

# AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA EFICIÊNCIA DO MÉTODO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL NO TRATAMENTO DO ESGOTO DOMÉSTICO BRUTO<sup>1</sup>

S.P.P.FONSECA<sup>2</sup>, A.A. SOARES<sup>3</sup>, A.T. MATOS<sup>4</sup>, C.L. CHERNICHARO.<sup>5</sup>

**RESUMO:** Com o objetivo de avaliar a aplicação de esgoto bruto de origem doméstica no solo, pelo método do escoamento superficial, em faixas de irrigação, como alternativa de tratamento e de uso de águas residuárias para irrigação de forrageira, foi implantada uma unidade experimental no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. O sistema é constituído de uma unidade de tratamento preliminar e faixas de irrigação cultivadas com forrageira “Coast-Cross” da espécie *Cynodon dactylon* (L) Pers. A avaliação do sistema foi feita quanto aos aspectos físico-químicos e microbiológicos. Foram testadas as taxas de aplicação de 0,22 a 0,35 m<sup>3</sup>/h/m. Praticamente, não houve variação no pH do esgoto, que se manteve superior a 7,0. A eficiência de remoção de sólidos sedimentáveis atingiu um valor superior a 98,8% e não variou com a vazão aplicada no início das faixas. O esgoto foi classificado como água com salinidade média, podendo ser utilizado na irrigação da forrageira. A remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) variaram de 36 à 48% e de 48 à 58%, respectivamente e foram maiores nas faixas que apresentaram menor percentagem de escoamento superficial. O sistema foi eficiente para a remoção de coliformes totais e fecais, e, portanto, deve estar associado a um tratamento de desinfecção. A qualidade da água do lençol freático não sofreu nenhuma alteração, em virtude da aplicação do esgoto via escoamento superficial.

**PALAVRAS CHAVES:** esgoto, escoamento superficial, irrigação

## PRELIMINARY EVALUATION OF WASTEWATER OVERLAND FLOW TREATMENT

**SUMMARY:** With the objective of evaluating the wastewater treatment, for disposition in the soil, and the use sewer in grass irrigation, an experimental unit was implanted in the Department of Agricultural Engineering at Federal University of Viçosa. The system is constituted of a preliminary treatment unit, and irrigation strips cultivated with Coast-Cross grass of the species *Cynodon dactylon* (L) Pers. The system of treatment was evaluated with respect to the physical, chemical and microbiological aspects, the level of contamination of the groundwater, and of the use of the wastewater in the irrigation. Discharge from 0,22 to 0,35 m<sup>3</sup>/h/m were tested. Practically, there was not variation in the pH of the sewer, and it remained above 7,0. The efficiency of removal of sedimentable solids was above 98,8%, and it did not vary with the discharge. The wastewater, was classified as medium salinity water (C2), that can be used in grass irrigation. The removal of Oxygen Biochemical Demand (OBD) and of Oxygen Chemical Demand (OCD) were higher in the strips that presented lower percentage of run-off, and they varied from 36 to 48%, and from 48 to 58%, respectively. The treatment was not efficient in removing the total and the fecal coliforms, therefore it has to be associated to a type of disinfection treatment. The quality of the groundwater did not suffer any alteration due to the application of the sewer overland flow.

**KEY WORDS:** wastewater, overland flow, irrigation

## INTRODUÇÃO

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

1 Resultados parciais do projeto de pesquisa objeto do convênio COPASA MG/DEA/UFV

2 Mestranda em Engenharia Agrícola, Engenheira Civil da COPASA MG/DVDT- Depto de Engenharia Agrícola – DEA, UFV, 36.571-000, Viçosa-MG, Tel : (031)899.1868, Fax: (031)899.2735, E-mail fonseca @ mail.ufv.br.

3 Ph.D Agricultural & Irrigation Engineering, Prof. Titular, Depto de Engenharia Agrícola - UFV.

4 D.S Solos e Nutrição de Plantas Matos, Prof. Adjunto, Depto de Engenharia Agrícola - UFV.

5 Ph.D Chernicharo, Engenharia Ambiental, Prof. Adjunto, Depto de Engenharia Sanitária - UFMG.

Nos últimos anos, tem-se atribuído grande importância às questões ambientais, sendo a política de aproveitamento dos dejetos humanos, animais e industriais intensificada não apenas no sentido de reduzir os problemas de poluição, mas, também, no sentido do aproveitamento de água residuária para fertirrigação. Neste final de milênio, devido aos altos custos de implantação e operacionalização dos sistemas convencionais de tratamento de esgoto, tem-se utilizado, como alternativa, o tratamento do esgoto por disposição no solo, em razão de seu baixo custo operacional. Sua utilização com fins agrícolas, apresenta atrativos de ordem ambiental, isto é, seu uso no controle da poluição e reciclagem de nutrientes. Sob o aspecto econômico, representa uma fonte alternativa de água e fertilizantes, e portanto, uma opção de grande potencial, desde que as resistências culturais e os riscos à saúde pública sejam superadas.

A Organização Mundial da Saúde (OMS), sugere, como diretriz para uso de águas residuárias para irrigação, um padrão de qualidade bacteriológica de 1000 coliformes fecais por 100 ml e, no máximo, de um ovo de helminto por litro. Entretanto, não existem nenhuma recomendações quanto aos limites bacteriológicos da água de irrigação para forrageiras, desde que os agricultores e a população, em geral, não sejam expostos aos riscos sanitários, e que seja respeitado o prazo de duas semanas entre o término da irrigação da forrageira e a alimentação dos animais.

A disposição de esgoto doméstico no solo, como alternativa de tratamento de águas residuárias, e o seu uso na agricultura constituem uma técnica centenária. Utilizada em vários países da América Latina, E.U.A, Europa, Ásia, Austrália, África e Oriente Médio, para o cultivo de hortaliças, uva, forragens, algodão, bosques, entre outros. No Brasil, existem poucos registros de utilização de águas residuárias na irrigação. No estado do Rio Grande do Norte, os efluentes de lagoas de estabilização são utilizados na fertirrigação. Na cidade de Santa Cruz, eles tem sido usado em irrigação de milho, melancia, abóbora e capim para o gado, enquanto na cidade de Campo Redondo é usado na fertirrigação de milho. Em Currais Novos, o esgoto tem sido lançado *in natura* em talvegues secos para fertirrigação de capim (ANDRADE NETO, 1991).

A Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo - SABESP, em 1984, implantou em Populina-SP, uma estação de tratamento de esgoto sanitário por disposição no solo e depuração por intermédio de gramíneas (*Brachiaria humidicola*), com a capacidade para receber 10 L/s de esgoto. O sistema apresentou eficiência na remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio Padrão (DBO<sub>5</sub>) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), em 85% e 81%, respectivamente (TERADA et al., 1985).

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA MG, possui duas estações de tratamento de esgoto doméstico por disposição no solo. Uma delas encontra-se na cidade de Roças Novas-MG, apresentando uma capacidade de tratamento de 1,5 L/s, com utilização da forrageira "Tanner grass", *Brachiaria arrecta* Stent.. A outra encontra-se na cidade de Cana Brava-MG e sua capacidade de tratamento é de 3,0 L/s, sendo utilizada a *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickhardt. Estes sistemas apresentam uma redução média de 83% na DBO<sub>5</sub>, porém não têm sido muito eficientes na remoção de patogênicos (FREIRE, 1997).

A Universidade Federal de Minas Gerais- UFMG/DESA, em 1996, implantou uma unidade piloto de tratamento de esgoto doméstico, por escoamento superficial, aplicado ao pós-tratamento de um reator UASB, em Itabirito-MG,. Esta unidade possui três faixas de 3,0m x 25,0 m, com taxas de aplicação de 0,20, 0,40 e 0,60m<sup>3</sup>/m.h, utilizando a forrageira *Brachiaria humidicola*. Foram observadas eficiências médias de remoção DQO e DBO<sub>5</sub>, variando de 48 a 53%, o que confere ao efluente final, concentrações médias variando de 48 a 52 mg/L para DBO<sub>5</sub>, 98 a 103 mg/L para DQO e 17 a 21 mg/L para SST (ARAÚJO et al., 1999). Relativamente à contagem de coliformes fecais, observou-se remoção de uma unidade logarítmica no reator UASB, e de 1 a 2 unidades logarítmicas nas rampas de aplicação superficial, resultando em um efluente com concentrações finais variando entre 10<sup>4</sup> e 10<sup>5</sup> UFC/100 mL (ZERBINI et al., 1999).

O objetivo do trabalho consiste em avaliar a aplicação de esgoto bruto de origem doméstica no solo, pelo método do escoamento superficial, em faixas de irrigação, como alternativa de tratamento e o uso de águas residuárias para irrigação de forrageira.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, que está sendo conduzido na área experimental da Universidade Federal de Viçosa - UFV, em Viçosa - MG, trata 1,75 L/s do esgoto bruto proveniente do Condomínio Bosque do Acamari.

O esgoto é coletado na Estação Elevatória de Esgoto (EEE), que possui um conjunto moto-bomba de 2,0 cv e altura manométrica de 20 m.c.a, sendo recalcado por meio de uma tubulação de 480 m até a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). A unidade de tratamento consiste de Tratamento Preliminar com tanque de equalização de 1 m<sup>3</sup>, cuja aeração é feita por meio de um motor de 2,0 cv de 3500 rpm, e uma área dividida em 6 planos de sistematização, cada um com duas faixas, com área unitária igual a 40 m<sup>2</sup> (2,0 x 20 m), com declividade de 2%, sendo duas faixas testemunhas e irrigadas apenas com água. O esgoto é distribuído nas 10 faixas por meio de tubos de PVC DN 100 mm e válvulas de 100 mm em FG para controle da vazão aplicada em

cada faixa. No início de cada faixa, foram construídas canaletas de concreto para uniformizar a aplicação, bem como no final para recolhimento do escoamento superficial, que é lançado novamente na rede da UFV.

A avaliação e monitoramento do experimento está sendo realizada por meio da determinação das hidrógrafas de entrada (vazão de aplicação do afluente) e saída (vazão do efluente); análises físico-químicas e bacteriológicas do esgoto nos afluentes e efluentes e do solo; da utilização da água residuária para a irrigação; e qualidade da água do lençol freático.

Foram adotadas taxas de aplicação variando de 0,22 m<sup>3</sup>/h/m a 0,35 m<sup>3</sup>/h/m, correspondentes à vazão máxima não erosiva de 23,88 m<sup>3</sup>/h.m e à velocidade de infiltração básica de 2,3 cm/h ao longo das faixas, determinada pelo Método do “Infiltrômetro de Anel”. O Quadro 1 apresenta as condições operacionais da aplicação do afluente do sistema de escoamento superficial no solo, durante o período de cinco semanas, sendo correspondente a segunda semana de jan/99 à primeira semana de fev/99. As vazões aplicadas, no início e final das faixas foram determinadas por medição direta.

Quadro 1 - Condições operacionais da aplicação do afluente do sistema de escoamento superficial no solo

PARÂMETROS	Tratamento preliminar		Faixas			
	chegada	saída	1, 2 e 3	4, 7 e 8	5, 6 e 9	10
Vazão média aplicada (m <sup>3</sup> /h)	6,30	5,30	0,44	0,50	0,60	0,70
Taxa aplicação (m <sup>3</sup> /h/m)			0,22	0,25	0,30	0,35
Taxa aplicação superficial (cm/d)			8,8	10,0	12,0	14,0
Volume médio aplicado ( m <sup>3</sup> )			4,4	5,0	6,0	7,0

O turno de rega da aplicação do esgoto no solo foi de 10 horas diárias, durante cinco dias, com descanso aos sábados e domingos. O período do dia entre 8:00 e 18:00 horas foi escolhido, por abranger os picos de vazão e de carga orgânica que normalmente ocorrem na parte da manhã e na hora do almoço, além de facilitar o monitoramento do sistema.

Antes da aplicação do esgoto nas faixas, as amostras de solo foram retiradas em pontos escolhidos, aleatoriamente, às profundidades de 0-10, 20-30 e 50-60 cm. Três amostras compostas do solo foram utilizadas para classificação textural e análise química do solo (pH, carbono orgânico/matéria orgânica) (OLIVEIRA, 1997), conforme Quadro 2. O solo foi classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico, (OLIVEIRA et al., 1992).

Quadro 2 - Características físicas e químicas das amostras do solo da classe Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico antes da aplicação do esgoto

Características	Profundidades		
	0-10 cm	20-30 cm	50-60 cm
Areia grossa (%)	35	23	19
Areia fina (%)	17	17	13
Silte (%)	11	9	10
Argila (%)	36	51	58
Classificação textural	Argila-arenosa	Argila	Argila
Carbono orgânico (%)	2,38	0,86	0,82
pH em água (1:2,5)	5,2	5,3	5,5

Como planta extratora e depuradora do esgoto, escolheu-se o capim Coast-Cross da espécie *Cynodon dactylon* (L) Pers., tendo em vista suas características de resistência ao encharcamento, de ser perene, adaptar-se ao clima tropical e à altitude local, poder ser propagado por mudas, ser exigente quanto à fertilidade do solo e sua facilidade de transformação em feno de excelente qualidade para alimentação animal (CARNEIRO, 1995).

Todas as amostras do esgoto para as análises físico-químicas, foram coletadas às terças-feiras, no intervalo de 8:00 às 16:00 horas, de hora em hora, na entrada e saída do tratamento preliminar e no final das faixas. Os parâmetros físico-químicos analisados foram: pH, temperatura, sólidos sedimentáveis, condutividade elétrica, alcalinidade, DBO total, DQO total (AWWA/APHA/WEF, 1995 e 1998 e COPASA MG, 1997).

As amostras do esgoto para as análises bacteriológicas (coliformes totais e coliformes fecais-*E.Coli*) foram coletadas todas as terças-feiras, às 8:00 horas, na entrada e saída do tratamento preliminar, e no final de cada faixa após a fase de avanço. As análises foram efetuadas, seis horas após a coleta, no máximo. A contagem de coliformes totais e fecais foram realizadas por meio dos substratos enzimáticos ONPG, para detecção de

coliformes totais, e MUG para detecção específica de *E.coli*. Os resultados obtidos foram expressos em Unidade Formadora de Colônia por 100 mL ( UFC/100mL). Todas as análises foram realizadas, com três repetições.

A jusante das faixas foram instalados quatro poços de observação, revestidos com tubo PVC de diâmetro de 100 mm, com profundidade de 7,5 m, nos quais foram coletadas amostras semanalmente para análise bacteriológica ( coliformes totais e fecais – *E.coli* ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das condições operacionais, após a aplicação do afluente no sistema, e as características físicas, químicas e bacteriológicas do esgoto são apresentados nos Quadros 3 e 4, respectivamente.

A frente de avanço não atingiu o final das faixas 1, 3 e 8, não havendo, portanto, efluentes para análise. Verifica-se que a percentagem de esgoto percolado, ao longo das faixas, variou de 38 a 56%, sendo que as faixas correspondentes às taxas de aplicação de 0,22 e 0,25 m<sup>3</sup>/h/m apresentaram, praticamente, a mesma percentagem de volume escoado, Quadro 3. Isto indica que o solo apresenta uma grande variação nas características de infiltração de água.

Quadro 3 – Condições operacionais após à aplicação do afluente no sistema de escoamento superficial no solo

PARÂMETROS	Tratamento preliminar		Efluente / Faixas			
	Chegada	Saída	2	4 e 7	5, 6 e 9	10
Vazão aplicada (m <sup>3</sup> /h)	6,30	5,30	0,44	0,50	0,60	0,70
Vazão do efluente (m <sup>3</sup> /h)			0,22	0,22	0,37	0,14
Volume percolado (m <sup>3</sup> )			2,4	2,8	2,3	5,6
Volume percolado (%)			55	56	38	*
Volume escoado (%)			45	44	62	*

\* valor irreal, devido a problemas no dique de separação entre as faixas.

Quadro 4 – Características físicas, químicas e bacteriológicas do efluentes do sistema de escoamento superficial no solo

PARÂMETROS	Tratamento preliminar		Efluente das faixas			
	Chegada	Saída	2	4 e 7	5, 6 e 9	10
PH	7,22	7,22	7,56	7,59	7,52	7,35
Temperatura ( °C )	27	27	24	24	24	24
Sólidos sedimentáveis ( mL/L)	8,0	8,0	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Remoção ( % )			> 98,8	> 98,8	> 98,8	> 98,8
Condutividade elétrica (µS/cm)	625	633	597	531	578	597
Alcalinidade	196	198	188	167	177	187
DQO (mg/L)	712	686	295	296	367	359
Remoção de DQO (%)		4	57	57	46	48
DBO <sub>5</sub> dias (mg/L)	300	295	170	156	192	188
Remoção de DBO (%)		2	42	47	35	36
Coliforme total (UFC/100 mL)	10 <sup>7</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>7</sup>
Coliforme fecal – <i>E.Coli</i> (UFC/100 mL)	10 <sup>7</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>8</sup>

Observa-se, no Quadro 4, que houve uma tendência de aumento do pH do efluente de todas as faixas, em relação ao tratamento preliminar, e que esse manteve ligeiramente acima de 7,22, caracterizando uma solução básica, o que é satisfatório para não criar desequilíbrio de nutrição, ou disponibilizar íons tóxicos que poderiam causar problemas à forrageira. Este resultado satisfaz as normas da COPAM, que estabelece o limite de pH dos efluentes a serem lançados nos corpos d'água de 6,5 e 8,5, e a recomendação de AYERS et. al. (1991) de que o pH do esgoto, a ser utilizado na irrigação, deve estar na faixa de 6,5 e 8,4.

A quantidade de sólidos sedimentáveis reduziu de 8 mL/L, no tratamento preliminar, para menos de 0,1 mL/L no efluente, ou seja, a eficiência de remoção foi superior de 98,8%. Portanto, a maioria dos materiais sólidos estão sedimentando na superfície do solo, ao longo da faixa, o que proporciona a formação do filme biológico e contribui para o aumento da percentagem de matéria orgânica do solo.

A condutividade elétrica do esgoto sofreu ligeiro aumento, com o tratamento preliminar, passando de 625 para 633  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sendo que, após o tratamento por disposição no solo, caiu para um valor mínimo de 531  $\mu\text{S}/\text{cm}$  nas faixas 4 e 7. Observa-se uma pequena variação na condutividade elétrica. De acordo com este resultado, o esgoto anterior ou posterior ao tratamento pode ser classificado como C2 – água com salinidade média (CE entre 250 e 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , a 25°C), podendo ser utilizado na irrigação de culturas com moderada tolerância aos sais, na maioria dos casos, sem práticas especiais de controle da salinidade (BERNARDO, 1995).

A alcalinidade do efluente de todas as faixas tendeu a reduzir, após o tratamento por disposição no solo, evidenciando uma possível ocorrência de processos oxidativos e absorção iônica pela planta. Caso a alcalinidade atinja baixos teores, poderão ocorrer condições de acidez no solo, afetando a própria taxa de crescimento dos microrganismos responsáveis pela oxidação.

A DQO e a DBO do efluente final das faixas variaram de 295 a 367 mg/L e de 156 a 192 mg/L, respectivamente, Quadro 4. Portanto, tais resultados são insatisfatórios, uma vez que não atendem ao padrão de lançamento de efluentes nos corpos receptores de água, no estado de Minas Gerais, referência DN 010/86 da COPAM (Conselho de Política Ambiental de Minas Gerais), que é de 90 e 60 mg/L para DQO e DBO respectivamente. A baixa eficiência do tratamento pode ser devido ao fato da cultura em seu estágio de desenvolvimento inicial não cobrir completamente a superfície do solo, e o filme biológico estar em fase de formação. Deve-se ressaltar que a eficiência de remoção de matéria orgânica aumenta com a maturação dos filmes biológicos, que vão sendo formados gradativamente no sistema solo-planta.

No quadro 4, observa-se que as reduções na DQO e DBO, no tratamento preliminar, foram de 4 e 2%, respectivamente, sendo praticamente desprezíveis. No tratamento, por disposição no solo, a remoção de DBO nas faixas foram de 57% para as taxas de aplicação de 0,22 e 0,25  $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ , de 46% para as taxas de aplicação de 0,30  $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$  e de 48% para as taxas de aplicação de 0,35  $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ . Já a remoção de DBO foi de 42, 47, 35 e 36%, para as taxas de aplicação de 0,22, 0,25, 0,30 e 0,35  $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ , respectivamente. Observa-se que não houve nenhuma tendência para a redução, ou acréscimo na remoção de matéria orgânica com o aumento da taxa de aplicação, uma vez que as taxas de aplicação de 0,22 e 0,25  $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ , e de 0,30 e 0,35  $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ , apresentaram, praticamente, a mesma remoção de matéria orgânica. Analisando o quadro 03, observa-se que nas faixas com vazão de aplicação de 0,44 e 0,50  $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ , correspondentes as taxas de aplicação de 0,22 e de 0,25  $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ , as percentagens de esgoto escoado no final da faixa foram praticamente as mesmas, indicando que, possivelmente, a remoção de matéria orgânica está mais relacionada a este parâmetro do que à vazão aplicada.

A quantidade de coliformes totais do esgoto teve um acréscimo da ordem de 1 unidade logarítmica, no tratamento preliminar, possivelmente devido ao tempo de detenção no tanque de equalização, bem como a redução da ordem de 1 unidade logarítmica após escoar pelas faixas. A quantidade de coliformes fecais - *E.coli* não apresentou alterações no tratamento preliminar e nas faixas 4 e 7, enquanto na faixa 10 houve o acréscimo de 1 unidade logarítmica e nas faixas 2, 5, 6 e 9 houve decréscimo de 1 unidade logarítmica. Estes resultados de indicadores bacterianos foram insatisfatórios para atendimento à legislação ambiental, a qual estabelece o limite máximo de 1000 CF/100mL para que o esgoto possa ser lançado nos corpos receptores d'água. Portanto, o tratamento do esgoto por disposição no solo, não é eficiente para a remoção de coliformes totais e fecais, devendo ser associado a um tratamento de desinfecção. Acredita-se, que o pequeno tempo de aplicação do esgoto impediu a formação de filmes microbiológicos em quantidade e qualidade.

A quantidade de coliformes totais e de coliformes fecais - *E.coli*, nos poços de observação do lençol freático, é apresentada no Quadro 5. Os poços 2 e 4 apresentaram indicativos de contaminação, desde sua implantação e os poços 1 e 3 permanecem com qualidade de água potável. Como não houve aumento, no número de coliformes fecais - *E.coli*, com o tempo, conclui-se que o lençol freático não está sendo contaminado, em razão da aplicação de esgoto sobre o solo.

Quadro 5 - Resultado da contagem do número coliformes totais e coliformes fecais - *E.coli*, nos poços de observação do lençol freático

Data da análise	Nº coliformes totais				Nº coliformes fecais - E.Coli			
	Poço-01	Poço-02	Poço-03	Poço-04	Poço-01	Poço-02	Poço-03	Poço-04
02/12/98	<1	10 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>	<1	10 <sup>1</sup>	<1	10 <sup>1</sup>
03/01/99	-	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>	-	10 <sup>1</sup>	<1	<1
15/01/99	10 <sup>4</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	<1	10 <sup>1</sup>	<1	10 <sup>1</sup>
03/02/99	10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>3</sup>	<1	1,0	<1	<1
10/02/99	10 <sup>4</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>2</sup>	<1	10 <sup>1</sup>	<1	5,0
17/03/99	10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>2</sup>	<1	<1	<1	<1

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados preliminares obtidos, conclui-se:

- praticamente, não houve variação no pH do esgoto, o qual permaneceu ligeiramente superior a 7, satisfazendo os limites de pH dos efluentes a serem lançados nos corpos d'água e recomendação para uso como água de irrigação;
- a eficiência de remoção de sólidos sedimentáveis foi superior à 98,8% e não variou com a vazão aplicada no início das faixas;
- o esgoto, antes ou após o tratamento, pode ser classificado como água de média salinidade média ( C2 ), podendo ser utilizado na irrigação de forrageiras, sem as práticas especiais de controle da salinidade;
- a remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nas faixas de tratamento, variou de 36 a 48%, enquanto a de Demanda Química de Oxigênio(DQO) variou de 48 a 58% e sendo maiores nas faixas que apresentaram menor percentagem de escoamento superficial, ou seja, maior percentagem de percolação;
- a quantidade de coliformes totais do esgoto teve um acréscimo da ordem de 1 unidade logarítmica, no tratamento preliminar, e redução da ordem de 1 unidade logarítmica após escoar pelas faixas, não satisfazendo, as diretrizes da OMS (1989), e, portanto, ser associado um tratamento de desinfecção;
- a qualidade da água do lençol freático não sofreu nenhuma alteração, em virtude da aplicação do esgoto via escoamento superficial.

## AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao Departamento de Engenharia Agrícola e a Universidade Federal de Viçosa - UFV, pelo apoio à realização dos trabalhos de campo e à Companhia de Saneamento de Minas Gerais, COPASA MG pelo financiamento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AWWA/APHAWPCF (1995). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 19<sup>th</sup> edition. Washington.
- AWWA/APHAWPCF (1998). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20<sup>th</sup> edition. Washington.
- ANDRADE NETO, C. O. (1991). O uso de esgoto sanitários e efluentes tratados na irrigação. In: *Anais IX Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem –CONIRD*. pp.1961 – 2006. Natal-RGN, Brasil.
- ARAÚJO, G. C.; COSTA, R. S.; CHERNICHARO, C. A. L.; SPELING, M. V. (1991). Avaliação da operação em regimes hidráulicos permanentes e transiente de um sistema de aplicação superficial de esgotos no solo para o pós-tratamento de efluentes de reatores UASB. In: *20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 10-14/05/99. Rio de Janeiro-RJ, Brasil.
- AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W.; tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS de J. F.; DAMASCENO F. A. V. (1991). *A qualidade da água na agricultura*. Estudo FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado 1. UFPB, xxviii, pp143-146
- BERNARDO, S. (1995). *Manual de Irrigação*. 6.ed.Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, pp 657.
- CARNEIRO, A. M. Forrageiras (1995). *Caderno Técnico Escola Veterinária da UFMG.*, n 12, pp 5-86
- CATÁLOGO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA – CABES XVIII. (1998). *Guia do Saneamento Ambiental no Brasil*. 18<sup>a</sup> ed. ABES, Brasil.
- COPASA MG ( 1997). *Normas Técnicas da Companhia de Saneamento de Minas Gerais*.
- EMBRAPA (1997). *Manual de métodos de análise do solo*. SNLCS, Rio de Janeiro-RJ, Brasil. pp 212.
- FREIRE, A. ° (1997). Estudo de casos de reciclagem de águas residuárias em Minas Gerais - Roças Novas e Canabrava. *Congresso sobre o Benéfico Reuso de Águas e Biosólidos*. pp 6-9, Marbella, Málaga, Espanha.
- MINAS GERAIS. (1986). *Deliberação Normativa/COPAM N.º 010, de 16 de dezembro de 1986. Estabelece normas e padrões para qualidade das águas, lançamento de efluentes nas coleções de água, e dá outras providências*.
- Organizacion Mundial de la Salud (1989). *Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura*. Série de Informes Técnicos 778. OMS
- OLIVEIRA, L. B. (1979). *Manual de métodos de análise de solo*. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. SNLCS, Rio de Janeiro-RJ, Brasil .
- OLIVEIRA, J.B.; JACOMINE, P.K.; CARMARGO, M.N.C (1992). *Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento*. pp 201. FUNEP. Jaboticabal-SP, Brasil.

TERADA, M. & ZUCCOLO, A. C. F. & PAGANINI, W. S. (1985). Tratamento de esgotos domésticos por disposição no solo com utilização de gramíneas. *Revista DAE*, vol. 49, pp. 249-254

ZERBINI, A. M.; CHERNICHARO, C. A. L.; VIANA, E.M. ( 1991). Estudo da Remoção de Ovos de Helmintos e Indicadores Bacterianos em um Sistema de Tratamento de Esgotos Domésticos por Reator Anaeróbio e Aplicação Superficial no Solo. *20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 10-14/05/99. Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

**REFERÊNCIA:**

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., 1999, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas, 1999.