiplicar no ambiente aquático, acredita-se da existência de lançamento de esgoto "in natura" nesse corpo d'água, demonstrando haver contribuição fecal mesmo depois de canalizado o esgoto urbano.

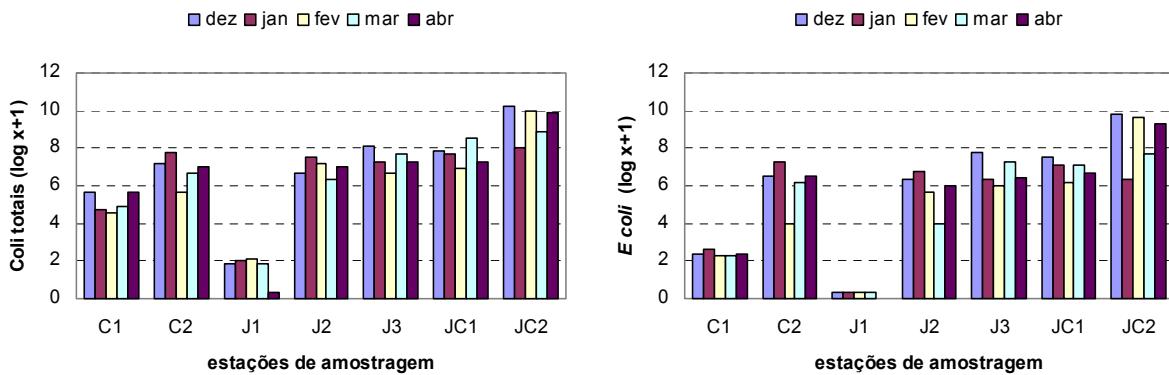


FIGURA 5. Números mais prováveis (NMP) de Coliformes totais e de *Escherichia coli* ($\log x+1$) da água coletada nos córregos Cerradinho e Jaboticabal, Jaboticabal-SP.

Na água, a presença de bactérias do grupo coliforme indica poluição com risco potencial da presença de organismos patogênicos, pois essas bactérias ocorrem em grande número na microbiota intestinal humana e de outros animais de sangue quente, sendo eliminadas pelas fezes. Segundo Farache Filho & Carvalho (1983) os coliformes também são encontrados no solo e em vegetais, porém os essencialmente fecais não se multiplicam com facilidade no meio externo e têm sobrevivência similar às bactérias patogênicas de origem intestinal. Esses autores ponderam que determinados estudos afirmam que bactérias coliformes totais também não são detectadas em águas não poluídas por fezes.

A presença de coliforme total é um alerta de que houve contaminação da água porém não detecta sua origem, enquanto a presença de coliformes fecais indica poluição proveniente de fezes de animais de sangue quente e/ou humanas. Os números perigosos de coliformes em águas usadas para abastecimento público ou privado, decorre do duplo uso que se faz dos cursos d'água, utilizados tanto para lançamento de resíduos como para manancial. São raras as cidades que dispõem de cabeceiras de rios em regiões montanhosas e protegidas por matas espessas, sendo freqüente as cidades ou povoações utilizarem para o seu abastecimento, o esgoto diluído de uma cidade situada à montante.

3.5 Enquadramento das águas dos córregos Cerradinho e Jaboticabal

Na Figura 6, são observados os valores médios dos parâmetros de pH, OD, DBO, coliformes totais e *Escherichia coli*, nas estações de amostragem no período de dezembro/1999 à abril/2000.

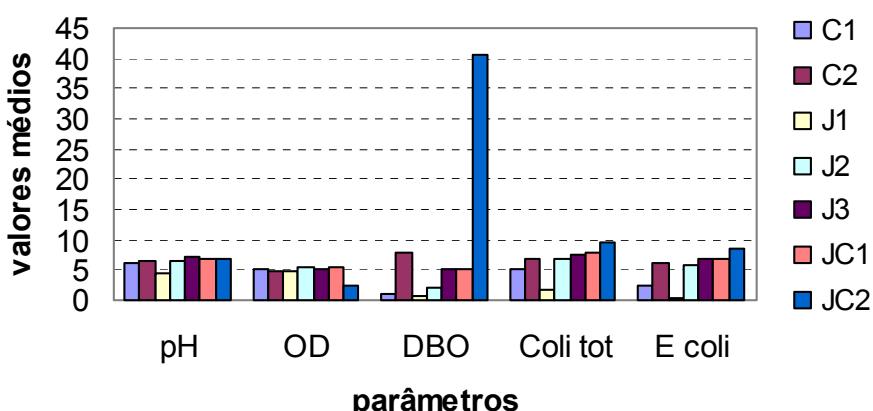


FIGURA 6. Valores médios de pH, de OD e DBO (mg.L^{-1}) e de coliformes totais e *Escherichia coli* ($\log x+1$), nas águas coletadas dos córregos Cerradinho e Jaboticabal, de dezembro/1999 à abril/2000.

De acordo com a Resolução CONAMA 20/86, a CETESB (1994) classificou o Córrego Jaboticabal como sendo Classe 4, o que permite que suas águas sejam destinadas a navegação, à harmonia paisagística e aos usos menos exigentes. Comparando os valores obtidos com os determinados por essa Resolução, identificou-se que o parâmetro que mais interfere na qualidade das águas é o de coliformes totais seguido respectivamente de *Escherichia coli*, OD, DBO e pH (Tabela 4).

TABELA 4. Classificação da água dos córregos Cerradinho e Jaboticabal, nas estações de amostragem, em função dos parâmetros de qualidade e da Resolução CONAMA 20/86.

Estação de amostragem	Parâmetro					Classe
	pH	DBO	OD	Coli total	<i>E. coli</i>	
C1	1 a 4	1	3	4	2	4
C2	1 a 4	3	3	4	4	4
J1	----	1	3	1	1	3
J2	1 a 4	1	3	4	4	4
J3	1 a 4	3	4	4	4	4
JC1	1 a 4	3	3	4	4	4
JC2	1 a 4	4	----	4	4	4

A estação J1, exceto nos parâmetros de OD e pH, apresenta característica Classe 1. Nas demais estações, os coliformes totais e a *Escherichia coli* (exceto C1) contribuíram para inviabilizar o uso das águas na Classe 3 (destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras e à dessedentação de animais). Se a perspectiva for o enquadramento das águas na Classe 2 (destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de plantas, hortaliças e frutíferas e na agricultura) também é necessário adequar os parâmetros OD e DBO. A estação JC2 se apresenta Classe 4, inclusive o parâmetro OD foi menor que o limite mínimo.

No Córrego Cerradinho, a poluição na estação C1 é devido à ação de agentes rurais como práticas agrícolas, criações e chácaras e na C2 é devido à resíduos urbanos. No Córrego Jaboticabal, a estação J1 é considerada como isenta de ação antrópica direta, enquanto que na J2 a poluição é devido à ação de agentes rurais como na C1 e à possível incremento de resíduos urbanos; na J3 e JC1 é devido à resíduos urbanos como na C2; finalmente, na JC2 é devido a forte ação antrópica representada pela cidade e Câmpus da FCAV/UNESP, estando próximo e à jusante do local de despejo do esgoto urbano.

Os resultados mostram que variáveis básicas são eficazes na identificação e no monitoramento de corpos d'água alterados por descargas de esgotos orgânicos, evidenciando sua imediata alteração nos ecossistemas aquáticos. Essa análise é coerente com os resultados obtidos por Camargo et al. (1995) e Palma-Silva (1999) ao avaliar o impacto provocado pelas descargas de esgotos orgânicos em alguns corpos d'água do município de Rio Claro-SP.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa permitem concluir que:

- O monitoramento de indicadores de qualidade detectou a intensidade com que poluentes biológicos estão presentes nos pontos de amostragem dos córregos Cerradinho e Jaboticabal, sendo que houve aumento da poluição hídrica das nascentes à foz, referente aos parâmetros OD, DBO, coliformes totais e *Escherichia coli*;
- Os parâmetros hídricos de coliformes totais e *Escherichia coli*, contribuíram para inviabilizar o uso das águas na Classe 3 e se a perspectiva for o enquadramento das águas na Classe 2, também será preciso adequar os parâmetros OD e DBO;
- A prática isolada da coleta de esgoto urbano através de interceptores, melhorou a qualidade hídrica porém não foi suficiente para tornar despoluídos os Córregos Cerradinho e Jaboticabal;
- É recomendável desenvolver um plano integrado de manejo hídrico na bacia hidrográfica do Córrego Jaboticabal, minimizando ou até eliminando sua contribuição negativa às águas do Córrego Rico e, por sua vez, do Rio Mogi-Guaçu.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, L.A. do. **Influência da precipitação pluviométrica nas características bacteriológicas, físicas e químicas da água de diferentes mananciais de abastecimento da cidade de Jaboticabal - SP.** 1992. 113f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

APHA – American Public Health Association. **Standard methods for examination of water and wastewater.** 19th. ed. Washington: EPS Group, 1995. p.1.1 - 9.68.

AZEVEDO NETO, J.M. de; ALVAREZ, G.A. **Manual de hidráulica.** 7. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1982. v.1, p.79-97.

BRANCO, S.M. **Poluição a morte de nossos rios.** São Paulo: ASCETESB, 1983. 155p.

CAMARGO, A.F.M. **Poluição das águas:** esgotos sanitários domésticos e industriais. Rio Claro, 1997. 22p. Apostila.

CAMARGO, A.F.M.; BINI, L.M.; SCHIAVETTI, A. Avaliação dos impactos provocados pelas descargas de esgotos orgânicos em alguns corpos d'água do município de Rio Claro. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.2, p.395-406, 1995.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo - 1993.** São Paulo, 1994. 225p.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº20:** classificação das águas do território nacional. Brasília: Imprensa Oficial, 1986. p.43-53.

DAMASCENO, S.; CAMPOS, J.R. Potencial do reuso de efluente de sistema de lagoas de estabilização na irrigação. **Revista Irriga**, Botucatu, v.5, n.1, p.44-51, 2000.

FARACHE FILHO, A.; CARVALHO, J.P.P. Bactérias indicadoras de poluição fecal em águas de poços rasos que abastecem a zona rural do Distrito de Gavião Peixoto, Município de Araraquara, SP. **Revista Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v.5, p.55-63, 1983.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico São Paulo 2000:** dados preliminares. Rio de Janeiro, 2000.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO. Coordenadoria de Planejamento Regional. **Plano Cartográfico do Estado de São Paulo:** 1991. São Paulo: Secretaria de Planejamento e Gestão, 1991.

JARDIM, W.F.A. Contaminação dos recursos hídricos por esgoto doméstico e industrial. **Química Nova**, São Paulo, v.15, n.2, p.144-146, 1992.

PÁDUA, H.B. de. Variáveis físicas, químicas e biológicas para caracterização das águas em sistemas abertos. In: MARTOS, H.L.; MAIA, N.B. (Coord.). **Indicadores ambientais.** Sorocaba: Bandeirantes Indústria Gráfica, 1997. p.89-98.

PALHARES, J.C.P.; SCANDOLERA, A.J.; LUCAS Jr, J.; COSTA, A.J. da. Monitoramento da qualidade da água do Córrego Jaboticabal através de parâmetros químicos. In: **WORKSHOP DE INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOGI GUAÇU**, 3., 2000, Porto Ferreira. **Anais...** Porto Ferreira: a Prefeitura, 2000. p.43-44.

PALMA-SILVA, G.M. **Diagnóstico ambiental, qualidade da água e índice de depuração do Rio Corumbataí-SP.** 1999. 155f. Dissertação (Mestrado em Manejo Integrado de Recursos) - Centro de Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

SAAEJ - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jaboticabal. **Relatórios técnicos.** Jaboticabal, 2000.

SANTOS, S.S.M. dos. Saneamento básico. In: IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Recursos naturais e meio ambiente:** uma visão do Brasil. Rio de Janeiro, 1993. cap.9, p.101-112.

SMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Uma nova política de mananciais:** diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo. São Paulo, 1997. 24p.

VITTA, A. **História do saneamento básico de Jaboticabal.** Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 1999. 93p.

WHITAKER, A.P.A. **Jaboticabal no primeiro centenário de sua fundação:** histórico e estatística. São Paulo: Typographia Rio Branco, 1928. 201p.