

## II-428 - CARACTERIZAÇÃO DE ESGOTO ORIUNDO DE FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA E OS EFEITOS DA SUA APLICAÇÃO NO SOLO

### **Paulo Ricardo Frade** <sup>(1)</sup>

Engenheiro Ambiental e Sanitarista pelo Centro Universitário de Formiga – MG (UNIFOR-MG). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pelo Departamento de Engenharia e Sanitária da Universidade Federal de Minas Gerais (DESA/UFMG). Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Professor Adjunto I do UNIFOR-MG e Consultor Ambiental da empresa BIOS Engenharia e Consultoria Ambiental.

### **Valquíria da Silva Souza** <sup>(2)</sup>

Engenheira Ambiental e Sanitarista pelo Centro Universitário de Formiga – MG (UNIFOR-MG).

### **Ascânio Vaz Silva** <sup>(3)</sup>

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário de Formiga – MG (UNIFOR-MG).

### **Flávio Leonildo de Melo** <sup>(4)</sup>

Químico pelo Centro Universitário de Formiga (UNIFOR-MG). Técnico Químico do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Formiga (SAAE).

### **Diego Vipa Amâncio** <sup>(5)</sup>

Engenheiro Ambiental e Sanitarista pelo Centro Universitário de Formiga (UNIFOR-MG). Mestre em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela UFLA. Atualmente Consultor Ambiental e Professor Adjunto na Faculdade Pitágoras em Divinópolis – MG.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Francisco Nascimento, 150 – Jardim América - Formiga - MG - CEP: 35570-000 - Brasil - Tel: (37) 99951-4910 - e-mail: paulorfrad@gmail.com

### **RESUMO**

A falta de saneamento básico é um dos maiores problemas sociais e ambientais no Brasil, principalmente nas zonas rurais que, em sua maioria, não contam com esse serviço. O reúso do esgoto tratado procura realizar uma dupla cooperação com o setor agrícola e do saneamento, com o fornecimento de importantes insumos agrícolas através de água e nutrientes. Dentro deste contexto, os objetivos do trabalho foram caracterizar os efluentes de fossas sépticas e avaliar as alterações nas propriedades químicas dos solos, quando irrigado com o efluente. Por fim, a fossa biodigestora apresenta-se como uma importante alternativa para o saneamento rural, porém, o presente estudo demonstrou que é necessária uma melhoria neste tipo de tratamento, os altos valores de DBO, DQO e Coliformes encontrados inviabilizam seu lançamento em corpos d'água. O reúso do efluente tratado no solo se torna uma alternativa viável, devido o acréscimo de nutrientes nos solos irrigados e o seu poder depurador que é maior que o das águas. O planejamento e o manejo destas águas são indispensáveis para uma fertirrigação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água Residuária, Fertilidade, Reúso, Contaminação.

### **INTRODUÇÃO**

A falta de saneamento básico é um dos maiores problemas sociais e ambientais no Brasil, com o crescimento desordenado da população, aumentou de tal forma a quantidade de esgoto gerado e grande parte deste esgoto não é tratada adequadamente. A falta de tratamento dos esgotos sanitários é ainda mais preocupante nas zonas rurais, pois grande parte da população rural não conta com serviço básico de saneamento, dispondo seus efluentes em fossas negras e rudimentares, assim poluindo os corpos d'água, contaminando o solo e expondo a população a doenças, isto não quer dizer que na área urbana a situação é melhor ao contrário grande parte do esgoto da cidade não é tratado e vão para rios, lagos e mananciais.

Neste contexto, visando uma melhoria no saneamento ambiental, é indispensável a implantação de mecanismos que ajudem o tratamento ou uma melhor destinação do esgoto gerado. A Fossa Séptica Biodigestora (FSB) é uma alternativa viável, pois ela proporciona um efluente tratado que poderá auxiliar na produtividade de culturas, podendo ser aplicado no solo como adubo orgânico.

O reúso é realidade em alguns países, no Brasil, esta prática tem sido incentivada como forma de minimizar a escassez de água potável e a degradação de mananciais causada pelo despejo direto de esgotos e resíduos. Porém, para promover o reaproveitamento de águas residuárias na agricultura é necessário que o seu tratamento seja eficaz.

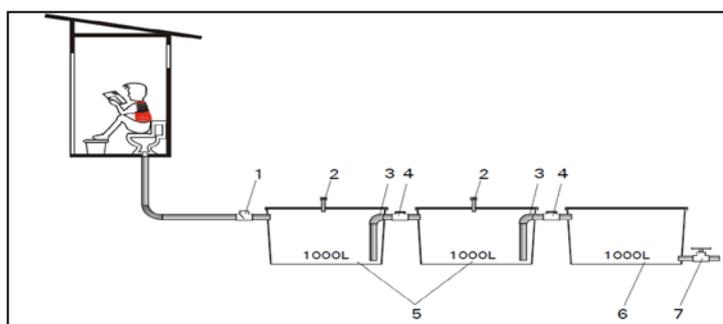
## OBJETIVOS

Caracterização dos efluentes de fossas sépticas e avaliação do seu potencial nutricional em solos, nas propriedades rurais do município de São Francisco de Paula – MG.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O município de São Francisco de Paula está localizado no Centro Oeste de Minas Gerais, a uma latitude 20° 42' 36" sul e a uma longitude 44° 59' 07". Segundo o IBGE (2010), o município possui uma área territorial de 316,822 km<sup>2</sup> e uma população local de 6.483 habitantes, sendo 3.200 habitantes representantes da população rural.

O estudo foi desenvolvido em três propriedades localizadas na zona rural da comunidade da Lagoinha, sítio JB e Valentim, próximos ao município de São Francisco de Paula – MG. O P-I tem sua localização na comunidade Lagoinha e tem suas coordenadas de latitude UTM: 7716943 S e longitude Longitude UTM: 502695 E. O P-II tem sua localização no Sítio JB e suas coordenadas de latitude Latitude UTM: 7709391 S e Longitude UTM: 502568 E. No P-III localizado na Comunidade Valentim tem suas coordenadas de Latitude UTM: 7720960 S e Longitude de Longitude UTM: 494145 E. Um dos objetivos específicos do estudo, foi caracterizar o esgoto doméstico, gerado nessas propriedades, após o tratamento adotado (fossas sépticas), na Figura em sequência.



**Figura 1: Esquema da fossa séptica biodigestora instalada para as três propriedades.**

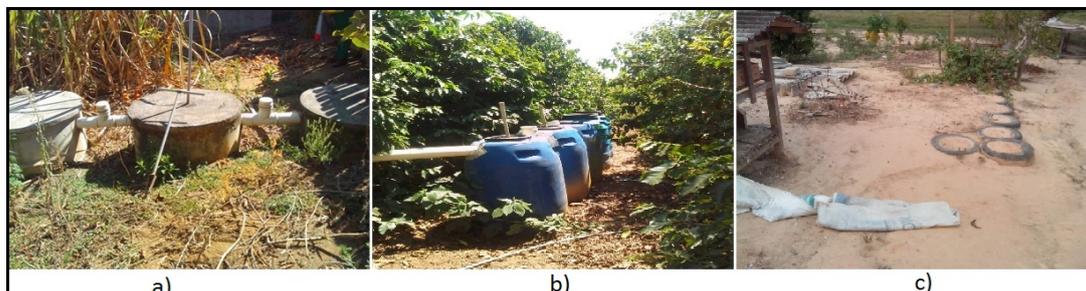
**Fonte: EMBRAPA, 2002.**

Nessas duas propriedades, as fossas foram construídas, seguindo o modelo acima, sendo que, em uma, foram utilizadas três caixas de concreto e, na outra, tambores.

Na primeira propriedade, foram utilizadas caixas de concreto; estas obtinham um volume de 1000L cada, conectados diretamente ao vaso sanitário, contendo a seguinte distribuição, conforme a figura 1: (1) válvula de retenção entre o vaso sanitário e a primeira caixa para a colocação do esterco fresco, necessário ao processo inicial de fermentação; (2) cano de PVC de 1 metro de altura, centralizado nas duas primeiras caixas, tampado na ponta, mas com pequenos orifícios laterais, para a saída do gás acumulado dentro da caixa; (3) as caixas são conectadas entre si, com tubos de PVC de quatro polegadas, com curva de 90 mm longa no interior das caixas, para a passagem da primeira caixa para a segunda e para terceira caixa; (4) “T” de inspeção entre as três caixas para o acaso de entupimento do sistema.

O mesmo tratamento (fossa séptica) foi realizado na segunda propriedade, Sítio JB, porém as caixas de concreto foram substituídas por tambores de 200L cada. Já, na comunidade Valentim, foi instalada uma fossa séptica ecológica de pneus, tanque de evapotranspiração (TEVAP).

Devido ao método de construção da fossa ecológica de pneus ser realizado em regiões subsuperficiais do solo, nesse local, foi coletado apenas amostras de solos. As coletas, nessa propriedade, foram realizadas próximas à fossa (na camada superficial), e a outra coleta foi feita fora do local de implantação da fossa, de modo que esta não tivesse influência do efluente.



**Figura 2: Sistema de fossa séptica. a) Caixas de concreto com 1000 mL em cada uma; b) Utilizados tambores com 200 mL cada; c) Construção ecológica de pneus da fossa séptica subsuperficiais.**

Fonte: Acervo pessoal, 2016.

Após a coleta e o acondicionamento das amostras dos efluentes, estas foram encaminhadas para o laboratório de análise de água do Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE do município de Formiga e para o Centro de Análise de Águas e Resíduos – CENAR no Centro Universitário de Formiga- UNIFORMG.

Os métodos utilizados para as análises laboratoriais foram realizados de acordo com as recomendações do livro APHA (2012); Environmental Protection Agency – EPA; e, também, foi utilizado o potenciômetro digital para a determinação do pH.

Do esgoto tratado, foram feitas as seguintes análises:

- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); Demanda Química de Oxigênio (DQO) e pH no laboratório CENAR (Centro de Análise de Águas e Resíduos)
- Coliformes totais, *Escherichia coli*; Cor e Turbidez, no laboratório do SAAE (serviço Autônomo de Água e Esgoto) de Formiga – MG.

As amostras dos solos coletadas, nas diferentes propriedades, foram analisadas quanto à sua fertilidade, verificando se houve ou não influência do efluente nas áreas irrigadas. Essas análises foram realizadas no Laboratório AgroLab Análises Agrícolas do município de Pimenta – MG. Os parâmetros avaliados nessa etapa foram: pH, P (Fósforo), M.O (Matéria Orgânica), K (Potássio), Ca (Cálcio), Mg (Magnésio), H+Al (Acidez Potencial), Al (Alumínio), SB (Soma de Bases), T (CTC a pH 7,0), t (CTC efetiva), V (Saturação por Bases).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela a seguir mostra os resultados encontrados nas análises e suas variáveis máximas permitidas para as fossas sépticas no P1 e no P2.

**Tabela 1: Resultados do P1 e P2 e seus valores máximos permitidos.**

Pontos	pH	DBO (mg de O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup> )	DQO (mg de O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup> )	T (NTU)	Cor (uH Pt.Co <sup>-1</sup> )	C.T (NMP/100mL)	E.C (NMP/100mL)
P1	<b>7,94</b>	<b>101,4</b>	<b>2063</b>	<b>296,8</b>	<b>1956</b>	<b>3,4 x 10<sup>6</sup></b>	<b>4,0 x 10<sup>3</sup></b>
P2	<b>7,43</b>	<b>223,8</b>	<b>404,4</b>	<b>357,6</b>	<b>1464</b>	<b>1,2 x 10<sup>6</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>4</sup></b>
VMP	<b>5 a 9</b>	<b>120</b>	<b>-</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Fonte: autor da pesquisa. 2016.

Os valores de DBO encontrados foram 101,4 (P1) e 223,8 (P2) mg O<sub>2</sub>L<sup>-1</sup>, e DQO os valores de 2063,5 (P1) e 404,4 (P2) mg O<sub>2</sub>L<sup>-1</sup>. Em um trabalho realizado por Faustino (2007), os valores médios encontrados de DBO e DQO para efluentes de fossa séptica biodigestora variaram de 153 a 658 mg O<sub>2</sub>L<sup>-1</sup>. Na caracterização de esgotos sanitários provenientes de tanques sépticos da cidade de Natal – RN, foram encontrados valores de

DQO e DBO<sub>5</sub> entre 2.400-16.000 mg/L<sup>-1</sup> e 1.020 a 4.800 mg/L<sup>-1</sup>, respectivamente (MENESES *et al.*, 2001 apud SAVEGNAGO e FERRI, 2014).

Observa-se ainda que o processo de biodigestão ao longo das caixas do sistema gera um efluente de caráter alcalino, com valores de pH superiores a 7,0. Ainda de acordo com a legislação, o pH do efluente deve estar entre 5 e 9, em ambos os pontos o pH está dentro dos valores permitidos, 7,94 e 7,43.

A formação do efluente é influenciada por vários fatores dentre os quais estão a utilização do esterco (inoculante), sendo que este afeta diretamente o processo de biodigestão, além de outros despejos no esgoto que possa também estar interferindo nos resultados obtidos das análises. O valor de DQO elevado no ponto 1 revela uma composição variável do efluente ou a possível ocorrência de algum tipo de equívoco de análise ou interpretação dos resultados pelo laboratório

No entanto, o efluente analisado é utilizado como fonte de adubo orgânico, sendo, portanto, disposto no solo. Para efluentes dispostos no solo às resoluções 357/05 e 430/2011 não estabelecem valores para tais parâmetros, somente faz menção no Art. 2º de que “A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não está sujeita aos parâmetros e padrões de lançamento dispostos nesta Resolução, não podendo, todavia, causar poluição ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas”.

Em relação à presença de coliformes termotolerantes, as resoluções CONAMA 357/05 e 430/11 estabelecem que, em rios de classe 1, não deverá ser excedido o limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, para qualquer uso que não seja a irrigação. Para rios de classe 2, o limite não deverá ser excedido de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano. Para rios de classe 3, o limite não deverá ser excedido de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano.

A *e. coli* poderá ser determinada em substituição aos parâmetros coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente. Segundo Santos (2016), quando encontramos esse tipo de bactéria em amostras de água, por exemplo, é um grande indicativo de que essa água foi contaminada por fezes e esgoto. Sendo assim, os coliformes termotolerantes, mais especificamente a *E. Coli* são usados frequentemente para avaliar a qualidade da água e indicar a contaminação por fezes.

Nos resultados encontrados, a quantificação de *e. coli* no P1 foi de 4.000 NMP/100ml e no P2 20.000 NMP/100ml. O efluente gerado no P1 seria classificado em classe 4, de acordo com a NBR - 13.969/97, podendo ser reutilizado conforme explicita a legislação.

Rocha e colaboradores (2010) citam que em 1989 a OMS compartilhou as recomendações “Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture” nas quais os padrões microbiológicos mostrados são exibidos na Tabela 4 (WHO, 1989).

**Tabela 4: Diretrizes para o uso de águas residuárias na Agricultura.**

Condições de reuso	Ovos de nematoides intestinais/L	Coliformes fecais/100mL	Tratamento de esgoto sugerido para se atingir tal padrão microbiológico
Irrigação de culturas que são ingeridas cruas, campos esportivos e parques públicos.	≤ 1	≤ 1000	Uma série de lagoas estabilização projetada para atingir o padrão desejado ou tratamento equivalente.
Irrigação de culturas cerealíferas, a serem industrializadas, forragens, pastagens e arbóreas.	≤ 1	---	Uma série de lagoas de estabilização com tempo total de 8-10 dias ou tratamento equivalente.
Irrigação localizada de culturas da categoria anterior quando não ocorre exposição humana.	---	---	Não menos que sedimentação primária.

Fonte: Adaptado de WHO, 1989.

Segundo Borges (2009), pelo fato do efluente de fossas e tanques sépticos conter uma elevada concentração de patogênicos e matéria orgânica dissolvida é recomendável um tratamento mais complementar. A NBR 13969 (1997) propõe, principalmente, que o tratamento deste efluente seja feito por, o uso de filtro anaeróbio de leito fixo com fluxo ascendente, filtro aeróbio submerso, valas de filtração e filtros de areia, lodo ativado por batelada (LAB) e uma solução que pode vir a ser eficiente como lagoas com plantas aquáticas.

## CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS RECEPTORES DO EFLUENTE

A tabela 5 apresenta os resultados das análises dos solos coletados nos respectivos lugares de cada comunidade.

**Tabela 5: Resultados das análises de caracterização do solos:**

Pontos	Parâmetros												
	pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	M.O.	SB	T	T	V	M
	CaCl <sub>2</sub>	-mg.dm <sup>-3</sup> -		-----cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> -----				g.kg <sup>-1</sup>	-----cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> -----			--%--	
1 A	4,9	6,6	277	2,7	1	0	6,1	36	3,71	3,71	11,51	32	0
1 B	5,3	6,5	90	4,1	1,5	0	5	47,1	4,69	4,69	10,39	45	0
2 A	5,1	23	277	2	1	0	7,8	45,1	4,41	4,41	10,51	42	0
2 B	5,2	2,8	37	3	1,6	0	5,7	32,2	5,83	5,83	10,83	54	0
3 A	5,3	3,9	117	1,6	1	0	2,5	10,7	2,90	2,90	5,40	54	0
3 B	3,9	1,4	0	0,3	0,1	1,2	13,7	16,3	0,49	1,69	14,19	4	71

A- Solos que receberam a disposição do efluente.

B- Solos fora do local de influência do efluente.

Fonte: AgloLab, 2016.

O H<sup>+</sup> é essencial, ou seja, as plantas necessitam dele para seu crescimento, entretanto, o H<sup>+</sup> é absorvido na forma de água da solução do solo, os outros, o Al e o Mn, são elementos que em excesso são tóxicos. Como efeito indireto do pH está o relacionamento da atividade de H<sup>+</sup> alterando a solubilidade dos demais nutrientes no solo (Figura 8), principalmente a dos micronutrientes, que em excesso tornam-se tóxicos às plantas.

Os valores encontrados do pH para os pontos 1B, 2A, 2B e 3A referem-se a solos com acidez média na faixa de 5,1 – 5,5; Alta para o solo do ponto 1A com valor entre 4,4 – 5,0 e muito alta para o ponto 3B com valor < 4,4. Segundo Faustino (2007), o valor de pH de águas residuárias usadas em sistemas agrícolas na forma de irrigação, não tem afetado significativamente o pH do solo, por causa do seu poder tampão. Portanto, efeitos diretos do efluente no pH do solo não são esperados.

Os solos se tornam ácidos quando elementos básicos como cálcio, magnésio, sódio e potássio retidos por colóides de solo são substituídos por íons de hidrogênio. O mesmo foi observado nos resultados encontrados, os quais, nos pontos que apresentaram acidez alta e muito alta, os valores de Ca<sup>2+</sup> são considerados médios e baixos, respectivamente. A V%, nesses pontos, foi considerada baixa (1A) e muito baixa (3B); esse parâmetro nos fornece uma ideia do estado de ocupação das cargas da CTC total (T), ou seja, do total de cargas negativas existentes no solo, qual a proporção ocupada pelos cátions úteis (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup>).

Com relação à fertilidade dos solos, o Al em concentração elevada, além de poder ser tóxico às plantas, pode interferir na disponibilidade de outros nutrientes. Nos resultados encontrados, foi observada uma alta concentração de Alumínio apenas no solo do ponto 3, fora do local de instalação da fossa. Isto se deve ao baixo pH apresentado, em solos ácidos, pois a atividade do Al<sup>3+</sup> em solução pode ser bastante elevada. O mesmo não pode ser visto nos outros pontos, devido a solubilidade do Al diminuir com o aumento do pH conforme mostra a figura 10.

Os valores altos de M.O também observados nos solos que não sofriam a disposição do efluente podem ser explicados devido à proximidade de áreas de plantio que podem ter recebido adubação. A sua presença é extremamente importante em sistemas agrícolas, em razão do seu conteúdo e por permitir uma maior

fertilidade aos solos. As maiores concentrações para M.O e SB nos pontos 1A, 1B, 2A e 2B, influenciaram na CTC dos solos, variando de 3,71 a 5,85  $\text{cmol}\cdot\text{dm}^{-3}$ , estes segundo Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999), são classificados em médio a bom.

De acordo com Fernandes (1997), o fósforo assim como o nitrogênio, é um nutriente essencial para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela biodegradabilidade da matéria orgânica e também para o crescimento de algas, o que pode favorecer o aparecimento da eutrofização nos corpos receptores. O fósforo presente nos esgotos domésticos (5 a 20  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) tem procedência, principalmente, da urina dos contribuintes e do emprego de detergentes usualmente utilizados nas tarefas de limpeza.

A contínua disposição de esgoto no solo pode causar excessiva concentração de fósforo, diminuída ou evitada quando o local possui vegetação. O fósforo é um elemento pouco móvel no solo, portanto é esperado obter maior teor desse nutriente nas camadas superiores do solo. Os valores encontrados de P demonstraram-se superiores nos locais que sofriam escoamento superficial e irrigação localizada dos efluentes, sendo eles 6,6 e 23  $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$

Os valores encontrados de K, nos solos que sofreram maior influência do efluente estão acima do nível crítico podendo causar salinização ao solo e conseqüentemente toxidez às raízes das plantas.

**Tabela 6: Relação entre bases.**

Pontos	Relação entre bases			
	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K
1A	2,7	3,8	1,4	5,2
1B	2,7	17,8	6,5	24,3
2A	2	2,8	1,4	4,2
2B	1,9	33,3	17,8	51,1
3A	1,6	5,3	3,3	8,7
3B	1,5	0	0	0

Fonte: Agrolab, 2016.

Observa-se nos resultados obtidos uma inibição competitiva entre os elementos K, Ca e Mg. Nos pontos 1A, 2A e 3A foram os que obtiveram as maiores concentrações de K, e conseqüentemente apresentaram menores valores de Ca e Mg, com exceção do ponto 3B que não houve presença de K e possivelmente teve seus sítios de adsorção ocupados com predominância do Al. Segue na Tabela abaixo a relação entre bases.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível concluir que a fossa séptica biodigestora é uma solução sustentável para o problema da falta de tratamento de esgoto em zonas rurais.

Nota-se que ocorrem alterações, no geral, positivas, nas propriedades do solo tratado com efluente de fossa séptica biodigestora, entretanto, para que o reuso seja uma prática viável é preciso que sejam desenvolvidas técnicas de aplicação e manejo das águas para que não haja contaminação do sistema solo-água-plantas.

As disposições dos efluentes nos solos promoveram um pequeno incremento de P (com exceção do ponto 2A), Ca, Mg e M.O. A presença de K em altas concentrações se torna um fator limitante a ser observado, de modo que o mesmo não prejudique a cultura irrigada.

## RECOMENDAÇÕES

Diante as limitações que hoje enfrentamos, a fertirrigação se torna uma maneira eficiente e econômica de aplicar nutrientes e água às plantas.

A disposição no solo se torna uma alternativa viável para a destinação do efluente, o poder depurador do solo é muito maior que o poder depurador das águas, pois o solo funciona como filtro, além de promover a decomposição da matéria orgânica ainda presente em efluentes tratados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BORGES, N. B. *Caracterização e pré-tratamento de lodo de fossas e de tanques sépticos*. Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2009, 150 p.
2. EMATER-MG. *Tanque de evapotranspiração para tratamento de efluentes do vaso sanitário domiciliar*. Disponível em <[http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/DETEC\\_Ambientaltvap\\_com\\_defluvio.pdf](http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/DETEC_Ambientaltvap_com_defluvio.pdf)> Acesso em 15 de novembro 2016
3. FAUSTINO, A. S. *Estudos físico-químicos do efluente produzido por fossa séptica biodigestor e o impacto do seu uso no solo*. Dissertação (mestrado). São Paulo: UFSCar, 2007. 122 p.
4. FERNANDES, C. *Esgotos Sanitários*. Ed. Univ./UFPB, João Pessoa, 1997, 435p. Reimpressão Jan/2000.
5. FERRI, L. S. R. *Caracterização de esgoto oriundo de fossa séptica biodigestora e seu potencial para aplicação na agricultura como biofertilizante*. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). 2014, 67 p. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão, 2014.
6. LEAL, J. T. C. P.; FERNANDES, M. R.; PEREIRA, R. T. G. *Boas práticas ambientais na cafeicultura*. Belo Horizonte: EMATER - MG, 2012. 64 p.
7. LEONET, A. B; PRADO, E. L; OLIVEIRA, S. V.W. B. *Saneamento Básico no Brasil: Considerações Sobre Investimento e Sustentabilidade para Século XXI*. Rio de Janeiro, 2011.
8. ROCHA, F. A.; SILVA, J. O.; BARROS, F. M. *Reuso de águas residuárias na agricultura: a experiência israelense e brasileira*. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, N.11; 2010 Pág.1
9. TELLES, D. A. *Aspectos da utilização de corpos d'água que recebe esgoto sanitário na irrigação de culturas agrícolas*. In: NUVOLARI, A. *Esgoto Sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola*. 2011. Cap. 11.
10. WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture*. Geneva: WHO, 1989.