

**REMOÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS E FECAIS - *Escherichia coli* NO  
TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO PELO MÉTODO DO  
ESCOAMENTO SUPERFICIAL<sup>1</sup>**

**Sandra Parreiras Pereira Fonseca<sup>2</sup>**

M.S. Engenharia Agrícola, Irrigação e Drenagem,  
Eng. Civil de Projetos e Obras de Saneamento,  
Superintendência Operacional Leste - COPASA MG

**Antônio Alves Soares,**

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

**Antônio Teixeira de Matos,**

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

**Endereço<sup>2</sup>:** Rua Gomes Barbosa, 79 apto. 200, Viçosa MG, CEP: 36.570-000  
Tel: (0xx) (31) 891.1044, (32) 539.6038, E-mail: fonseca@mail.ufv.br.

**RESUMO:** O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa - UFV, na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola, com o objetivo avaliar um sistema de tratamento de esgoto pelo método de escoamento superficial. O esgoto doméstico bruto do Condomínio residencial, Bosque do Acamari, após tratamento preliminar, foi aplicado em faixas de tratamento cultivadas com capim-coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), nas taxas de aplicação de 0,24 e 0,36 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup>. A remoção de coliformes totais e fecais - *E. coli* foi avaliada no efluente das faixas, na forragem verde e fenada do capim-coastcross e na água do lençol freático. O tratamento do esgoto não foi eficiente na remoção de coliformes totais e fecais-*E.coli*. A desinfecção do efluente do tratamento com irradiação ultravioleta, devido à baixa transmitância que apresentaram, não foi possível. As taxas de aplicação não influenciaram no número de coliformes totais na forragem verde do capim colhido com o sistema em operação e após vinte e quatro dias do capim fenado. A contagem do número de coliformes fecais - *E. coli* foi menor que um na forragem verde do capim colhido após sete dias do sistema parado e doze dias após fenado. Não foi detectada contaminação das águas freáticas por coliformes fecais - *E. coli*.

**PALAVRAS-CHAVES:** coliformes, disposição de esgoto no solo, contaminação do lençol freático, fertirrigação.

<sup>1</sup> Parte da tese do 1º autor apresentada no Depto de Engenharia Agrícola - DEA da Universidade Federal de Viçosa - UFV 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 DVDT/COPASA MG.

# REMOÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS E FECAIS - *Escherichia coli* NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO PELO MÉTODO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

## INTRODUÇÃO

O abastecimento de água tratada traz resultados rápidos e sensíveis melhorias à saúde e às condições de vida das comunidades. Entretanto, os dejetos gerados após o uso da água requerem tratamento e disposição final adequados para controle de vetores transmissores de doenças e preservação do meio ambiente.

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. Além disso, 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).

O tratamento do esgoto por disposição no solo é uma alternativa de tratamento viável, não apenas por reduzir os problemas de poluição, mas também para aproveitamento da água residuária na agricultura, como alternativa de fertirrigação. O uso da água residuária com fins agrícolas apresenta atrativos de ordem ambiental, pelo controle da poluição, e de ordem econômica, por representar uma fonte alternativa de água e fertilizantes para as culturas.

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 1989) sugere, como diretriz para uso de águas residuárias para irrigação de culturas ingeridas cruas, campos de esportes e parques públicos, um padrão de qualidade bacteriológico de 1000 coliformes fecais por 100 mL e, no máximo, de um ovo de helminto por litro. Cita que não existe nenhuma recomendação quanto aos limites bacteriológicos da água de irrigação para forrageiras, desde que os agricultores e a população em geral, não sejam expostos a riscos sanitários.

O tratamento do esgoto doméstico pelo método do escoamento superficial consiste na aplicação do esgoto no início de faixas com declividade de 2 a 8%, sendo o efluente gerado coletado e lançado nos corpos receptores d'água. Os solos utilizados nessa prática devem possuir baixa permeabilidade. A depuração do esgoto depende da vegetação, responsável pela absorção de minerais disponibilizados com a decomposição do material orgânico e os microorganismos que se desenvolvem no filme biológico, formado na interface solo-planta.

Tendo em vista a necessidade do tratamento do esgoto doméstico e o seu uso planejado na agricultura, este trabalho teve como objetivos avaliar a eficiência do tratamento do esgoto bruto de origem doméstica, pelo método do escoamento superficial, na remoção de Coliformes totais e fecais - *Escherichia coli*, aspectos sanitários do capim-coastercross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) cultivado nas faixas de tratamento e monitorar a qualidade da d'água do lençol freático próximo à unidade de tratamento do esgoto.

## REVISÃO DE LITERATURA

Os organismos indicadores de contaminação fecal mais utilizados, são as bactérias do grupo coliformes, por serem encontrados na microbiota intestinal de animais de sangue quente, estarem presentes quando os patogênicos estão presentes e ausentes em amostras não contaminadas, estarem presentes em maior número que os patogênicos, não

se multiplicarem no meio, e serem detectados por meio de métodos fáceis, rápidos e baratos (Berg, 1978; Olivieri, 1983; Ericksen e Dufour, 1986; citados por BITTON, 1994).

A portaria nº 36 (18-Jan-1990) do Ministério da Saúde definem Coliformes fecais ou coliformes Termotolerantes: são as bactérias do grupo coliformes que apresentam as características do grupo, porém à temperatura de incubação de 44,5° C mais ou menos 0,2 (dois décimos) por 24 (vinte e quatro) horas. O grupo de coliformes fecais compreende bactérias como a *Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae* (BITTON, 1994).

BITTON (1994) e a Organização Mundial de Saúde (1995), têm sugerido apenas o uso da *Escherichia coli* como indicador de contaminação fecal, uma vez que ela pode ser facilmente distinta de outros membros do grupo de coliformes fecais (ausência de urease e presença de β-glicuronidase), além de apresentarem um padrão de sobrevivência similar àquele das bactérias patogênicas.

Segundo VON SPERLING (1996), a remoção de coliformes pode ser alcançada por processos naturais, lagoas de maturação e disposição no solo; e com elevadas eficiências por meio de cloração, ozonização e radiação ultravioleta (UV). Os sistemas de desinfecção por raios UV usam lâmpadas de mercúrio de baixa pressão, envolvidas em tubos de quartzo, as quais permitem a passagem de radiação UV de comprimento de onda de 254 nm, que é germicida. Os microrganismos como bactérias, vírus, leveduras etc., ao passarem por uma câmara de irradiação UV, são desintegrados em poucos segundos, devido às reações fotoquímicas nas células (BITTON, 1994). As partículas em suspensão, a Demanda Química de Oxigênio - DQO e a cor dos efluentes de águas residuárias são as principais variáveis que afetam a transmissão de UV na água e, assim, a potência da lâmpada UV.

CORAUCCI FILHO (1991), Peters e Lee (1978) citados por CHERNICHARO (1997) e FREIRE (1997), observaram redução de apenas uma unidade logarítmica, ou seja uma redução de 90%, nos níveis de coliformes fecais, após o tratamento do esgoto em sistema pelo método do escoamento superficial. FONSECA et. al. (1999) relatam a remoção de uma unidade logarítmica na contagem de coliformes fecais - *E.coli* no efluente do tratamento do esgoto, com concentrações finais de 10<sup>7</sup> NMP/100 mL.

ZERBINI et al. (1999), trabalhando na unidade piloto de tratamento de esgoto doméstico por escoamento superficial, pré-tratado em reator UASB, observaram na contagem de coliformes fecais a remoção de 1 unidade logarítmica no reator UASB e de 1 a 2 unidades logarítmicas nas rampas de tratamento, resultando em um efluente com concentrações finais variando entre 10<sup>4</sup> e 10<sup>5</sup> UFC/100 mL.

CAMPOS et. al. (1999), em pesquisa realizada na província Girona na Espanha, utilizando efluentes de Lodo Ativado para a irrigação por aspersão de uma área de 16.262 m<sup>2</sup>, solo arenoso, plantada com poplar-grass (grama conjugada com Álamo da espécie *Populus alba*) obtiveram em média, redução de 3,5 a 4,5 unidades logarítmicas de unidade formadora de colônias de coliformes fecais por 100 mL e a eliminação total de ovos de helmintos, quando a água residuária percolou no solo.

Em culturas fertirrigadas com esgoto doméstico, o período de sobrevivência de coliforme fecal na folha do vegetal, sob temperatura ambiente de 20 a 30 °C, é usualmente menor que 15 dias, podendo atingir até 30 dias; valores estes dependentes das condições climáticas, do tipo de solo e da qualidade da água residuária. A Organização Mundial de Saúde (1989), sugere-se que seja respeitado o prazo de duas semanas entre o término da fertirrigação da forrageira com águas residuárias e a alimentação de animais.

A disposição de águas residuárias no solo tem sido questionada, muitas vezes, no que refere-se aos riscos de contaminação de águas subterrâneas, principalmente por microorganismos patogênicos e nitrato.

A Organização Mundial de Saúde (1972), citado por AZEVEDO NETTO (1987), considera que a água subterrânea é potável quando, para a água desinfetada haja ausência de germes do grupo coliforme em qualquer amostra e para águas sem desinfecção, pode-se tolerar até 3 germes do grupo coliforme por 100 mL; porém ausência de *Escherichia coli* em algumas amostras, sempre que as coletas sejam frequentes e os mananciais protegidos.

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 deve ser ausente e 95% das amostras devem apresentar ausência de coliformes totais em 100 mL. Nos 5% das amostras restantes serão toleradas até 10 coliformes totais em 100 mL, desde que isso não ocorra em duas amostras consecutivas, coletadas sucessivamente no mesmo ponto.

PAGANINI (1997), em estudo de tratamento de esgoto doméstico por escoamento superficial, em Populina - SP, solo argiloso, com o lençol freático a 3,0 e 1,0 m de profundidade, a montante e jusante à área de tratamento, respectivamente; obteve resultados de microorganismos ausentes nas águas freáticas, tanto para os coliformes totais quanto para os fecais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola - UFV, situado na cidade de Viçosa, Zona da Mata mineira, próximo à rodovia que liga a cidade de Viçosa a Paula Cândido, com o objetivo avaliar um sistema de tratamento de esgoto pelo método de escoamento superficial e a qualidade da água do lençol freático. O esgoto doméstico bruto do Condomínio residencial Bosque do Acamari, com 136 unidades, após tratamento preliminar e tanque de equalização, foi aplicado em faixas de tratamento, em solo da classe Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico, cultivadas com capim-coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). O esgoto foi aplicado em taxas de 0,24 e 0,36 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup> (quatro repetições para cada taxa) e duas faixas testemunhas irrigadas com água.

As amostras do esgoto para as análises de coliformes totais e fecais - *E.Coli*, foram coletadas todas as terças-feiras ou quartas-feiras, às 8:00 horas, na entrada e saída do tratamento preliminar e no final de cada faixa. Esse horário da coleta foi selecionado tendo em vista ser o de maior concentração de coliformes de todo o dia.

Optou-se em quantificar os coliformes totais e fecais pelo método enzimático, por possibilitar a determinação do número mais provável de *Escherichia coli*, em 100 mL, considerando que, essa bactéria, dentro do grupo de coliformes fecais, é a mais associada à contaminação fecal. As contagens de coliformes totais e fecais foram realizadas por meio de um teste comercial, Auto-análise Colilert (AC), também chamado meio mínimo ONPG-MUG (MMO-MUG), baseado na Tecnologia dos Substratos Definidos (DST). Os resultados foram expressos em Número Mais Provável (NMP) por 100 mL de esgoto em triplicata. As análises de microbiologia foram efetuadas em, no máximo, seis horas após cada coleta, conforme APHA (1998) e (COPASA, 1997).

Para a avaliação da desinfecção por radiação ultravioleta do efluente da Estação de Tratamento de Esgoto experimental (ETEe), foram coletadas amostras dos efluentes do esgoto tratado no final das faixas, de hora em hora. Determinou-se a transmitância utilizando-se de um Fotômetro de luz UV na faixa de 252 nm, para 1 cm<sup>3</sup> de amostra.

Na época de corte do capim-coastcross o sistema era paralisado por um período de 7 a 10 dias, e o corte efetuado sempre a 15 cm do solo, para evitar a contaminação do operador da ETEe.

Para avaliação dos aspectos sanitários da forragem, foram coletadas, amostras da matéria verde do capim-coastcross verde em cada extremidade e no meio das faixas, constituindo uma amostra composta para cada um dos três tratamentos (faixas com taxa de aplicação de 0,24 e 0,36 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup> e sem esgoto). O corte da forrageira para análise foi efetuado com o sistema em operação, após uma e dezesseis horas do sistema paralisado, e após suspensão de aplicação do esgoto no sistema por sete dias. O capim-coastcross foi fenado constituindo três fardos, correspondentes aos três tratamentos em estudo. Em cada fardo foram retiradas três amostras, formando amostras compostas para análises de coliformes totais e fecais - *E.coli*, após 3, 12, 17 e 24 dias do capim fenado

Das amostras coletadas, material verde ou feno, foram retiradas subamostras escolhidas aleatoriamente, e colocadas em proveta de 1000 mL, esterilizada e tarada, até completar 10 g. À esse material foi acrescentada água estéril (destilada, deionizada e autoclavada) até completar o volume de 1000 mL. Essa mistura foi lentamente agitada manualmente por um período de 30 segundos e colocada em repouso por um período de 30 minutos. Em seguida, retiraram-se alíquotas que foram submetidas às diluições de 10<sup>-1</sup> a 10<sup>-3</sup>, com três repetições, para análise de coliformes totais e fecais - *E.Coli* (Prof. Daniel Adolpho Cerqueira<sup>1</sup>). A contagem de coliformes totais e fecais - *E.coli* na forragem verde e fenada do capim-coastcross foi determinada pelo teste Auto-análise Colilert (AC), e recomendações descritas por APHA (1998).

Para monitorar a qualidade e o nível da água do lençol freático foram instalados quatro poços de observação a jusante, com profundidades variando de 7,20 a 8,40 m e um poço testemunha a montante da ETEe com profundidade de 9,55 m. Diariamente, foram medidos os níveis d'água dos poços de observação e semanalmente foram coletadas amostras d'água do lençol freático para as análises bacteriológicas de coliformes totais e fecais - *E. Coli*. Todas as análises foram realizadas, com três repetições e conforme recomendado APHA (1998).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se no Quadro 1 que a quantidade de coliformes totais e fecais - *Escherichia coli* do esgoto sofreu um acréscimo, menor que uma unidade logarítmica, no tratamento preliminar, tal fato deve-se, possivelmente, à ligeira decomposição do material orgânico no tanque de equalização.

No tratamento por disposição no solo (Quadro1) a contagem de coliformes totais e fecais - *E.coli* no efluente das faixas, não variou (P>0,05) entre as mesmas, para ambas as taxas de aplicação, ocorrendo decréscimos menores que uma unidade logarítmica. A pequena remoção de coliformes totais e fecais nas faixas de tratamento, deve-se provavelmente, às condições favoráveis do meio à sobrevivência das bactérias: pH adequado (entre 5,8 e 7,7), elevada umidade, freqüente adição de material orgânico e, principalmente e baixa insolação sob a superfície do solo (BILTTON e GERBA, 1984). Entretanto, a contagem de coliformes totais variou entre tratamentos (P<0,05), sendo menor no efluente das faixa nas quais a taxa de aplicação foi de 0,24 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup>.

A deliberação Normativa COPAM n<sup>o</sup> 010/86, não estabelece um limite de despejos infectados com microorganismo patogênicos no corpo receptor d'água, porém os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características em desacordo com seu enquadramento; assim sendo, os resultados foram insatisfatórios para atendimento da

---

<sup>1</sup> Prof. Daniel Adolpho Cerqueira – Biólogo, Microbiologista da COPASA - MG.

qualidade do corpo receptor d'água, Córrego São Bartolomeu, o qual é enquadrado na classe 2, ou seja, o limite máximo de 1000 coliformes fecais por 100mL

Quadro 1 - Valores médios da contagem de coliformes totais e fecais do sistema de tratamento do esgoto pelo método do escoamento superficial de março a setembro de 1999

Pontos de coletas	Coliformes totais (NMP/100 mL)	Coliformes fecais - <i>E.coli</i> (NMP/100mL)
Tratamento Preliminar		
Afluente	$9 \times 10^7 \pm 3 \times 10^7^C$	$9 \times 10^6 \pm 4 \times 10^6^D$
Efluente	$1 \times 10^8 \pm 6 \times 10^7^C$	$1 \times 10^7 \pm 7 \times 10^6^D$
Efluente das faixas ( $q = 0,36 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ )		
Faixa 2	$5 \times 10^7 \pm 3 \times 10^7^a$	$9 \times 10^6 \pm 4 \times 10^6^a$
Faixa 3	$6 \times 10^7 \pm 5 \times 10^7^a$	$9 \times 10^6 \pm 5 \times 10^6^a$
Faixa 4	$6 \times 10^7 \pm 3 \times 10^7^a$	$9 \times 10^6 \pm 8 \times 10^6^a$
Faixa 5	$6 \times 10^7 \pm 4 \times 10^7^a$	$1 \times 10^7 \pm 1 \times 10^7^a$
Média	$6 \times 10^7 \pm 4 \times 10^6^A$	$9 \times 10^6 \pm 4 \times 10^5^A$
Efluente das faixas ( $q = 0,24 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ )		
Faixa 6	$5 \times 10^7 \pm 2 \times 10^7^a$	$1 \times 10^7 \pm 6 \times 10^6^a$
Faixa 7	$5 \times 10^7 \pm 2 \times 10^7^a$	$8 \times 10^6 \pm 4 \times 10^6^a$
Faixa 8	$4 \times 10^7 \pm 1 \times 10^7^a$	$6 \times 10^6 \pm 3 \times 10^6^a$
Faixa 9	$5 \times 10^7 \pm 5 \times 10^7^a$	$7 \times 10^6 \pm 3 \times 10^6^a$
Média	$5 \times 10^7 \pm 6 \times 10^6^B$	$8 \times 10^6 \pm 2 \times 10^6^A$

**Nota:**

- (1) Letras minúsculas sobrescritas diferentes indicam variação significativa entre repetições experimentais (Faixas) em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ;
- (2) Letras maiúsculas sobrescritas diferentes indicam variação significativa entre os tratamentos (taxas de aplicação) em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey .

A transmitância do efluente tratado, importante para o uso de equipamento de desinfecção por ultravioleta, está apresentado na Figura 1.

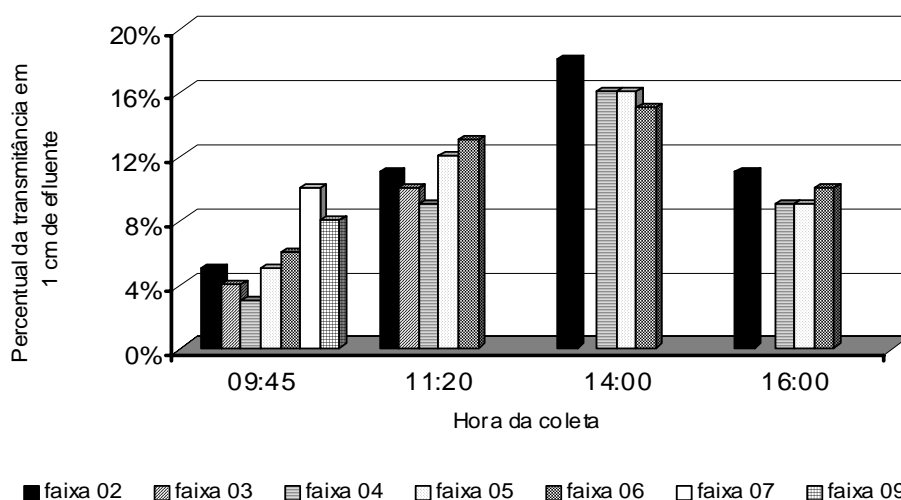


Figura 1 - Resultados da transmitância em amostra de 1 cm<sup>3</sup> dos efluentes das faixas de tratamento do esgoto pelo método do escoamento superficial.

O percentual da transmitância do esgoto variou de 3% a 18 %, devido a baixa remoção de sólidos em suspensão, que variou de 133 e 121 mg.L<sup>-1</sup>, correspondentes a maior e menor taxa de aplicação. A empresa Umex Gmbh Dresden, de equipamentos de irradiação ultravioleta, considerou a transmitância inadequada por ser a mesma menor que 60% em 1 cm<sup>3</sup> de efluente. Neste caso deveria ser utilizado outro equipamento mais potente que o do tipo TLD 5125 UX 100 constituído com somente uma lâmpada UV. Entretanto um equipamento com maior número de lâmpadas ultravioleta, torna-se economicamente inviável. Como possível alternativa, pode-se filtrar o efluente das faixas do tratamento por escoamento superficial, para melhorar a transmitância antes da aplicação da desinfecção por meio de irradiação ultravioleta.

No Quadro 2 estão apresentados os resultados da contagem de coliformes totais, expressas em número mais provável por grama de material, na forma verde e fenada da forrageira cultivada em faixas tratadas (taxas de aplicação de 0,24 e 0,36 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup>) com e sem esgoto. Observa-se que a contagem de coliformes totais no capim-coastcross cultivado nas faixas que não receberam esgoto, foi de uma unidade logarítmica e, após fenado, sofreu acréscimo de uma e de três unidades logarítmicas em uma grama de forragem fenada nos primeiros 17 e 24 dias após a fenação, respectivamente. Nas faixas onde foi aplicado esgoto, para ambas as taxas de aplicação, a contagem de coliformes totais manteve-se constante, em torno de três unidades logarítmicas em uma grama de forragem verde tanto para o capim coletado com o sistema em operação e como para o coletado quando o sistema estava paralisado. Na forragem do capim fenado, para ambas as taxas de aplicação de esgoto, a contagem de coliformes oscilou de duas a quatro unidades logarítmicas em uma grama de forragem. Tais resultados, provavelmente, deveram-se a contaminação durante o preparo dos fardos no próprio campo.

Quadro 2 - Contagem de coliformes totais na forragem verde e fenada do capim-coastcross

Monitoramento	Faixas de tratamentos				
	Data de coleta	Hora da coleta	sem esgoto	taxa de aplicação (0,36 m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> .m <sup>-1</sup> )	taxa de aplicação (0,24 m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> .m <sup>-1</sup> )
Condição de operação	NMP / g de forragem				
Sistema em operação	28/07	16:00	1 x 10 <sup>1</sup>	9 x 10 <sup>3</sup>	4 x 10 <sup>3</sup>
Após 1 hora do sistema paralisado	11/08	16:00	2 x 10 <sup>1</sup>	4 x 10 <sup>3</sup>	2 x 10 <sup>2</sup>
16 horas sem esgoto	26/08	08:30	2 x 10 <sup>1</sup>	2 x 10 <sup>3</sup>	6 x 10 <sup>3</sup>
7 dias sem esgoto	09/09	10:00	3 x 10 <sup>1</sup>	4 x 10 <sup>3</sup>	7 x 10 <sup>3</sup>
3 dias fenada	13/09	09:00	2 x 10 <sup>2</sup>	2 x 10 <sup>2</sup>	2 x 10 <sup>2</sup>
12 dias fenada	22/09	14:00	1 x 10 <sup>2</sup>	2 x 10 <sup>4</sup>	8 x 10 <sup>3</sup>
17 dias fenada	27/09	13:00	3 x 10 <sup>2</sup>	3 x 10 <sup>3</sup>	3 x 10 <sup>4</sup>
24 dias fenada	04/10	10:00	9 x 10 <sup>4</sup>	3 x 10 <sup>2</sup>	6 x 10 <sup>2</sup>

Na Figura 2 estão apresentados os resultados da contagem de coliformes fecais -*E. coli* em uma grama de forragem verde e fenada do capim-coastcross, cultivadas sem e com esgoto. Observa-se que a contagem de coliformes fecais na forragem verde e fenada do capim-coastcross quando não foi irrigada com esgoto, foi menor que um.

Nas análises da forragem verde, coletada quando o sistema estava em operação, a contagem de coliformes fecais - *E.coli* foi de duas e uma unidades logarítmica para cada grama de forragem, para as taxas de aplicação de 0,36 e 0,24 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup>, respectivamente.

Após o sistema ser desligado, o número de coliformes fecais tendeu a reduzir, chegando a ser menor que um, após sete dias de paralisação da operação.

Após três dias fenado o capim, a contagem de coliformes fecais - *E.coli* foi maior que uma unidade logarítmica e, após doze dias, passou a ser menor que uma. Possivelmente devido a contaminação do capim com o solo durante o período de secagem e produção do feno; e a forragem fenada apresentar o teor de umidade de 18-20%, o qual, pode ter favorecido o desenvolvimento de coliformes fecais - *E.coli* no feno produzido.

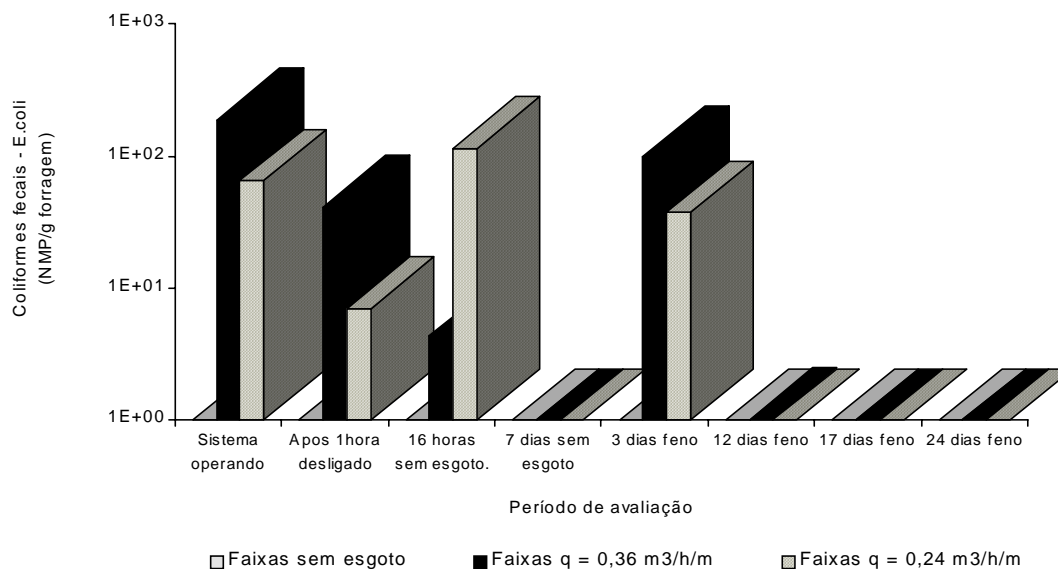


Figura 2 - Contagem de Coliformes fecais - *E.Coli* na forragem verde e fenada do capim-coastcross, com e sem esgoto doméstico bruto, durante e após a operação do sistema.

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 área do tratamento de esgoto, estão apresentados no Quadro 3.

Observou-se, que os poços 1, 2, 3 e 4, localizados a jusante da área de tratamento, apresentaram indicativos de contaminação de coliformes totais e fecais - *E.coli*, apresentando contagem de uma a quatro e de uma a duas unidades logarítmicas respectivamente.

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. 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.



Quadro 3 - 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 testemunha	Poço 01	Poço 02	Poço 03	Poço 04	Poço testemunha	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		4x10 <sup>3</sup>	2x10 <sup>2</sup>	2x10 <sup>3</sup>	3x10 <sup>3</sup>		< 1	20	< 1	30
Desvio padrão		± 5 x10 <sup>3</sup>	± 4x10 <sup>2</sup>	± 4x10 <sup>2</sup>	± 4x10 <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	5x10 <sup>3</sup>	4x10 <sup>3</sup>	2	10	2x10 <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

## CONCLUSÕES

- De acordo com os resultados, para as condições desta pesquisa, pode-se concluir:
- O tratamento do esgoto por disposição no solo, para essa situação, não foi eficiente na remoção de coliformes totais e Coliformes fecais - *E.Coli* e a baixa transmitância do esgoto, não permitiu a desinfecção por irradiação ultravioleta.
  - A taxa de aplicação não influenciou no número de coliformes totais na forragem verde ou fenada do capim-coastcross. O número de coliformes fecais - *E.coli* foi inferior a um na forragem verde após sete dias de paralisação do sistema e após doze dias do capim fenado, o que, torna-se possível, a utilização do capim fertirrigado na alimentação de ruminantes. Recomenda-se sempre que possível o acompanhamento clínico do ruminante.
  - O lençol freático não foi contaminado por coliformes fecais - *E. coli* com a aplicação de esgoto pelo método do escoamento superficial.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Engenharia Agrícola e a Universidade Federal de Viçosa - UFV, pelo apoio na realização do projeto de pesquisa e à Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA MG pelo financiamento do presente estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION-APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington. 1998.
- BITTON, G. **Wastewater microbiology**. New York: Willey-liss, 1994. 478 p.
- BITTON, G; GERBA C. P. **Groundwater pollution microbiology**. New York: John Wiley & Sons, 1984., 379p.
- 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.
- AZEVEDO NETTO, J. M (Coord.). **Técnica de Abastecimento e tratamento de água**. 2. ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1987.
- CAMPOS, C., SALGOT M., BRISAUD, F, CASALS, G. Soil-plant-aquifer systems as tertiary treatment of a secondary effluent. In: INTER-REGIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENT-WATER, 2, 1999, Lausanne, Switzerland. **Proceedings...** Lausanne, Switzerland: editora, 1999. (CD-ROM).
- CHERNICHARO, C. A, L. **Reatores anaeróbios**. Belo Horizonte: UFMG, 1997. 246p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 5).
- COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA MG. **Norma T-125/2**. Coleta de amostras de águas para análises bacteriológica. Belo Horizonte. 1997.4p.
- CORAUCCI FILHO, B. **Tratamento de esgotos domésticos no solo pelo método do escoamento superficial**. São Paulo: UNICAMP. 1991. 1336p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Estadual de Campinas, 1991.
- Deliberação normativa da comissão de política ambiental - 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. In: VIANNA, M. R. **Hidráulica aplicada às estações de tratamento de água**. 3. ed. Belo Horizonte: Imprimatur, 1997. p.540-552.
- 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: SBEA, 1999. (CD-ROOM).
- FREIRE, A. O. Wastewater Recycling in Minas Gerais - Brazil: Case Studies in Roças Novas e Canabrava. In: BENEFICIAL REUSE OF WATER AND BIOSOLIDS, Málaga, Espanha. **Anais...** Málaga, Espanha: WATER ENVIRONMENT FEDERATION-WEF, 1997.
- ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD-OMS. **Guías para la calidad del agua potable**. 2, ed. v.1, Genebra: 1995. 195p.
- ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD-OMS. **Directrices sanitarias sobre el uso de agua residuales en agricultura y acuicultura**. Genebra: 1989. 93p. (Série de Informes Técnicos, 778).
- 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.
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: UFMG, 1996. 243 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 1).
- ZERBINI, A. M.; CHERNICHARO, C. A. L.; VIANA, E. M. Estudo da Remoção de Ovos de Helminthos e Indicadores Bacterianos em um Sistema de Tratamento de Esgotos Domésticos por Reator Anaeróbio e Aplicação Superficial no Solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20, 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: ABES, 1999.(CD-ROOM).

**Referência:**

- FONSECA, S. P. P.; SOARES, A. A.; MATOS, A. T. Remoção de coliformes totais e fecais - *Escherichia coli* no tratamento de esgoto doméstico pelo método do escoamento superficial. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MICROBIOLOGIA APLICADA AO SANEAMENTO, 1., 2000, Vitória, ES. **Anais...** Vitória, 2000.