

# QUALIDADE DA ÁGUA DO LENÇOL FREÁTICO EM UMA ÁREA COM TRATAMENTO DE ESGOTO PELO MÉTODO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL<sup>1</sup>

**Sandra Parreiras Pereira Fonseca<sup>2</sup>; Antônio Alves Soares<sup>3</sup>;  
Antônio Teixeira de Matos<sup>4</sup> & Marcos Rocha Vianna<sup>5</sup>**

**Resumo** - Com objetivo de monitorar a qualidade da água do lençol freático na área experimental de tratamento do esgoto bruto de origem doméstica, pelo método do Escoamento Superficial, implantada na Universidade Federal de Viçosa, foram instalados cinco poços de observação, sendo um a montante e os outros quatro a jusante. O sistema foi constituído por tratamento preliminar e seguido da disposição do efluente em faixas cultivadas com o capim-coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). Na área de tratamento foi aplicado em média  $38,02 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  de esgoto. O monitoramento da qualidade da água freática nos poços de observação, foi constituído por análises físicas, químicas e microbiológicas. O nível d'água no poço locado a montante esteve abaixo dos obtidos nos poços locados a jusante da área de tratamento, não havendo contaminação por coliformes totais e fecais - *E.coli*, com a disposição do esgoto no solo. A concentração de oxigênio dissolvido - OD e o pH, nos poços a jusante da área de tratamento foram inferiores à do poço de montante. A condutividade elétrica da água dos poços permaneceu relativamente constante, indicando baixa recarga das águas freáticas.

**Palavra-chave** - poluição de aquíferos, tratamento por disposição no solo, esgoto doméstico.

<sup>1</sup> Parte da tese do 1º autor apresentada no Depto. de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Viçosa MG, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola-Irrigação e Drenagem, com apoio financeiro da COPASA MG, objeto do convênio de parceria entre o DEA/UFV e a COPASA MG.

<sup>2</sup> Engenheira Civil pela Escola de Engenharia Kennedy, funcionária da COPASA MG, Rua Gomes Barbosa, 79 apto.200, CEP: 36.571-000, Viçosa, MG, Tel.: (0xx) (31) 891.1044. E-mail: fonseca@ mail.ufv.br.

<sup>3</sup> Prof. Titular do Depto. Engenharia Agrícola da UFV, Viçosa MG, CEP:36571-000, E-mail: aasoares @ mail.ufv.br

<sup>4</sup> Prof. Adjunto do Depto. Engenharia Agrícola da UFV, Viçosa MG, CEP:36571-000, E-mail: atmatos @ mail.ufv.br

<sup>5</sup> Prof. Adjunto do Depto. Engenharia Hidráulica e Saneamento da UFMG, Av. Contorno 842, Belo Horizonte MG, CEP: 30110-060, E-mail: EMEM @ joinnet.com.br.

## INTRODUÇÃO

Com a atual Política Nacional de Recursos Hídricos, a água passou a ser considerada um bem público, limitado, e dotado de valor econômico, cujo uso prioritário é o consumo humano e cuja gestão deve ser descentralizada, conforme estabelecido na Lei Federal 9.433, de janeiro de 1997. As alternativas de integração do uso da água com as diversas atividades sociais e econômicas, atendendo aos mais diversos interesses, torna-se cada vez mais essencial à conservação do bem vital à sobrevivência humana.

Atualmente, cerca de 20% da população urbana brasileira não tem acesso à água potável, enquanto 51% não dispõe de sistemas de coleta de esgotos sanitários, ressaltando-se que somente 10% do esgoto coletado recebe algum tipo de tratamento. Cerca de 10 bilhões de litros de esgoto são jogados, diariamente, sem qualquer tratamento nos cursos d'água, causando problemas ao meio ambiente (CABES XVIII, 1998).

O Estado Minas Gerais ainda é considerado a “caixa d'água do Brasil”, porém a realidade atual mostra a possibilidade de problemas futuros devido aos processos de degradação do meio ambiente, uma preocupação que vem afligindo a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA MG, responsável por abastecer 581 municípios de água e 61 de esgoto no Estado. Neste final de milênio, a meta primordial da empresa é garantir o abastecimento público das novas gerações por meio de implementação de programas de controle e preservação do meio ambiente, como o PROSAM, o PROSAB, o PASS/OGU e outros.

O aproveitamento planejado de águas residuárias, efluentes tratados ou não, na agricultura é uma alternativa para controle da poluição, disponibilização de água e fertilizantes para as culturas, reciclagem de nutrientes e aumento de produção agrícola. Tratam-se de técnicas que envolvem duas áreas específicas da engenharia: a sanitária, que visa a depuração do resíduo líquido, e a agrícola, que visa o aproveitamento de águas servidas para a irrigação de culturas.

Considerando que um dos meios de preservação do meio ambiente é o tratamento e a disposição final dos esgotos domésticos em corpos d'água e que, para tal, são necessários recursos significativos, o tratamento do esgoto por disposição no solo, torna-se uma alternativa de baixo custo de implantação e operação, desde que, fiquem asseguradas a salubridade da população vizinha à área de tratamento e a preservação do meio ambiente, principalmente a qualidade da água do lençol freático.

No método de escoamento superficial, os solos a serem utilizados devem apresentar baixa permeabilidade, por isso a probabilidade de contaminação do lençol freático é moderada. LANCE (1984) relata que, embora riscos de contaminação existam, afirma que não há risco de poluição do lençol freático associado com essa técnica de tratamento, ressaltando-se a possível poluição por nitrato.

Em zonas áridas com solos permeáveis e rasos, esse tipo de tratamento, ou mesmo a fertirrigação de culturas com águas residuárias, caso não seja monitorada eficientemente, poderá causar grandes incrementos no nível freático ou a contaminação do lençol freático por microorganismos patogênicos e outros, além de provocar a salinização do solo.

A Organização Mundial de Saúde (1972), citado por AZEVEDO NETTO (1987) e CEPIS (1987), considera que a água subterrânea é potável quando, após a água desinfetada não apresenta de germes do grupo coliforme em qualquer amostra e para águas sem desinfecção, apresenta menos que 3 germes do grupo coliforme por 100 mL e ausência total de *Escherichia coli*. Estabeleceu como nomenclatura de Coliformes Fecais a escrita C.fecais - *E.Coli* (OMS,1995).

A Portaria nº 36 do Ministério da Saúde de 18/01/1990, recomenda para a água não canalizada usada comunitariamente e sem tratamento (poços, fontes, nascentes, etc.), que o número de coliformes fecais em 100 mL de amostra deva ser ausente e que 95% das amostras devam apresentar ausência de coliformes totais em 100 mL. Nos 5% das amostras restantes são toleradas até 10 coliformes totais em 100 mL, desde que isso não ocorra em duas amostras consecutivas, coletadas sucessivamente no mesmo ponto.

O decreto nº 52.504, de 28/07/1970 (São Paulo), citado por AZEVEDO NETTO (1987), estabelece o valor do pH entre 5 e 10 para águas de poços sem tratamento e a concentração de Oxigênio Dissolvido de até 3,5 mg.L<sup>-1</sup> de oxigênio.

Segundo PAGANINI (1997) encontrou microorganismos ausentes, tanto coliformes totais como fecais, em poços locados a montante e jusante, com água a 3,0 e 1,0 m de profundidade, respectivamente, na área de tratamento de esgoto doméstico, pelo método do escoamento superficial, em Populina - SP, solo argiloso.

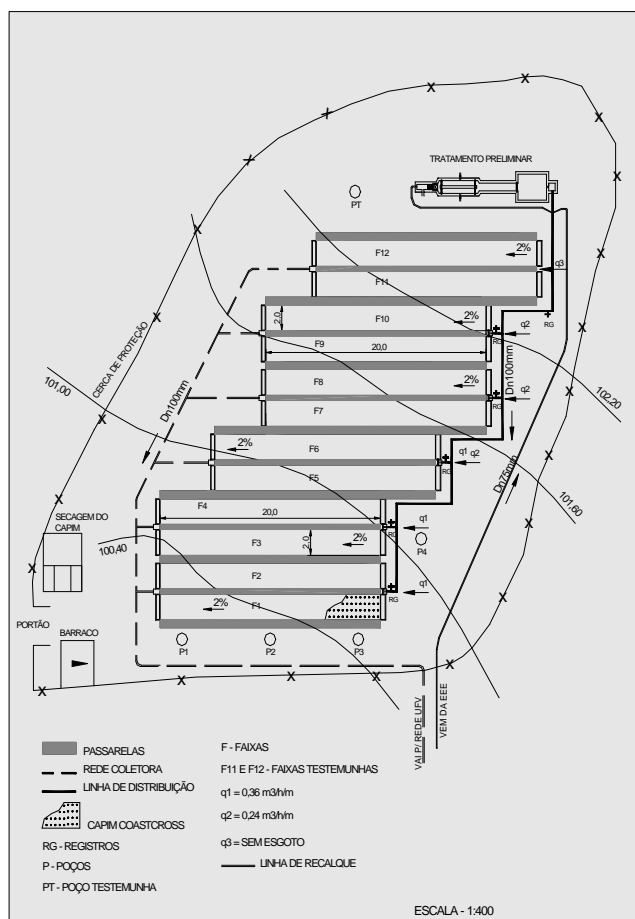
FONSECA et al. (1999) citam que, estudos preliminares realizados na unidade de tratamento de esgoto doméstico, por escoamento superficial, implantada na Universidade Federal de Viçosa, a qualidade da água do lençol freático não sofreu nenhuma alteração, em virtude da aplicação do esgoto no solo da classe Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico.

O presente trabalho tem como objetivo monitorar a qualidade d'água do lençol freático próximo à unidade de tratamento do esgoto por disposição no solo pelo método do escoamento superficial.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de campo foi conduzido na área experimental do Laboratório de Mecanização do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa - MG. O esgoto doméstico foi proveniente do conjunto residencial denominado Condomínio Bosque do Acamari, constituído por 136 unidades residenciais unifamiliares, situado na cidade de Viçosa, Zona da Mata mineira, próximo à UFV, na rodovia que liga a cidade de Viçosa a Paula Cândido.

A Estação de Tratamento de Esgoto Experimental (ETEE), com área total de 700 m<sup>2</sup>, (Figura 1), consiste de tratamento preliminar, e doze faixas de tratamento, de 2,0 m de largura, 20 m de comprimento e declividade de 2%, cultivadas com o capim-coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). Das doze faixas de tratamento implantadas, duas faixas testemunhas foram irrigadas com água, duas foram descartadas devido a problemas operacionais. Das oito faixas restantes, em quatro foram aplicado esgoto com taxa de 0,24 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup>, e nas outras quatro, em taxa de 0,36 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup>. O período de aplicação do esgoto no solo foi de oito horas por dia e freqüência de cinco dias, com descanso aos sábados e domingos. No tratamento foram aplicado em média 38,40 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> de esgoto.



Para monitorar a qualidade da água do lençol foram instalados quatro poços de observação a jusante das faixas de tratamento e para comparação com dados obtidos nesses poços, foi locado a 15 m a montante da área experimental um poço de observação, denominado testemunha. (Figura 2).



**Figura 2** - Localização dos poços de observação.

Os poços foram abertos no terreno com um trado de diâmetro de 200 mm, tendo sido introduzido no centro do furo um tubo de PVC de 100 mm. O tubo de PVC foi perfurado na sua extremidade inferior, em uma extensão de 1,5 m da base do fundo do poço, com broca de 4mm. No fundo do poço foi colocado uma camada de areia grossa de 20 cm e, após a colocação do tubo, um envoltório de areia grossa em toda a extensão da parte perfurada. A partir dessa posição, o restante do envoltório do tubo foi feito com o próprio material do solo retirado e compactado, conforme as recomendações de FERREIRA (1996). No Quadro 1 estão apresentadas as condições de implantação dos poços de observação.

Diariamente, foram medidos os níveis d'água dos poços de observação. A medição foi por meio de uma tubulação em PVC rígido de 2,0 m acoplada em um marinete de nylon, que era introduzido no poço para medição do nível d'água. Após cada medição, a tubulação foi flambada para evitar a contaminação microbiológica entre os poços.

Semanalmente foram coletadas amostras d'água do lençol freático para as análises dos parâmetros físicos e químicos: temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido - OD (método do Permanganato de Potássio) e condutividade elétrica; e as análises bacteriológicas de

coliformes totais e *C. fecais - E.Coli* (método enzimático - Colillert). Todas as análises foram realizadas, com três repetições. A metodologia adotada para a coletas e análise da água dos poços de observação foram conforme realizadas, conforme recomendado por APHA (1998) e COPASA (1991b,1997a,1997d, 1997e).

**Quadro 1** - Condições de implantação dos poços de observação

Poço	Perfuração		Após o revestimento			
	Prof. (m)	NA (m)	Prof. poço (m)	Filtro		
				areia fundo (m)	comprimento dreno (m)	filtro de areia (m)
P1	7,50	1,00	7,30	0,20	1,50	1,65
P2	7,80	1,05	7,20	0,50	1,10	1,30
P3	8,70	0,85	8,30	0,40	1,50	1,50
P4	8,70	0,45	8,40	0,30	1,35	1,65
PT	10,00	0,65	9,55	0,45	1,50	1,70

**Nota:**

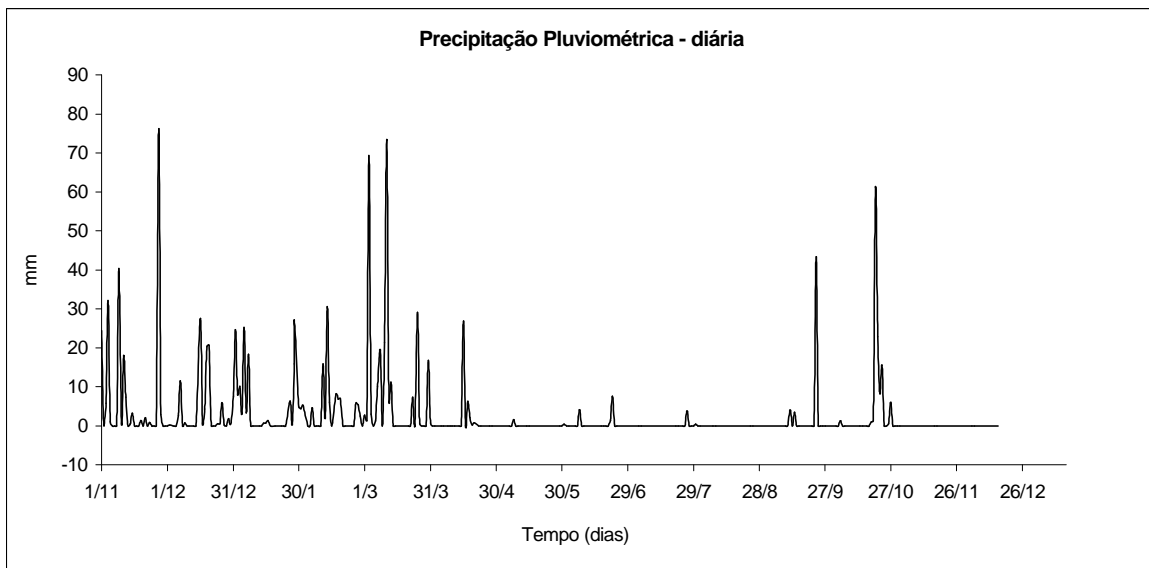
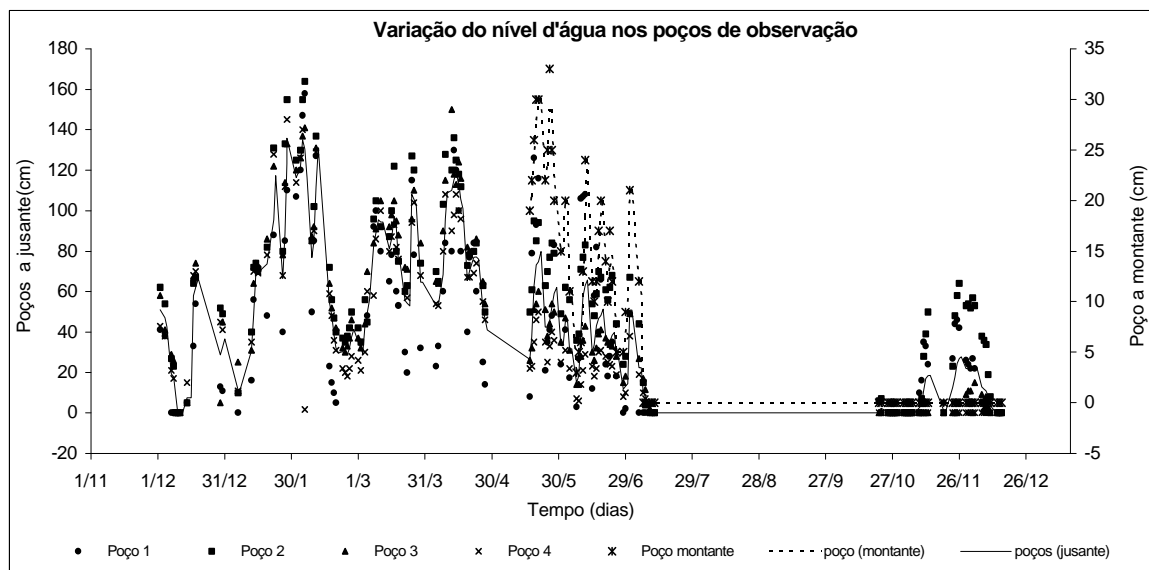
- (1) Os poços foram perfurados com trado de diâmetro de 200 mm e encamisados com tubo de PVC e diâmetro nominal de 100 mm.
- (2) Poço testemunha (PT) implantado a montante do tratamento, e os Poços P1, P2, P3 e P4 a jusante da área.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Figura 3 estão apresentados os níveis freáticos nos poços de observação e a precipitação diária e acumulada ocorrida ao longo do período de um ano de experimentação. Observou-se que, geralmente, a variação do nível do lençol freático acompanhou a tendência da precipitação pluviométrica. Em determinados períodos o nível do lençol freático decresceu, chegando até zero, períodos correspondentes de interrupção da aplicação do esgoto para secagem do solo e corte da forrageira, ocorridos entre 1 a 14/12/98, 11 a 28/02/99 e 28/04 a 05/05/99 e 12 a 22/06/99. No período de 31/12 a 11/01/99, a aplicação do esgoto no solo ficou paralisada devido a problemas na

EEE do Condomínio Acamari. De 15/03 a 21/03/99, o sistema foi paralisado para manutenção no final das faixas

No período de 12/07 a 07/11/99 o nível do lençol dos poços de observação decresceram a zero, em decorrência do período da seca, como mostra o gráfico de precipitação pluviométrica - diária (Figura 3). Neste período observou-se que os poços a jusante do tratamento mantiveram-se molhados, enquanto o testemunha, totalmente seco. Tão logo retornaram as chuvas, meados de novembro, os poços 1, 2 e 3 voltaram a elevar o nível d'água, e os poços 1 e testemunha mantiveram-se secos.



**Figura 3** - Variação do nível d'água dos poços de observação e precipitação pluviométrica diária e acumulada no período de operação do sistema de tratamento de esgoto doméstico por escoamento superficial (dezembro de 1998 a 1999).

A precipitação pluviométrica acumulada em 1 ano e 55 dias foi de aproximadamente 1550 mm, muito inferior que à da lâmina de esgoto aplicada, que variou de 57 a 84 mm diários, para oito horas de operação do sistema, com freqüência de cinco dias por semana.

A contagem de coliformes totais e fecais - *Escherichia coli*, expressas em Número mais provável em 100 mL de água, nos poços de observação do lençol freático, localizados junto das áreas do tratamento de esgoto, estão apresentados no Quadro 2.



**Quadro 2** - Contagem do número de coliformes totais e fecais (*E.coli*) nos poços de observação do lençol freático localizados na área de tratamento de esgoto por escoamento superficial

Data	Coliformes totais (NMP/100 mL)					Coliformes fecais - <i>E.coli</i> (NMP/100mL)				
	Poço teste	Poço 01	Poço 02	Poço 03	Poço 04	Poço teste	Poço 01	Poço 02	Poço 03	Poço 04
03/01			10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>			10	< 1	< 1
15/01		10 <sup>4</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>		< 1	10 <sup>2</sup>	< 1	10 <sup>2</sup>
03/02		10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	10	10 <sup>3</sup>		< 1	8	< 1	< 1
10/02		10 <sup>4</sup>	10 <sup>2</sup>	10	100		< 1	10	< 1	8
17/03		10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup>	100	100		< 1	< 1	< 1	< 1
24/03		10 <sup>3</sup>	10	10	10		2	1	< 1	1
Média		410 <sup>3</sup>	210 <sup>2</sup>	210 <sup>3</sup>	310 <sup>3</sup>		< 1	20	< 1	30
Desvio padrão		± 510 <sup>3</sup>	± 410 <sup>2</sup>	± 410 <sup>2</sup>	± 410 <sup>3</sup>		± 0,90	± 4,00	± 0,00	± 4,00
07/04		10 <sup>4</sup>	5	10 <sup>2</sup>			1	< 1	< 1	< 1
22/04		10 <sup>3</sup>	6	2	10 <sup>2</sup>		< 1	2	< 1	3
27/04		10 <sup>3</sup>	1	< 1	10 <sup>2</sup>		< 1	< 1	< 1	< 1
19/05	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	3	< 1	10 <sup>2</sup>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
25/05	10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup>	< 1	< 1	10 <sup>3</sup>	< 1	2	< 1	< 1	< 1
01/06	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>	< 1	< 1	< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1
30/06	10 <sup>2</sup>	< 1	< 1	< 1	6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Média	510 <sup>3</sup>	410 <sup>3</sup>	2	10	210 <sup>2</sup>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Desvio padrão	± 6x10 <sup>3</sup>	± 5x10 <sup>3</sup>	± 2,00	± 40,0	± 4x10 <sup>2</sup>	± 0,00	± 0,80	± 0,07	± 0,00	± 1,00

**Nota:** Na última semana de março os poços foram limpos.

Observou-se que a contagem de coliformes totais no poço testemunha, Quadro 2, foi superior ou igual a dos poços 1, 2, 3 e 4, a qual variou de duas a quatro unidades logarítmicas. No poço 1 a contagem de coliformes totais variou de zero a quatro unidades logarítmicas e nos poços 3 e 4 de zero a duas. Já no poço 2, variou de zero a seis coliformes totais. A contagem de coliformes totais dos poços a jusante da área de tratamento de esgoto foram semelhantes aos obtidos no poço testemunha, o que indica

não ter havido aumento da contaminação da água freática com a disposição do esgoto no solo.

Observou-se que os poços 1, 2, 3 e 4, localizados a jusante da área de tratamento, apresentaram, inicialmente, indicativos de contaminação das águas freáticas com coliformes fecais - *E.coli*, apresentando de uma a duas unidades logarítmicas. Estes resultados podem ser justificados por uma possível contaminação inicial, quando da abertura dos poços. Na última semana de março todos os poços foram limpos para eliminar o problema de contaminação inicial.

Nos poços 3 e testemunha, a contagem do número de coliformes fecais foi menor que um, e permaneceu nessa condição durante toda a fase de monitoramento. A acusação esporádica da ocorrência de C.fecais *E.coli*, nas amostras, por si só, não deve ser motivo de preocupação, podendo ser resultado de contaminação posterior das amostras.

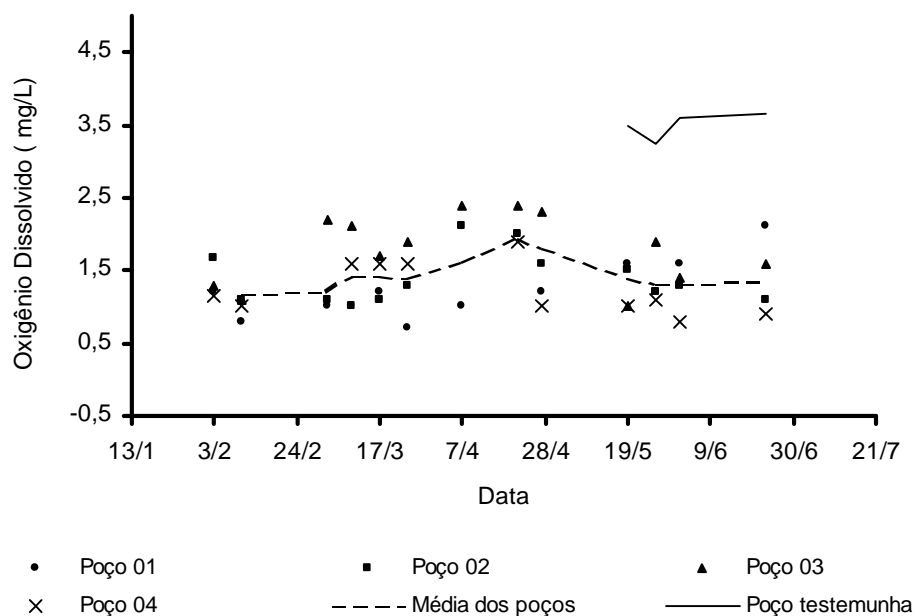
A ausência de coliformes fecais na água dos poços pode estar associada tanto à baixa recarga como à capacidade de remoção do meio poroso (filtração, competição e predação por outros microorganismos, adsorção nas partículas carregadas e acidez do solo). BITTON e GERBA (1984) citam que, a partir de 3 m no perfil do solo, os coliformes fecais não conseguem sobreviver, provavelmente em razão da ausência de material orgânico, fundamental à sua sobrevivência.

Avaliando-se a qualidade da água dos poços de observação, pode-se afirmar que os resultados de potabilidade da água obtidos não atenderam as recomendações da Organização Mundial de Saúde (1972) e a Portaria nº 36 do Ministério da Saúde de 18/01/1990, quanto ao número de coliformes totais, permitentes, e que os poços já encontravam-se contaminados, independente da aplicação do esgoto no solo.

A concentração média de oxigênio dissolvido (Figura 4) nos poços 1, 2, 3 e 4 variou de 1,0 a 2,0 mg.L<sup>-1</sup>, enquanto no poço testemunha variou de 3,0 a 4,0 mg.L<sup>-1</sup>. Os valores de concentração de oxigênio dissolvido da água do poço testemunha foram mais que duas vezes maiores, aos obtidos nos poços localizados a jusante da unidade de tratamento do esgoto.

Além da variação da altitude local, duas podem ser as razões para a ocorrência de decréscimo na concentração de oxigênio dissolvido nas águas: aumento da sua temperatura e consumo de oxigênio por bactérias aeróbicas. A altitude do local de instalação dos poços pode ser considerada a mesma, estando, por isso, descartada, como possível fonte de variação. Aumento da temperatura da água freática é pouco provável, haja vista as condições de quase equilíbrio reinantes em subsuperfície no solo.

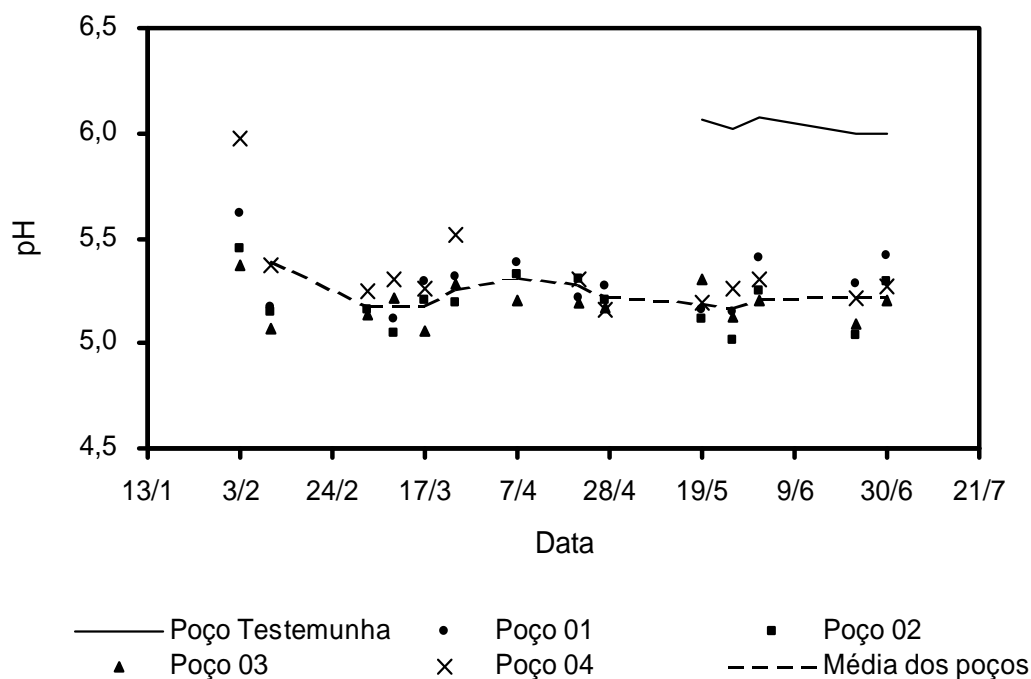
Resta a possibilidade de recarga do lençol freático com água desoxigenada pela ação de bactérias. Suspeita-se que o pouco tempo de abertura do poço testemunha, pode Ter sido insuficiente para a estabilização dessa variável na água.



**Figura 4** - Variação temporal da concentração de Oxigênio Dissolvido nos poços de observação localizados junto às faixas de tratamento de esgoto por escoamento superficial.

Os resultados da concentração de oxigênio da água dos poços a jusante da área de tratamento atenderam o decreto nº 52.504, anexo 2.1, de 28/07/1970 (São Paulo), enquanto para o poço testemunha foram insatisfatórios.

Observa-se na Figura 5, que os valores médios de pH da água dos poços de observação não oscilaram ao longo do tempo, mantendo-se entre 5,0 e 5,6 para os poços 1, 2, 3, 4 e entre 6,0 a 6,1 para o poço testemunha. O valor médio do pH da água do poço testemunha foi superior aos obtidos nos demais poços localizados a jusante do tratamento do esgoto. Suspeita-se que o valor de pH encontrado para as águas do poço testemunha é que esteja muito alto, haja visto os baixos valores de pH encontrados neste solo (entre 5,2 e 5,8), podendo-se atribuir isso ao curto tempo para estabilização das condições da água desse poço.



**Figura 5** - Variação temporal do pH nos poços de observação localizados junto às faixas de tratamento de esgoto por escoamento superficial.

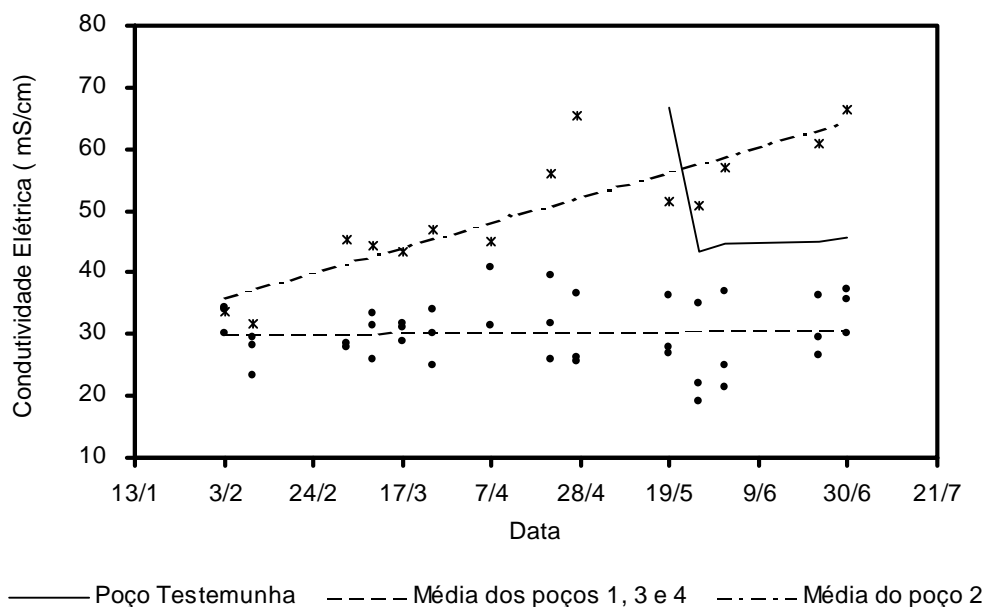
Os valores de pH da água do poço localizado a montante (testemunha) e dos poços de observação 1, 2, 3 e 4, localizados a jusante das faixas de tratamento, enquadraram-se dentro do limite padrão de potabilidade da água, recomendada pela OMS (1972) e pelo decreto nº 52.504, de 28/07/1970 (São Paulo), os quais estabelecem o valor do pH entre 5 e 10.

Os resultados da condutividade elétrica da água dos poços de observação localizados a jusante e montante das faixas de tratamento estão apresentados na Figura 6.

Observou-se uma tendência de manutenção dos valores da condutividade elétrica ao longo do tempo nos poços localizados a jusante do tratamento, à exceção do poço 2. O aumento da condutividade elétrica da água do poço 2 pode ser um forte indicativo de estar a água desse poço sendo contaminada. Suspeita-se, que possa ter havido problemas de instalação dos tubos nesse poço proporcionando a formação de canais preferenciais de escoamento de esgoto, vindo a contaminar diretamente a água freática.

Os valores relativamente altos de condutividade elétrica obtidos, inicialmente, na água do poço testemunha, possivelmente, devem-se aos sais do solo solubilizados,

temporariamente, logo após a abertura do furo do poço. Há tendência de se alcançar valores semelhantes aos da água freática dos poços de jusante das faixas de tratamento.



**Figura 6** - Variação temporal da condutividade elétrica nos poços de observação localizados junto das faixas de tratamento de esgoto por escoamento superficial.

Os resultados obtidos para a condutividade elétrica indicam baixa recarga das águas freáticas com o esgoto percolado, haja visto que o carreamento de íons de alta mobilidade, tais como  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e outros sabidamente presentes em grande quantidade no esgoto, deveriam proporcionar elevação da condutividade elétrica da água do poço.

Os valores de condutividade elétrica obtidos contrariam as indicações de possível contaminação das águas freáticas com esgoto. Considerando-se que as possibilidades de contaminação orgânica, sem ocorrência de contaminação inorgânica são mínimas, uma vez que os íons são de maior mobilidade no solo do que compostos orgânicos, conclui-se que houve baixa recarga com água proveniente do esgoto doméstico, principalmente pelo poço 2.

## CONCLUSÕES

- De acordo com os resultados obtidos para a condutividade elétrica, pode-se concluir que houve baixa recarga das águas freáticas com a disposição do esgoto no solo.
- Às águas freáticas não foram contaminada por coliformes totais e fecais - *E.coli*;
- O pH da água freática manteve-se entre 5,0 e 5,6;
- A condutividade elétrica da água freática manteve-se constante ao longo do período de aplicação do esgoto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION-APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington. D.C.: no. páginas. 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA - ABES. **Catálogo brasileiro de engenharia sanitária – CABES: Guia do Saneamento Ambiental no Brasil**. 18. ed. Rio de Janeiro, 1998. 227-252p.
- CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE-CEPIS. **Contaminacion de las aguas subterranas: un enfoque ejecutivo de la situación en américa latina y el caribe en relación com el suministro de agua potable**. Lima, Perú: 1987. 41p.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA MG. **Norma T-160/0**. Determinação do oxigênio dissolvido para método de Winkler. Belo Horizonte. 1991b.5p.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA MG. **Norma T-134/1**. Leitura de temperatura. Belo Horizonte. 1997a.2p.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA MG. **Norma T-117/2**. Coleta de amostras de águas para determinação do oxigênio dissolvido. Belo Horizonte. 1997d.3p.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA MG. **Norma T-125/2**. Coleta de amostras de águas para análises bacteriológica. Belo Horizonte. 1997e.4p.
- Decreto Nº-52.504, de 28 de julho de 1970 – Águas de consumo Alimentar. In: AZEVEDO NETTO, J. M (Coord.) **Técnica de Abastecimento e tratamento de água**. 2. ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1987. p.63-68.

- FERREIRA, P.A. **Drenagem de Terras Agrícolas**. Brasília, DF: ABEAS, 1998. 141p.  
(Curso por tutoria à distância. Curso de Engenharia e Manejo de irrigação. Modulo, 6).
- FONSECA, S.P.P., SOARES, A.A., MATOS, A.T., CHERNICHARO, C.L. Avaliação preliminar do tratamento de esgoto doméstico bruto pelo método do escoamento superficial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Editora, 1999. (CD-ROOM).
- ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD-OMS. Normas Internacionales para el agua potable. 3, ed. Genebra: 1972. In: AZEVEDO NETTO, J. M. **Técnica de Abastecimento e tratamento de água**. 2. ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1987. p.99-106.
- PAGANINI, W.S. **Disposição de esgotos no solo (Escoamento Superficial)**. São Paulo: Fundo Editorial AESABESP, São Paulo, 1997. 232 p
- Portaria Nº 36 (18-Jan-1990) Ministério da Saúde - Normas e padrão da potabilidade da água destinada ao consumo humano. In: VIANNA, M. R. **Hidráulica aplicada às estações de tratamento de água**. 3. ed. Belo Horizonte: Imprimatur, 1997. p.553-565.