
Avaliação de parâmetros químicos, microbiológicos e parasitológicos de águas de abastecimento da UNESP e residuária, no município de Jaboticabal, Estado de São Paulo

Analyze chemistry, microbiological and parasitological of the drinking water in UNESP and wastewater from Jaboticabal – SP, Brazil

Antonio João Scandolera^{1,2}; Julio César Palhares³; Jorge de Lucas Junior⁴; Luiz Augusto do Amaral⁴; Rafael Paranhos de Mendonça¹; Gilson Pereira de Oliveira¹

Resumo: Objetivou-se avaliar as condições da qualidade da água de abastecimento do Campus Universitário da UNESP de Jaboticabal e residuária na micro-bacia do Córrego do Jaboticabal, por meio de análises químicas, bacteriológicas e parasitológicas. Amostras foram colhidas semanalmente no período de 24/09/98 a 28/01/99 definindo-se água de abastecimento como aquela fornecida pelo poder público, proveniente de poço artesiano e água residuária, oriunda de um ponto de colheita localizado no Córrego Cerradinho a jusante da cidade. Os parâmetros analisados foram: pH, oxigênio dissolvido (OD), nitrato, nitrito, amônia, demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes fecais, coliformes totais e ovos de helmintos apenas na água residuária. Os resultados mostraram que a água de abastecimento possuía altas concentrações de OD (6,2 a 8,9 mg/L). A DBO foi nula para todas as amostras, sendo a DQO baixa (0,0 a 18 mg/L). As formas nitrogenadas apresentaram valores aceitáveis. A água residuária apresentou-se atóxica na maioria das colheitas, apesar das concentrações de DQO e DBO (32 a 201 mg/L de DQO) e (18 a 113 mg/L de DBO) mostrarem reduzidas. O nitrato prevaleceu em relação ao nitrito, estando a amônia presente em concentrações muito altas (0,0 a 13,4 mg/L). Quanto aos parâmetros bacteriológicos 35,3% das amostras da água do Campus da UNESP de Jaboticabal apresentaram-se impróprias para o consumo humano. A água do córrego Cerradinho apresentou elevadas concentrações bacteriológicas e de ovos de helmintos. Conclui-se que a qualidade da água de abastecimento servida no Campus de Jaboticabal precisa ser monitorada desde sua captação até a sua distribuição, visando à identificação dos possíveis pontos de contaminação, para a tomada de ações preventivas que solucionem o problema de inconstância na sua qualidade. A água residuária, em função da elevada concentração de organismos potencialmente patogênicos, níveis tóxicos de amônia e elevada DQO e DBO, necessitam de tratamentos para ser utilizada na irrigação e na dessedentação animal.

Palavras-chave: qualidade da água, parâmetros químicos, coliformes fecais, coliformes totais, micro-bacia, córrego Jaboticabal.

Abstract: The quality conditions of the water that supplies the UNESP University campus in Jaboticabal city and its wastewater from the Jaboticabal Stream were evaluated by chemical analysis bacteriological and parasitological. Samples were collected weekly from 09/24/98 through 01/28/99, water supply provided by the Municipal Government from an artesian well source and wastewater was taken from the Jaboticabal Stream at a point downstream from the town. The parameters analyzed were: water pH, DO, nitrate, nitrite, ammonia, COD and BOD, coliform bacillus and helminths eggs only in wastewater. The results showed with high DO concentrations (6,2 to 8,9 mg/L) in the water supply. BOD was void for all samples, with low COD (0,0 to 18 mg/L). Nitrogen forms showed acceptable values. Wastewater was anoxic in the majority of the samples, but COD and BOD concentrations were reduced in this kind of water (32 to 201 mg/L COD and 18 to 113 mg/L BOD). Nitrate prevailed over nitrite, and ammonia concentrations were too high (0,0 to 13,4 mg/L). As for the bacteriological parameters to 35,3% of the samples of the water of the Campus presented inappropriate for the human consumption. The water from the Cerradinho Stream showed high bacteriological and helminths eggs concentration. It can be concluded that the wastewater must receive treatment to be used by animals or agrícola irrigation because of the potential pathogenic organism, ammonia, COD and BOD high concentrations.

Key words: quality of the water, chemical parameters, fecal coliforms, total coliforms.

¹ CPPAR–Centro de Pesquisas em Sanidade Animal, FCAVJ/UNESP, Campus de Jaboticabal

² Aluno de pós-graduação, FCAV/UNESP, Jaboticabal.

³ Pesquisador II Embrapa Suínos e Aves.

⁴ FCAVJ/UNESP, Campus de Jaboticabal

1 Introdução

As águas em todo o planeta cobrem três quartos da superfície da Terra, no entanto, mais de 97% é salgada e menos de 3% é água doce. Desta última, 77% apresentam-se congelados nos círculos polares, 22% compõem-se de águas subterrâneas e a pequena fração restante encontra-se nos lagos, rios, plantas e animais (WORLD RESOURCE INSTITUTE AND INTERNATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1988). Constituem-se em um recurso natural finito que, com a escassez futura, poderá limitar o crescimento da agropecuária e da indústria, colocando em risco a saúde, nutrição e desenvolvimento econômico.

Desta forma, o universo aquífero deve ser preservado em quantidade e qualidade para que o desenvolvimento e o progresso da sociedade mundial não sejam comprometidos. Tal preservação inclui várias medidas, como: conservação de nascentes e mananciais de abastecimento, bem como dos lençóis subterrâneos; conscientização e educação das sociedades, visando ao uso racional das águas; estabelecimento de parâmetros para um desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos; colheita de esgotos urbanos, industriais e rurais, com posterior tratamento, dentre outras.

Pela história do surgimento das cidades, pode-se constatar que nossos antepassados optaram por locais nos quais a disponibilidade de água era abundante, com facilidades para o despejo de seus esgotos. Tinha-se a visão de que os cursos d'água existiam para dois propósitos: o fornecimento de água de qualidade e meio de carreamento de materiais e substâncias indesejáveis. Atualmente esta visão é incompatível com os conceitos ambientais que norteiam nosso presente e futuro, pois os rios continuam a ser fornecedores de água, em muitos casos com baixa qualidade, mas não podem continuar sendo objeto de despejo de todo e qualquer tipo de material estranho à sua natureza.

Assim, o gerenciamento dos recursos hídricos exige grandes esforços para melhorar a eficiência dos processos de tratamentos, da conservação e dos sistemas de colheitas de águas residuárias (RENEW AMERICA, 1989).

No Brasil o número de cidades que possuem coleta de esgotos é pequeno, sendo reduzidas as localidades em que, a estes esgotos, é dado um tratamento antes de despejá-los nos rios. Vários são os motivos para estas ocorrências, enquadrando-se a falta de recursos financeiros nos municípios, falta de interesses políticos por este tipo de obra, consciência ambiental da população e a cultura que predomina em nosso país, pois pensa-se que água, aqui, nunca irá faltar.

A presença de compostos nitrogenados nos seus diferentes estados de oxidação é indicativo de contaminação do aquífero e de possíveis condições higiênico-sanitárias insatisfatórias. Atualmente, por estar se tornando um problema mundial, a contaminação da água por estes compostos tem recebido atenção especial. Alaburda e Nishihara (1998) verificaram que, de 607

amostras de águas de poços localizados na região metropolitana da Grande São Paulo, 15% apresentaram teores de pelo menos uma forma de nitrogênio em desacordo com a legislação estadual. Tais achados levaram os autores a concluir que a contaminação das águas subterrâneas por compostos de nitrogênio é significativa no Estado de São Paulo, sugerindo, ainda, que seu monitoramento é de vital importância e deve ser realizado para viabilizar uma rediscussão da legislação federal que, por sua vez não estabelece limites para as concentrações de nitrogênio amoniacal, albuminóide e nitrato.

Ainda, a água normalmente é habitada por vários tipos de microrganismos que dela extraem os elementos indispensáveis à sua sobrevivência. No entanto, organismos patogênicos ocasionalmente são introduzidos nos corpos d'água, e, utilizando a água como veículo, constituem-se um perigo sanitário potencial.

A detecção de Coliformes totais em amostras de águas não é necessariamente um indicativo de contaminação fecal, pois o grupo designado como coliformes totais engloba um grande número de bactérias, entre elas a *Escheríchia coli*, exclusivamente de origem fecal e que dificilmente multiplica-se fora do trato intestinal, no entanto engloba também outras bactérias dos gêneros *Citrobater*, *Eritrobacter* e *Klebsiella*, igualmente identificadas pelas técnicas laboratoriais como coliformes totais e que são comumente encontradas no solo e nos vegetais (SOUZA e PERRONE, 2000).

Considerando-se a situação vigente, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas tendo as bacias hidrográficas como unidades de estudo, localizando os pontos de poluição e diagnosticando as condições qualitativas de seus recursos hídricos. Para tanto, faz-se necessário o uso de colheitas de dados relacionados à qualidade da água avaliando-se seus contaminantes (ARCHIBALD, 1994).

O município de Jaboticabal está localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu, correspondendo à 7ª zona hidrográfica do Estado de São Paulo. Sua microbacia é denominada Córrego do Jaboticabal, sendo formada pelo Córrego Rico e Ribeirão Cerradinho. De acordo com a Secretaria do

Meio Ambiente do Estado de São Paulo (1990), as águas compreendidas entre a confluência do Córrego Rico e Ribeirão Cerradinho e a confluência com o Rio Mogi-Guaçu se enquadram na "classe 3" e as do Ribeirão Cerradinho até a confluência com o Córrego Rico, à "classe 4".

As coordenadas geográficas do município são: Latitude, 21° 15' 22"; Longitude, 48° 18' 58" W.Gr. e Altitude de 575 m. O clima, segundo classificação de KOPPEN é "Cwa", isto é, subtropical úmido, seco no inverno e com chuvas no verão, com precipitação anual em torno de 1400mm e temperatura média anual próxima a 22°C.

A presente pesquisa objetivou avaliar as condições da qualidade da água de abastecimento fornecida pelo poder público à comunidade universitária do Campus

da UNESP de Jaboticabal, Estado de São Paulo (SP), e da água residuária na micro-bacia do Córrego do Jaboticabal. Para o estudo, parâmetros químicos (pH, oxigênio dissolvido (OD), formas nitrogenadas, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO), microbiológicos e parasitológicos foram avaliados.

2 Material e Métodos

2.1 Amostras de água

As amostras de água (aproximadamente 300mL) foram colhidas semanalmente entre 08/09/1998 e 31/12/1998, em frascos de vidro estéreis, na área do Centro de Pesquisas em Sanidade Animal (CPPAR) e analisadas no Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAVJ – UNESP).

A água de abastecimento sofre captação do tipo subterrânea (poço artesiano) e não recebe qualquer tratamento antes de ser fornecida a comunidade universitária, sendo utilizada tanto para o abastecimento humano como na agropecuária. As amostras foram colhidas diretamente de uma torneira.

Por sua vez, amostras da água residuária foram colhidas no Ribeirão Cerradinho, no trecho em que passa nas imediações do CPPAR, após recebimento dos afluentes da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, margem direita, portanto, o ponto de colheita estava localizado a jusante da zona urbana.

As colheitas foram realizadas, semanalmente, no período de 24/09/98 a 28/01/99.

As amostras de água bruta (poluída), destinada a análise parasitológica, foram colhidas sempre no mesmo dia da semana e horário, procedendo-se a sucção de 190L da água do córrego, até um reservatório previamente higienizado (caixa de fibrocimento) que, após o seu enchimento, permaneceu fechado e em repouso durante 24h.

Após cuidadosa drenagem de quase toda a água, tomaram-se os últimos 2 litros em proveta, e após um período de repouso de três horas, descartaram-se 500ml do sobrenadante. Do volume restante, sob cuidadosa homogeneização, recolheram-se 300 ml que foram levados para o laboratório, estocados em garrafas de vidro, fixados com formaldeído a 4% e mantidos em temperatura de 4°C até a análise helmintológica.

2.2 Variáveis químicas da água

A. pH

O pH de todas as amostras foi registrado por meio de um medidor portátil (Corning, modelo PS15).

B. Oxigênio Dissolvido (OD)

Este parâmetro foi determinado pelo método de Winkler, segundo Golterman *et al.* (1978).

C. Formas Nitrogenadas

As formas nitrogenadas foram determinadas pelos métodos nitrato (Cadmium Reduction Method – low

range), nitrito (Diazotization Method – low range) e amônia (Salicylate Method), utilizando-se reagentes para análise de água da “HACH”. Os valores foram obtidos por método colorimétrico, empregando-se espectrofotômetro modelo DR-2000 da HACH.

D. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Os valores da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foram obtidos de acordo com a metodologia descrita na publicação American Public Health Association – APHA (1992).

E. Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Obtiveram-se os valores da demanda química de oxigênio (DQO) por método colorimétrico, empregando-se espectrofotômetro modelo DR-2000 da HACH e bloco digestor para DQO de mesma marca. A metodologia descrita nos manuais do aparelho faz uso de digestão ácida em meio com dicromato de potássio e catalisadores, utilizando-se reta padrão registrada na memória do aparelho.

2.3 Avaliação microbiológica

Para as análises colimétricas (Coliformes fecais e Coliformes totais) foi empregada a técnica de tubos múltiplos (APHA, 1992).

Tais análises foram conduzidas junto ao Laboratório de Análises de alimentos de origem animal e água, do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal da FCAVJ/UNESP.

Das amostras de água da torneira (rede) foram feitas três diluições em meio de cultura Lauril Sulfato, usando séries de 5 tubos em cada diluição. Foram semeados 10ml na primeira série de 5 tubos, 1ml na segunda série e 0,1ml na terceira série.

Para a água poluída (procedente do córrego), procedeu-se previamente a uma série de diluições em água peptonada, na ordem de 10^{-1} até 10^{-9} , utilizando-se apenas as diluições de 10^{-4} até 10^{-9} para os estudos de colimetria. Neste caso foi utilizada uma série de três tubos para cada diluição.

Após semear as amostras em meio de cultura Lauril Sulfato, os tubos foram incubados em estufa a $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$, durante 48 horas, quando foram feitas as leituras. Foram considerados positivos os tubos Durham quando houve acumulação de gás no interior. O teste confirmativo foi realizado a partir dos respectivos tubos positivos no teste presuntivo, transferindo-se uma alíquota para Caldo Lactosado Bile Verde Brilhante e outra em caldo E.C..

As culturas em Caldo Lactosado Bile Verde Brilhante foram incubadas em estufa a $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$ durante 48 horas, enquanto as culturas em meio E.C. foram mantidas em banho-maria a $44,5^\circ\text{C}$ durante 24 horas, quando então fez-se a leitura, observando-se a formação de gás no interior do tubo de Durham.

A quantidade de coliformes fecais, expressa como o número mais provável de coliformes por 100 mL (NMP) foi obtida utilizando-se tabelas em que o NMP é fornecido

com os limites de confiança de 95%. Para as amostras de água potável utilizou-se tabela que fornece o NMP para combinações de resultados positivos e negativos quando são inoculados séries de cinco tubos (HIGASKINO *et al.*, 1998; APHA, 1992). Enquanto que, para as amostras com diluições de 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} feitas em séries de 3 tubos (água poluída), foi utilizada a tabela de Hoskins (APHA, 1992).

2.4 Avaliação qualitativa e quantitativa dos ovos de helmintos na água do córrego

Da amostra de 300 ml reservados para a análise parasitológica, após cuidadosa homogeneização, foi colhida uma amostra de 100 ml para pesquisa de ovos de helmintos, particularmente daqueles pertencentes ao gênero *Taenia*. Para tal, adotaram-se as técnicas de Bailinger, segundo Ayres e Mara (1996), empregando-se a seguinte equação para o cálculo do número de ovos por litro de água:

$$N = (A \times X)/(P \times V)$$

Em que:

N = número de ovos por litro da amostra;

A = número de ovos contados nas três câmaras;

X = volume final (após a adição da solução de $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ a 33%);

P = volume da câmara McMaster 0.9ml (0.3 ml/câmara);

V = volume original da amostra em litros

Empregou-se ainda, a técnica de Yanko (1987, *apud* SOCCOL *et al.*, 1998).

No cálculo da concentração de ovos (ovos/litro de água) neste último processo, efetuou-se uma regra de três simples. Sobre o valor encontrado não foi aplicada a taxa de recuperação dos métodos, como proposto por Coelho e Campos (1995), devido às alterações no tamanho das amostras originais, para as quais foram estabelecidas.

3 Resultados e Discussão

Os valores de pH (Figura 1), aferidos em ambas as águas, concentraram-se na faixa de pH neutro, e levemente básico com variação de 7,4 a 8,3 na água de abastecimento e de 6,7 a 7,7 na água residuária. Sabe-se que, durante o processo de decomposição da matéria orgânica, o oxigênio é consumido e o gás carbônico é liberado, formando o ácido carbônico e ocorrendo a acidificação do meio. Intensos processos de decomposição têm como consequência a liberação de CO_2 e, portanto, a formação de ácido carbônico e hidrogênio (MATHEUS, 1993).

Nota-se que a diferença entre as concentrações de pH da água de abastecimento e residuária foi muito pequena, podendo-se dizer que, para este parâmetro, as águas apresentaram o mesmo padrão de qualidade.

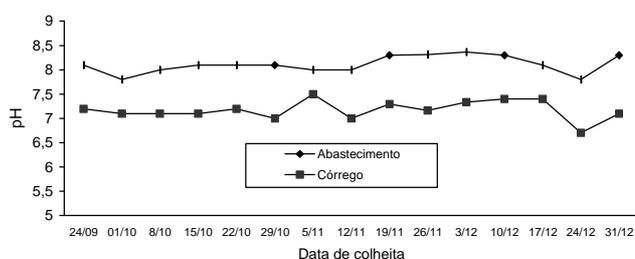


Figura 1 – Valores de pH, de amostras de águas de abastecimento e residuária, amostradas semanalmente. FCAV/UNESP.

A variação da concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) na água de abastecimento foi de 6,2 a 8,9 mg de OD/L de água (Figura 2). Estes valores demonstram que esta água apresenta-se apta para os mais diversos usos, inclusive o consumo humano, e que a matéria orgânica está ausente ou em reduzida quantidade.

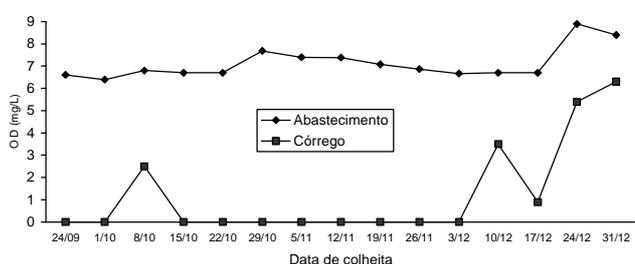


Figura 2 – Concentrações de oxigênio dissolvido (OD) de amostras de águas de abastecimento e residuária, amostradas semanalmente. FCAV/UNESP.

Na água residuária, porém, as concentrações de OD variaram de 0,0 a 6,3 mg/L e a grande freqüência de concentrações nulas indicam o alto grau de poluição, na forma de matéria orgânica, o que, pelos valores mensurados, determina uma baixa qualidade dessas águas. Problemas ambientais em corpos d'água são freqüentes devido ao excesso de matéria orgânica que consome muito oxigênio durante a decomposição. Resíduos orgânicos e inorgânicos reduzidos exercem uma demanda de oxigênio (BOYD, 1990).

A incidência e quantidade de chuvas influenciaram nas concentrações de OD; a partir de 10/12/98 (quarta semana), verificou-se o início de um período chuvoso que se estendeu até o final das amostragens. Neste período observaram-se as maiores concentrações de OD em ambas as águas, principalmente na residuária.

As principais fontes de poluição difusa são: agricultura, silvicultura, atmosfera, escoamento urbano e suburbano e águas subterrâneas; suas características são origens e descargas de águas residuais difusas. A qualidade dessas águas tende a variar com o tempo, influenciadas pelas chuvas, por exemplo (AALDERINK e LIJKLEMA, 1998).

Apesar da matéria orgânica estar presente em grande quantidade na água residuária, com concentrações de OD baixas e/ou nulas, o pH não apresentou concentrações reduzidas, não se observando, desta forma, a relação pH/oxigênio dissolvido.

A relação OD/temperatura não foi observada, mas, no início do experimento (época das secas com baixas temperaturas), as concentrações de OD não foram as mais elevadas. Na fase final, época das águas com elevadas temperaturas, as concentrações foram máximas. Este é mais um indício da estreita relação observada entre os valores de OD e a incidência de chuvas.

As concentrações de nitrato apresentaram-se com valores muito baixos, variando de 0,0 a 0,51 mg/L na água de abastecimento e de 0,0 a 0,57 mg/L na água residuária (Figura 3). De acordo com pesquisas realizadas por Walker *et al.* (1997), águas de abastecimento na cidade de Decatur e vila de Georgetown, Illinois, EUA, apresentaram concentrações de nitrato que, sazonalmente, excederam o padrão de 10 mg/L. Nota-se que no período de 20/10/98 a 10/12/98 a água residuária apresentou concentrações de nitrato mais altas, as quais não eram esperadas, pois como o OD no mesmo período foi baixo, deveria ter ocorrido o processo de desnitrificação. Na maioria das colheitas, altas concentrações de OD não estiveram relacionadas a altos valores de nitrato.

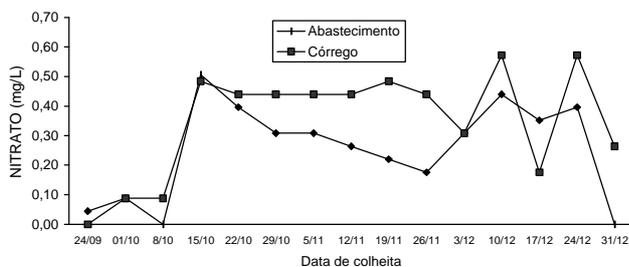


Figura 3 – Concentrações de nitrato de amostras de águas de abastecimento e residuária, amostradas semanalmente. FCAV/UNESP.

O nitrito (Figura 4) apresentou-se em concentrações reduzidas, sendo que somente em dois momentos sua concentração pôde ser considerada indesejável para o consumo humano, na primeira e última amostragem

para água residuária (0,12 e 0,1 mg/L, respectivamente). Na água de abastecimento as concentrações de nitrito foram menores, variando de 0,0 a 0,02 mg/L. O fato da água residuária ter apresentado concentrações de nitrito e sempre mais elevadas do que a de abastecimento, com variação de 0,02 a 0,12 mg/L, pode estar relacionado ao OD, pois baixas concentrações de OD propiciam a redução de nitrato a nitrito e, principalmente, as maiores concentrações de matéria orgânica nessas águas, evidenciadas pelas elevadas concentrações de nitrogênio amoniacal (Tabela 1).

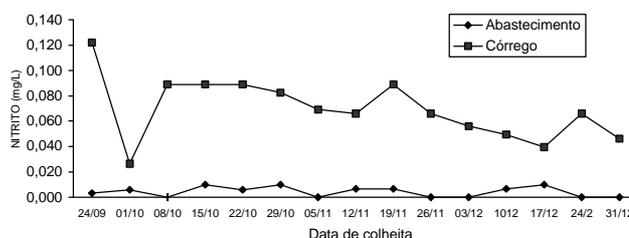


Figura 4 – Concentrações de nitrito de amostras de águas de abastecimento e residuária, amostradas semanalmente. FCAV/UNESP.

Quanto à amônia (Tabela 1), somente em uma colheita (01/10/98) da água de abastecimento a concentração pode ser considerada preocupante (0,7 mg/L) para os níveis de qualidade exigidos. Nas demais datas, os valores mantiveram-se satisfatórios (0,0 a 0,3 mg/L), predominando ausência de amônia em grande parte das amostras. Por outro lado, na água residuária a concentração foi muito elevada, com valores máximos de 9,15 a 13,4 mg/L; somente em dois momentos a concentração apresentou-se nula (10/12/98 e 24/12/98).

As altas concentrações de amônia estão relacionadas às baixas concentrações de OD verificadas na água residuária, pois o processo de desnitrificação torna-se acelerado, ao mesmo tempo que indica fontes de poluição próxima ou recente (BATALHA e PARLATORE, 1993). Observa-se que as maiores concentrações de amônia ocorreram quando os valores de OD eram nulos

Tabela 1 – Valores das concentrações de amônia (mg/L), de amostras de águas de abastecimento e residuária, amostradas semanalmente.

Amostragens (Dias)	Amônia (mg/L)		Amostragens (Dias)	Amônia (mg/L)	
	Abastecimento	Córrego		Abastecimento	Córrego
24/09	0,4	6,0	03/12	0,0	6,7
01/10	0,7	5,0	10/12	0,0	0,0
08/10	0,0	0,9	17/12	0,0	3,4
15/10	0,3	9,1	24/12	0,0	0,0
22/10	0,0	9,1	31/12	0,0	5,0
29/10	0,0	6,4	07/01	0,2	11,9
05/11	0,0	13,4	14/01	0,0	3,0
12/11	0,0	9,8	21/01	0,0	3,9
19/11	0,0	11,3	28/01	0,0	0,9
26/11	0,0	9,1	-----	-----	-----

e, conseqüentemente, quando o OD esteve presente, o nível de amônia apresentou uma redução.

Altas concentrações do íon amônio podem ter grandes implicações ecológicas como, por exemplo, influenciar fortemente a dinâmica de oxigênio do meio, uma vez que para oxidar 1,0 miligrama desse elemento, são necessários cerca de 4,3 miligramas de oxigênio; podem também influenciar a população de peixes, pois em pH básico o íon amônio se transforma em amônia que, dependendo de sua concentração, pode ser tóxica (BOYD, 1990).

Na Tabela 2 são apresentados os valores de demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO). A DQO da água de abastecimento apresentou-se com valores baixos durante todo período de colheita, com valor máximo de 18 mg/L e mínimo de 0,0 mg/L. Esses dados estão de acordo com as altas concentrações de OD encontradas nessas águas, pois a demanda por oxigênio foi reduzida.

Em contrapartida, na água residuária, as concentrações de DQO foram elevadas, principalmente na primeira metade das colheitas, com variação de 32 a 201 mg/L. Também se verificou a relação da DQO com o OD, pois, como nas primeiras amostras, o oxigênio manteve-se praticamente nulo e os valores de DQO foram altos. Nas amostras finais, com o aumento da concentração de OD, ocorreu uma redução nas concentrações de DQO. Nota-se que os maiores valores de DQO foram

encontrados nas menores concentrações de OD, sendo que o inverso não ocorreu, ou seja, nas maiores concentrações de OD os valores de DQO não foram os mais baixos.

Os valores de DBO (Tabela 2) foram nulos para todas as colheitas de água de abastecimento, estando de acordo com as concentrações de OD e DQO aferidas. Na água residuária, a DBO esteve presente em todas as colheitas, variando de 18 a 113 mg/L. Observou-se a estreita relação da DBO com o OD e DQO, pois as maiores concentrações desses parâmetros equivalem aos maiores valores de DBO. Nota-se ainda que no período final das colheitas, quando o OD e DQO tiveram suas concentrações reduzidas, o mesmo aconteceu com a DBO. Os valores de DBO da água residuária indicam a presença de matéria orgânica, a qual proporciona uma demanda por oxigênio.

3.1 Avaliação microbiológica (coliformes totais e coliformes fecais) das fontes de água

Pelos resultados da avaliação microbiológica das amostras de água (Tabela 3) observa-se que na água de abastecimento, mesmo sem receber qualquer tipo de tratamento, 64,7% das amostras apresentaram valores de coliformes totais e fecais dentro dos padrões da Portaria nº1469, de 20 de dezembro de 2000

Tabela 2 – Valores das concentrações de DQO e DBO (mg/L), de amostras de águas de abastecimento e residuária, amostradas semanalmente FCAVJ/UNESP.

Amostragens (Dias)	DQO (mg/L)		DBO (mg/L)	
	Abastecimento	Residuária	Abastecimento	Residuária
24/09	0,0	198	0,0	95
01/10	2,0	201	0,0	104
08/10	18	135	0,0	18
15/10	0,0	169	0,0	64
22/10	0,0	179	0,0	98
29/10	4,0	120	0,0	76
05/11	3,0	132	0,0	85
12/11	2,0	156	0,0	81
19/11	4,0	161	0,0	110
26/11	0,0	196	0,0	113
03/12	3,0	124	0,0	72
10/12	15	51	0,0	33
17/12	1,5	85	0,0	41
24/12	7,0	57	0,0	53
31/12	12	102	0,0	43
07/01	0,0	32	0,0	26
14/01	0,0	48	0,0	31
21/01	0,0	52	0,0	38
28/01	0,0	54	0,0	22

Tabela 3 – Número médio de coliformes totais e fecais por 100mL e % de amostras positivas e negativas de água de abastecimento e residuária amostradas semanalmente entre 24/09/98 e 28/01/99, num total de 19 amostragens.

Fontes de Água	Coliformes totais			Coliformes fecais			Amostras positivas (%) ²
	N.º Médio	Ampl. Var. ¹	NMP >2/100mL (%) ²	N.º Médio	Ampl. Var. ¹	NMP >2/100mL (%) ²	
Residuária	4275x10 ⁵	7,5x10 ⁶ a 1,5x10 ⁹	100,0	1,1x10 ⁶ a 2,3x10 ⁸	4,12x10 ⁷	100,0	100
Abastecimento	39,12	<2 a 170	70,6	<2 a 23	9,4	23,5	35,3

¹ Amplitude de variação

² Amostras com NMP>10 para coliforme total ou NMP>2 para coliforme fecal/100mL.

(BRASIL, 2001). Os resultados positivos para coliformes (35,3%) indicam que há necessidade de se realizar maior controle sobre a qualidade da água distribuída no Campus, uma vez que a contaminação pode estar ocorrendo nos reservatórios e ou nos condutos de distribuição.

A predominância de amostras positivas para coliforme total justifica-se por esta categoria reunir um grande número de bactérias tanto do trato digestivo dos mamíferos quanto bactérias do solo, igualmente identificadas pelas mesmas técnicas laboratoriais presuntivas. No entanto, a presença de coliformes fecais, indica a contaminação por fezes.

Para amostras de água do córrego Cerradinho (Tabela 3), 100% encontravam-se acima dos limites estabelecidos pela Resolução nº 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (BRASIL, 1986) que estabelece o valor máximo permitido de 4000 coliformes/100 mL, para a Classe 3. Portanto, não é indicada a sua utilização para a irrigação de hortaliças, plantas frutíferas, culturas arbóreas, cerealíferas e nem para forrageiras.

As águas contaminadas por fezes são potencialmente veiculadoras de *Salmonella*, constituindo-se em perigo para a manutenção da saúde, quando servida como água de dessedentação, ou mesmo como água de higienização. Segundo Ruiz (1992), as *Salmonella* spp. são particularmente “hídricas” (sobretudo *S. typhimurium*), podendo sobreviver por mais de 100 dias nos reservatórios de água e multiplicar-se, principalmente se esta for rica em material orgânico.

Os resultados verificados confirmaram a periculosidade em permitir o acesso humano e animal a água proveniente de córregos que recebem esgoto urbano e ou rural, sem qualquer tratamento.

Em um plano de fiscalização de hortas em Ribeirão Preto – SP, parte de um programa estratégico para o controle do complexo teníase/cisticercose, Takayanagui, (1998) verificou que de 196 hortas fiscalizadas, através de exames microbiológicos das verduras, vinte e duas apresentaram alta concentração de coliformes fecais e outras quatro estavam contaminadas com *Salmonella*.

Exames parasitológicos nas hortaliças revelaram contaminação por vários enteroparasitos patogênicos ao homem, como *Ascaris* sp., *Giardia* sp., *Strongyloides* sp. e *Hymenolepis nana*. Duas dessas “hortas” foram flagradas utilizando água de córregos, sabidamente poluídos, na irrigação das plantas cultivadas.

3.2 Avaliação Qualitativa e Quantitativa dos Ovos de Helminthos nas Águas do Córrego Cerradinho

Na Tabela 4 são apresentados os resultados das análises parasitológicas da água poluída por esgotos, tomando-se como valor médio aquele referente ao método que proporcionou maior contagem de ovos e maior número de amostras positivas para cada gênero de helminto.

Verificou-se que a concentração de ovos de helmintos era elevada na água do córrego Cerradinho, principalmente por ovos de helmintos parasitos de humanos ou de suínos (500, 560, 200, 60, 70 e 50 ovos de *Ascaris* sp., *Trichuris* sp., *Capillaria*, *Hymenolepis*, *Taenia* sp. e *Estrongilideos*, por litro, respectivamente). A presença de ovos de têniase indicou que estas águas possivelmente contribuem para a manutenção do complexo teníase/cisticercose quer seja em bovinos ou suínos.

Coelho e Campos (1996), analisando amostras de esgoto bruto da cidade de Inhumas, Goiás, colhidas em estação de tratamento de esgotos domésticos, verificaram a ocorrência de concentrações de 2910 ovos por litro para *Ascaris* sp., 142 ovos para *Trichuris trichiura*, 261 ovos de *Taenia* sp. por litro, concordando com os achados do presente trabalho, em que se verificou a predominância de ovos de *Ascaris* em relação aos demais helmintos.

Os resultados bacteriológicos e parasitológicos da água residuária indicam claramente a necessidade de tratamento dos despejos orgânicos realizados neste córrego, uma vez que é tido como fonte de água tanto para a dessedentação animal e para a rega de olerícolas estabelecidas às suas margens.

Tabela 4 – Número médio de ovos de helmintos por litro de água residuária, amostrada semanalmente entre 24/09/98 e 26/01/99.

Gêneros De Helmintos	Ovos de helmintos por litro de água		
	Média	Amplitude de variação	Amostras positivas (%)
<i>Ascaris</i>	272,30	0 a 500	92,31
<i>Trichuris</i>	76,92	0 a 560	84,62
<i>Capillaria</i>	23,85	0 a 200	38,46
<i>Hymenolepis</i>	15,38	0 a 60	53,85
<i>Taenia</i>	18,46	0 a 70	53,85
“Estrongilídeos”	4,6	0 a 50	15,38

4 Conclusões

A água denominada de abastecimento e servida à comunidade universitária da UNESP Campus de Jaboticabal necessita de maior controle higiênico sanitário, a fim de se detectarem os possíveis pontos de contaminação e solucionar o problema de inconstância na qualidade apresentada.

A água residuária apresenta características que demandam processo de tratamento antes de sua utilização, principalmente em relação à elevada concentração de patógenos, às concentrações de amônia e matéria orgânica.

Pesquisas futuras nestas águas devem ser incentivadas, ampliando-se o número de parâmetros analisados e abrangendo características físicas e biológicas.

Referências Bibliográficas

AALDERINK, H.; LIJKLEMA, L. Water quality modeling. In: *CURSO Internacional De Modelação E Monitoramento De Ecossistemas Aquáticos*: resumos. Bogotá: Universidad de Bogota, 1998. 14p.

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. *Rev. Saúde Pública*, São Paulo, v.32, n.2, p.531-537, 1998.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 17.ed. Washington, 1992. 619p.

ARCHIBALD, E.M. Watershed sanitary survey of the California State Water Project. *Water Suplly*, vol.12, n.1-2, p.9-12, 1994.

AYRES, R.M.; MARA, D.D. *Analysis of wastewater for use in agriculture*: a laboratory manual of parasitological and bacteriological techniques. Geneva: World Health Organization, 1996. 31p.

BATALHA, B.H.L.; PARLATORE, A.C. Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais. São Paulo: CETESB, 1993.

BOYD, C.E. *Water quality in ponds for aquaculture*. Alabama: Birmingham, 1990. 482p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 1469, de 20 de dezembro de 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 02 jan. 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 20. de 18 de junho de 1986. Estabelece a classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. *Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 30 jul. 1986. p1-23. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/CONAMA/res/resol86/res2086.htm>>.

COELHO, M.W.; CAMPOS, D.M.B. Avaliação da eficiência de um sistema de lagoas de estabilização na remoção de ovos de helmintos: proposta para a determinação do percentual de recuperação de ovos de helmintos através do método de Schwartzbrod. *Rev. Patol. Trop.*, Goiania, v.25, n.1, p.61-72, 1995.

GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S., OHNSTAD, M.A.M. *Methods for physical and chemical analysis of freshwaters*. London: Blackwell Scienc. Publishing, 1978. 214p. (IBP Handbook, 8).

HIGASKINO, C.E.K. et al. Determinação de coliformes fecais em amostras de lodo de esgoto por fermentação em tubos múltiplos In: ANDREOLI, C.V., BONNET, B.R. *Manual de métodos para análises microbiológicas e parasitológicas em reciclagem agrícola de lodo de esgoto*. Curitiba: Sanepar, 1998. p.27-35.

MATHEUS, C. E. Policultivo de peixes em efluentes de indústrias de processamento de frutas cítricas e efeitos na qualidade da água. 1993. 375f. Tese (Doutorado) – Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1993.

RENEW AMERICA. “*Drinking Water*”: the state of the States 1989. Washington, DC, 1989 p.18-23.

RUIZ, R.L., Microbiologia do ar e da água zootécnica. In: _____. *Microbiologia zootécnica*. São Paulo: Roca, 1992. p.50.

SÃO PAULO(Estado). Secretária do Meio Ambiente. Legislação estadual: controle de poluição ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo: 1990. 203p.

SOCCOL, V.T.; PAULINO, R.C.; CASTRO, E.A. Metodologia de análise parasitológica em lodo de esgoto e esgoto. In: ANDREOLI, C.V., BONNET, B.R. *Manual de métodos para análises microbiológicas e parasitológicas em reciclagem agrícola de lodo de esgoto*. Curitiba: Sanepar, 1998. p.27-35.

SOUZA, R.M.G.L.; PERRONE, M.A. Padrões de potabilidade da água. 12p. Disponível em: <<http://cvs.sal.sp.gov.br/vol2.html>>. Acesso em : 10 jan. 2000.

TAKAYANAGUI, O.M. Complexo teníase/cisticercose. *Rev. Cons. Fed. Med. Vet.*, v.4 n.14, p.9-12, 1998.

WALKER, S.E., MITCHELL, J.K., HIRSCHI, M.C., et al. Nitrate in agricultural watersheds: a comparison of two tile-drained watersheds in East-Central Illinois. *Transactions of the ASAE*, n.972154, 1997.

WORLD RESOURCE INSTITUTE AND INTERNATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. *World Resources 1988-89*. New York: Basic Books, 1988. p.128.