



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE FOSSA SÉPTICA DE BAIXO CUSTO DESENVOLVIDA PARA O SANEAMENTO RURAL

Murilo Dias Postigo¹; Adriano Bressane²; Guilherme Franceschini³;
Marcia Rodrigues de Moraes Chaves⁴; Regina Márcia Longo⁵

RESUMO

O tratamento do esgoto sanitário é essencial para a vida saudável, à proteção da biodiversidade, à recuperação e manutenção dos recursos ambientais. Entretanto, apesar dos avanços nos últimos anos, o saneamento básico no Brasil ainda apresenta uma situação crítica. Nesse contexto, soluções alternativas são de extrema importância, sobretudo no meio rural que possui uma proporção ainda maior de população sem serviços de saneamento. Contudo, o uso de tecnologias alternativas requer precauções, especialmente em relação às características dos efluentes gerados no tratamento. Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar a eficiência de uma fossa séptica econômica (FSE) destinada ao saneamento rural, construída no assentamento Horto Aimorés, município de Pederneiras/SP. Baseada nos princípios do tanque séptico de câmaras em série, a tecnologia avaliada (FSE) constitui uma alternativa desenvolvida pela Secretaria Municipal de Agricultura de Caratinga/MG, como solução de baixo custo a partir da configuração proposta pelo corpo técnico da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Para tanto, foram considerados indicadores da capacidade de eliminar agentes patogênicos e reduzir a carga poluidora. Como resultado, a análise de parâmetros como coliformes totais e *Escherichia coli*, Demanda Bioquímica de Oxigênio, pH e teor de Sólidos Totais, indicaram que a FSE representa uma solução promissora, mas que requer estudos complementares para destinação dos efluentes que, pelo resultado das avaliações, não atenderam as exigências para lançamento em corpos hídricos. Portanto, em trabalhos futuros pretende-se o aprofundamento das análises, visando maiores informações sobre o lodo gerado e, assim, apoiar seu manejo e destinação adequados.

Palavras-chave: Esgoto doméstico; tecnologia social; baixo custo.

PERFORMANCE ASSESSMENT OF LOW-COST SEPTIC TANK APPLIED TO RURAL SANITATION

ABSTRACT

The wastewater treatment is mandatory for the healthy life, biodiversity protection, even as to reclamation and maintenance of environmental resources. However, in spite of the advancements in the last years, the basic sanitation in Brazil still presents a critical situation to overcome. In this context, alternative solutions are extremely important, especially in the rural area, where there is a ratio even larger of people without sewage system. Nevertheless, the use of alternative technologies requires precautions, mainly in relation to the treatment effluents. Thus, the present paper aims to analysis the performance of an economical septic tank (EST) applied to the rural sanitation, built in the Horto Aimoré settlement, Pederneiras city, São Paulo State, Brazil. Based on the principles of septic tank of chambers in series, the assessed technology was developed by Municipal Department of Agriculture of Caratinga city, Minas Gerais State, Brazil, from the proposal of the Brazilian Agricultural Research Agency. For that, capability indicators of eliminating pathogens and reducing the polluting load were considered. As a result, the analyses of parameters as total coliforms and *Escherichia coli*, Biochemical Oxygen Demand, pH and Total Solids content, indicated that the ETS can be considered a promising solution, but it requires further studies with regard to effluents disposal that, by the analyses results, do not meet the requirements to disposal in hydrous bodies. Therefore, in future works the intend is the deepening of the analyses, in order to obtain more information on the sludge generated and to support its adequate handling and disposal.

Keywords: Domestic wastewater; social technology; low-cost.

¹ Graduado em Engenharia sanitária e ambiental, Universidade do Sagrado Coração – USC.
E-mail: murilo.postigo@yahoo.com.br,

² Doutor em Ciências ambientais, Universidade Estadual Paulista – UNESP.

³ Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista – UNESP.

⁴ Doutora em Engenharia Química, Universidade de São Paulo – USP.

⁵ Doutora em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem avançado no acesso ao saneamento básico, mas ainda há um quadro crítico à superar. No início do século 66,5% dos domicílios no país ainda não eram atendidos por rede coletora de esgoto. Em cerca de uma década houve melhora, com aumento superior a 30% sobre o total de domicílios contemplados no ano 2000, mas 54,3% ainda permanecem sem qualquer atendimento (IBGE, 2011).

Como consequência, soluções alternativas tornam-se indispensáveis, sobretudo, para o saneamento no meio rural que possui cobertura ainda menor de serviços de saneamento. Apenas 5,2% dos domicílios rurais possuem rede coletora de esgoto, 28,3% utilizam fossas sépticas, 45,3% possuem fossas rudimentares e 13,6% não possuem qualquer solução (FUNASA, 2012). Portanto, mais de 58% da população rural não dispõem de uma alternativa adequada para o esgoto sanitário que, destinado de forma precária, pode causar sérios riscos às condições sanitárias, à biodiversidade e à qualidade dos recursos naturais (COSTA; GUILHOTO, 2014; ESPÍNDOLA; BRIGANTE, 2009; NERY, 2004).

Como alternativa, a fossa séptica biodigestora aplicada adequadamente pode constituir uma solução com melhores

resultados que as fossas rudimentares (LEONEL; MARTELLI; SILVA, 2013; GALINDO et al., 2010; FAUSTINO, 2007; NOVAES et al., 2006; NOVAES et al., 2002). Contudo, como solução recente e ainda em desenvolvimento, há poucos estudos relatados na literatura.

Novaes et al. (2002) discutem que o uso de biodigestores no Brasil teve ênfase dada à produção de gás e, considerando a demanda por uma alternativa de baixo custo, desenvolveram a tecnologia de fossa séptica biodigestora para o saneamento no meio rural, constatando sua eficiência na eliminação de agentes patogênicos.

Como impacto positivo, além da prevenção dos riscos de contaminação decorrentes do esgoto sanitário, os efluentes da biodigestão ainda foram propostos para fins de adubação orgânica. Nesse sentido, Faustino (2007) desenvolveu análises físico-químicas do efluente de uma fossa séptica biodigestora, avaliando parâmetros como matéria orgânica, pH, DBO, DQO, teor de sólidos, e concentração de macro e micro nutrientes, alcançando resultados que indicaram condições benéficas para fins de fertilização do solo.

Leonel, Martelli e Silva (2013) também avaliaram a qualidade de efluentes produzidos por uma fossa biodigestora, considerando os parâmetros de variação do pH, condutividade elétrica, potencial

redox, turbidez e concentração de coliformes. Como resultado, os autores constataram um efluente clarificado e como reduzida contaminação biológica, reforçando a eficiência da fossa biodigestora para fins de saneamento.

Diante desses resultados, Costa e Guilhoto (2014) avaliaram os impactos potenciais decorrentes da implementação da fossa séptica biodigestora no Brasil, concluindo que essa alternativa tecnológica poderia prevenir 250 mortes e 5,5 milhões de doenças infecciosas por ano, além de reduzir a poluição dos cursos d'água em 129 mil toneladas e gerar cerca de 39 mil empregos.

Dadas as condições e particularidades locais, adaptações da tecnologia proposta pelo corpo técnico da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (NOVAES et al., 2002) podem ser necessárias. Assim a Fossa Séptica Econômica (FSE) foi desenvolvido pela Secretaria Municipal de Agricultura de Caratinga/MG que, em 2011, recebeu prêmio pela Fundação Banco do Brasil de Tecnologias Sociais.

O objetivo do presente estudo é avaliar a eficiência, em termos de redução da carga poluidora e remoção de agentes contaminantes, da Fossa Séptica Econômica (FSE) instalada no assentamento Horto Aimoré, propriedade rural no município de Pederneiras/SP.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Construção do sistema unitário de tratamento de esgoto doméstico

A Fossa Séptica Econômica (FSE) baseia-se nos princípios do tanque séptico de câmaras em série. Corresponde a uma alternativa composta de uma unidade com dois ou mais compartimentos contínuos, dispostos sequencialmente no sentido do fluxo do efluente. Interligados por tubos e conexões em PVC de 100 mm, em tais compartimentos ocorrem a sedimentação e a biodigestão anaeróbia, responsáveis pelo tratamento do esgoto sanitário.

Seguindo essa configuração, no caso em estudo foram instalados 03 tambores de plástico, popularmente conhecidos como "bombonas" de 220 litros, sendo esta quantidade indicada para tratar o esgoto de uma família de até 04 pessoas.

A biodigestão é realizada por bactérias anaeróbias, capazes de eliminar os resíduos orgânicos presentes nos efluentes domésticos, que muitas vezes são lançados "*in natura*" nos cursos d'água ou pelo processo de infiltração no solo, com grave risco de contaminar o lençol freático.

Um aspecto importante deste sistema é o reaproveitamento das bombonas plásticas, em uma concepção de valorização de resíduos, o que promove a diminuição dos custos associados a esta tecnologia (Figura 1).

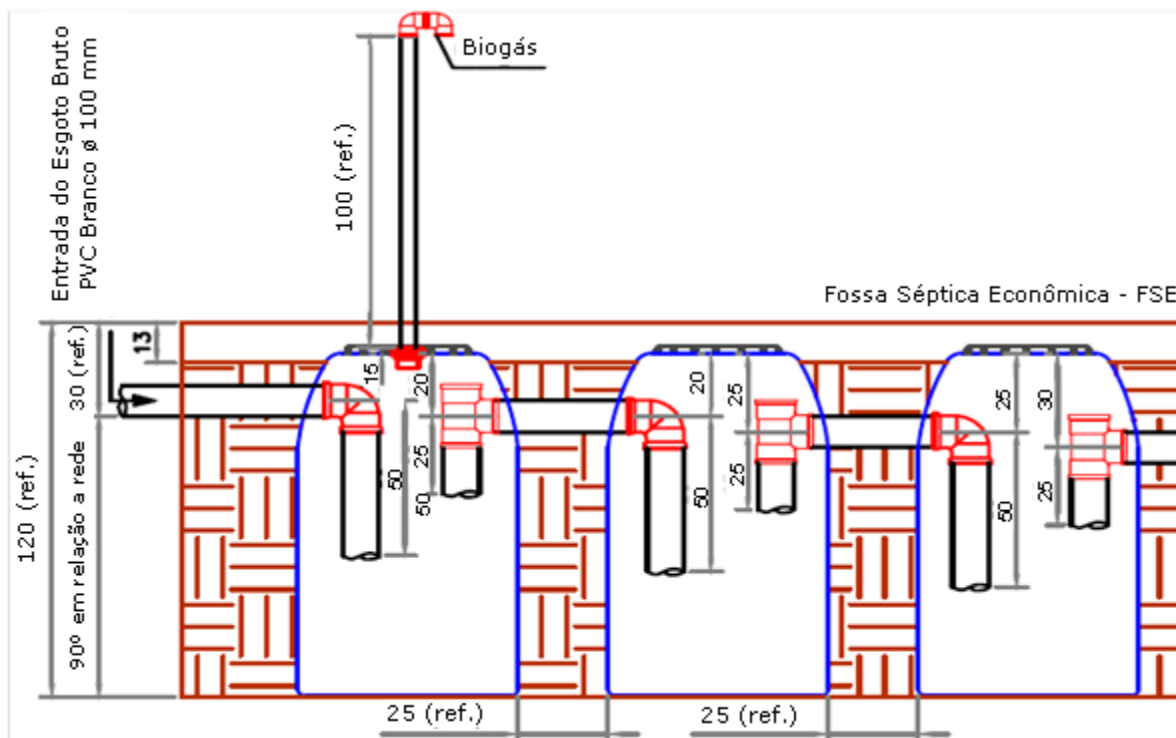


Figura 1. Perfil hidráulico da Fossa Séptica Econômica (FSE).

O sistema foi instalado próximo nas proximidades da residência, com o objetivo de evitar o emprego de grande quantidade de tubulações e curvas; respeitando a distância mínima de 30 metros do poço semi-artesiano existente. Após desativar a tubulação que seguia para a fossa rudimentar, foi aberta uma vala para conectar o esgoto proveniente do banheiro (vasos sanitários, pia e chuveiro) à primeira câmara (bombona), utilizando tubo de PVC de 100 milímetros, adotando desnível de 2 cm a cada metro.

Para destinação da água proveniente da pia da cozinha, foram construídas uma caixa de inspeção e outra de gordura em alvenaria, com as dimensões de 90 cm de comprimento, 60 cm de largura e 60 cm de

profundidade. Após a caixa de gordura, a água cinza foi conectada ao tubo do esgoto para ser destinada ao sistema (Figura 2).

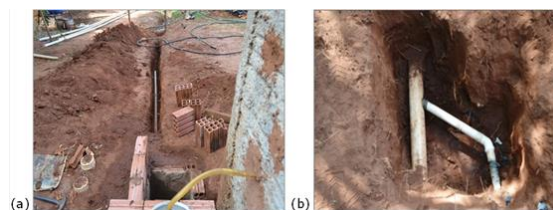


Figura 2. Instalações da Fossa Séptica Econômica: (a) caixa de gordura e (b) conexão da água cinza.

Para instalação do sistema FSE foi aberta uma cavidade no solo com as dimensões de 2,20 m de comprimento, 1 m de largura e 1,2 m de profundidade. O sistema foi enterrado para assegurar a manutenção de alta temperatura no interior, deixando expostas as tampas roscáveis para realização das coletas e

inspeção. As bombonas foram perfuradas com auxílio de furadeira utilizando serra copo de 100 milímetros, para instalação da parte hidráulica. As junções foram vedadas com silicone para evitar vazamentos.

Na primeira bombona, que recebe a maior carga orgânica e conseqüentemente gera o biogás, instalou-se um sistema de liberação (respiro), utilizando uma flange soldável com 50 mm, tubo soldável marrom de 5 cm x 50 cm e um joelho 90° soldável com 50 mm (vide Figura 1).

Após a terceira bombona foi aberta uma vala de 6 m de comprimento e 60 cm de largura, com desnível de 2 cm por metro, para instalação da vala de infiltração. Foi conectado um tubo de 100 mm na terceira bombona, no qual foram feitas várias aberturas com serra copo de 20 mm, para liberação do efluente tratado no solo. A vala foi preenchida com uma camada de brita, até cobrir o tubo de 100 mm e o restante com terra (Figura 3).

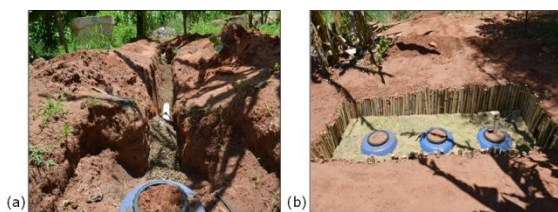


Figura 3. Instalações da Fossa Séptica Econômica: (a) instalação da vala de infiltração e (b) fossa séptica econômica finalizada.

Para fins de acabamento e sustentação, assim como para evitar o carreamento de terra para dentro da

instalação, as laterais foram preenchidas com bambu e o entorno teve o solo protegido por cobertura gramínea (*Zoysia japônica*), que também visa auxiliar na absorção de águas pluviais. Após a implantação, aos usuários do sistema foram apresentadas orientações sobre a não utilização de substâncias sanitizantes, que poderiam comprometer o desenvolvimento das bactérias responsáveis pela biodigestão.

2.2 Avaliação da eficiência da fossa séptica: assentamento Horto Aimorés

Após sessenta dias da instalação foram coletadas amostras nas três câmaras (bombonas) da Fossa Séptica Econômica (FSE) para determinação da eficiência do tratamento. A biodegradação foi avaliada pelo parâmetro de Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (durante 5 dias a 20°C), utilizando-se o efluente da primeira e da terceira câmara (entrada e saída do sistema), seguindo o método de referência da AWWA (2005).

O pH e o teor de Sólidos Totais (ST) foram realizados utilizando a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). A determinação de Coliforme Total e *Escherichia coli* foi realizada de modo qualitativo, através de teste de presença ou ausência.

Os efluentes da terceira câmara do sistema e da torneira da cozinha foram

coletados para verificar a qualidade da água do poço que abastece a propriedade. Para realização dessa análise foi utilizado um kit COLItest[®] em 100ml de cada amostra coletada. O COLItest[®] é um substrato, cromogênico e fluorogênico para detecção simultânea de coliformes totais e E.coli. O meio COLItest[®] possui em sua formulação substâncias, nutrientes e MUG que, devidamente balanceados, inibem o crescimento de bactérias Gram-positivas favorecendo o crescimento de bactérias do grupo coliforme e facilitando a identificação de E.coli através da fluorescência e indol após incubação a 37°C em 18-48 horas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o descrito na metodologia, fez-se teste qualitativo para detecção de coliformes totais e *Escherichia coli* no efluente da terceira bombona da FSE e na água do poço que abastece a família, para verificar se a antiga fossa rudimentar teria provocado a contaminação do poço existente na propriedade.

Para análise de água (retirada da torneira da cozinha) e do efluente da terceira bombona o resultado do teste foi positivo (presença de coliformes totais), conforme o indicador de mudança da coloração nas amostras (Figura 4).

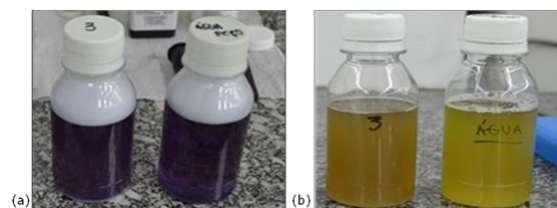


Figura 4. Resultado de teste de detecção de coliformes pela mudança da coloração púrpura em (a) para amarela em (b).

Em seguida foi transferido 5 ml da cultura positiva para um tubo de ensaio (que acompanha o kit) sob luz ultravioleta (lâmpada de luz Negra de 3 a 6w, ondas longas de 365nm) para comprovar a presença de E. coli. O teste foi positivo tanto na amostra do efluente da terceira bombona quanto para água do poço (Figura 5). A contaminação dessa fonte provavelmente foi provocada pela antiga fossa rudimentar que foi substituída pela FSE, e pelas demais fossas rudimentares existentes nas proximidades.

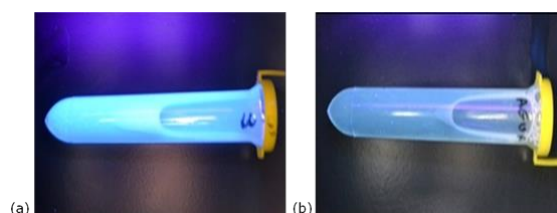


Figura 5. Resultado de teste de detecção de E. coli no compartimento da terceira bombona e (b) amostra de água do poço.

O teor de sólidos totais está relacionado com a quantidade de matéria orgânica na FSE. É necessário ressaltar que neste estudo a mesma recebeu apenas o efluente do vaso sanitário. Desse modo, os sólidos são essencialmente constituídos de

matéria orgânica, sendo os resultados dessa avaliação resumidos na Tabela 1.

Analisando a Tabela 1, a Fossa Séptica Econômica atingiu uma eficiência 47,61 % na remoção de matéria orgânica, como pode ser observado através da Demanda Bioquímica de Oxigênio - $DBO_{5/20}$, resultando em um efluente de saída com 81,97 mg/L.

Em relação ao teor de sólidos totais (ST), esse parâmetro correspondeu ao comportamento da DBO e teve uma redução de 69,30%. O pH não teve seu valor significativamente alterado durante as diferentes etapas do processo e está dentro do limite de emissão da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama 430 de 2011.

A Resolução Conama 430/2011, define que o padrão máximo de emissão da $DBO_{5/20}$ permitido é de 120 mg/L, sendo que este limite poderá ser ultrapassado no

caso de o sistema de tratamento obter eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor. Contudo, o Decreto Estadual nº 8468/76 é mais restritivo, definindo que o padrão máximo $DBO_{5/20}$ permitido é de 60 mg/l, sendo que este limite poderá ser ultrapassado no caso de o sistema de tratamento obter eficiência de remoção mínima de 80% de DBO.

Desta forma, os resultados foram insatisfatórios em comparação aos parâmetros exigidos pela legislação que define os padrões de emissão em um corpo receptor. Entretanto, no caso avaliado a destinação final do efluente proveniente da FSE ocorre no solo, por meio de vala de infiltração, que é responsável por dar continuidade ao tratamento do efluente.

Tabela 1. Resultados da eficiência da Fossa Séptica Econômica na redução da carga poluidora.

	Entrada (1º bombona)	Intermediário (2º bombona)	Saída (3º bombona)	Eficiência (%)
$DBO_{5/20}$ (mg/L)	156,47	-	81,97	47,61
ST (mg/L)	240	130	73,6	69,30
pH	6,6	6,8	6,6	-

Neste sentido, não há resoluções no país que normatizam sobre a destinação de efluentes provenientes de tanques sépticos

no solo, o que faz da FSE uma solução relevante para o grave problema de tratamento de esgoto na área rural, tanto

pelo seu baixo custo, quanto pelo seu potencial de evitar a contaminação de lençóis freáticos (principalmente se estes estiverem a mais de 2 m de profundidade em relação à vala de infiltração) devido ao processo de biodegradação do efluente proveniente da FSE que continuará ocorrendo por meio da atividade dos microorganismos presentes no solo, excetuando-se no caso de solos com texturas extremamente arenosas.

Nesse contexto, é importante destacar que não são encontrados na literatura trabalhos que tenham realizado tais análises sobre a eficiência da tecnologia de FSE avaliada no presente estudo, o que reforça a importância de dar conhecimento aos resultados obtidos, tanto para fins de aprimoramentos, quanto para comparações por meio de estudos futuros. A única referência encontrada está inserida em um livro sobre tecnologias sociais e políticas públicas que, ao apresentar soluções para o tratamento de esgoto na área rural, cita a FSE (SERAFIM; DIAS, 2013).

De acordo com Serafim e Dias (2013), a sedimentação do lodo proveniente da decomposição anaeróbia nas bombonas faz com que ao longo do tempo o sistema diminua sua eficiência. Desta forma, existe uma estimativa que a cada sete anos as fossas devam ser limpas, porém tal fato é avaliado pelos autores

como um dos aspectos limitantes da tecnologia, pois não vislumbra outra solução para o lodo além de sua destinação final ao aterro sanitário. Por outro lado, segundo os autores essa tecnologia apresenta uma eficiência de aproximadamente 80% na eliminação de resíduos orgânicos.

Porém, os mesmos autores ainda afirmam que no que se refere à eficiência e sua capacidade de promover o tratamento do esgoto sanitário, esta tecnologia requer estudos para apontar soluções quanto à destinação dos efluentes, e a realização de análises mais complexas, pois, a análise realizada para chegar ao valor de 80% de eficiência citado foi apenas uma análise de DBO do efluente (SERAFIM; DIAS, 2013). A diferença entre os 80% encontrado na literatura e os 47,61% de remoção de DBO identificado nesta pesquisa pode estar relacionada a basicamente dois fatores.

O primeiro fator refere-se ao intervalo de tempo desde a partida do sistema até a coleta de amostras. Nesse sentido, a maior eficiência foi proveniente das amostras coletadas após um longo período de funcionamento da FSE, em que a atividade microbiana é maior, aumentando a eficiência da FSE quando comparadas às amostras coletadas neste trabalho que foram realizadas após 60 dias da partida.

Por sua vez, o segundo fator consiste no local de onde as amostras foram coletadas. No presente estudo, a coleta foi realizada na primeira e terceira bombonas, nas quais a DBO inicial já pode estar mais baixa em relação ao esgoto doméstico bruto devido a decomposição que já está em andamento. Em contraste, quando a coleta é realizada antes do esgoto entrar no sistema e na terceira bombona, os testes resultam em maior percentual de remoção. Porém, a informação de onde foram coletadas as amostras não foi descrita por Serafim e Dias (2013), fazendo com que não seja possível uma comparação entre os dois desempenhos.

4. CONCLUSÕES

A análise de DBO demonstrou que o efluente proveniente do esgoto doméstico utilizado neste estudo possui elevada carga orgânica, com potencial poluidor, necessitando assim de tratamento adequado antes do lançamento ao meio ambiente. Tal fato deve-se à FSE receber o efluente do banheiro (vaso sanitário, pia e chuveiro) e da cozinha, o que concentra a matéria orgânica.

Destaca-se que, embora seja uma tecnologia simples, os conhecimentos científicos e tecnológicos envolvidos na mesma apresentam um significativo potencial de serem utilizados como

embasamento para estudos posteriores no sentido de apontar uma solução necessária para a considerável escassez de serviços de esgotamento sanitário na área rural do país.

Desta forma, em trabalhos futuros pretende-se analisar a eficiência da FSE em relação à DQO, DBO, concentração de fósforo e nitrogênio, alcalinidade, pH e temperatura e análise de coliformes do efluente do sistema. Assim, espera-se obter informações sobre a taxa de geração de lodo da FSE, e assim apoiar seu manejo adequado e destinação ambientalmente segura.

Embora com a necessidade de aprofundamento e mais pesquisas sobre a FSE, pode-se considerar que o sistema é uma boa alternativa para substituição da fossa rudimentar, sendo capaz de melhorar as condições ambientais do entorno e dos índices de qualidade de vida dos moradores da região em estudo.

Por fim, acredita-se que o baixo custo potencializa a replicação desta tecnologia em larga escala, podendo a mesma ser, após a realização de estudos mais aprofundados, objeto de políticas públicas de saneamento rural no Brasil.

5. REFERÊNCIAS

AWWA. American Water and Wastewater Association. **Standard Methods for the Examination of Water and**

- Wastewater**, 21 ed. Denver: AWWA, 2005.
- ESPÍNDOLA, E. L. G.; BRIGANTE, J. **Projeto Mogi-Guaçu: desenvolvendo ações socioambientais**. São Carlos: RiMa, 2009.
- FAUSTINO, A. S. Estudos físico-químicos do efluente produzido por fossa séptica biodigestora e o impacto do seu uso no solo. 2007. 122 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.
- FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Saneamento rural**. 2012. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-rural/>>. Acesso em: 10 abr. 2016.
- GALINDO, N.; DA SILVA, W. T. L.; NOVAES, A. P.; GODOY, L. A.; SOARES, M. T. S.; GALVANI, F. **Comunicado Técnico 49: fossa séptica biodigestora**. São Carlos: Embrapa. 2010.
- IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2011. **Atlas de Saneamento**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.
- LEONEL, L.F.; MARTELLI, L.F.A.; DA SILVA, W.T.L. Avaliação do efluente de fossa séptica biodigestora e jardim filtrante. In: Symposium on agricultural and agroindustrial waste management, 3, **Anais...** São Pedro/SP, SBERA, 2013, p. 1-4.
- NERY, T. C. S. Saneamento: ação de inclusão social. **Estudos Avançados**, v. 18, n. 50, p. 313-321, 2004.
- NOVAES, A. P.; SIMÕES, M. L.; MARTIN NETO, L.; CRUVINEL, P. E.; SANTANA, A.; NOVOTNY, E. H.; SANTIAGO, G.; NOGUEIRA, A. R. A. **Comunicado Técnico 46: utilização de uma fossa séptica biodigestora para a melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da agricultura orgânica**. São Carlos: EMBRAPA, 2002.
- NOVAES, A. P.; SIMÕES, M. L.; INAMASU, R. Y.; JESUS, E. A. P.; MARTIN-NETO, L.; SANTIAGO, G.; DA SILVA, W. T. L. Saneamento básico na área rural. In: SPADOTTO, C. & RIBEIRO, W. (Org.). **Gestão de resíduos na agricultura e na agroindústria**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2006, p. 262-275.
- SERAFIM, M. P.; DIAS, R. B. Tecnologia social e tratamento de esgoto na área rural. In: COSTA, A. B. (Org.). **Tecnologia social e políticas públicas**. São Paulo: Instituto Pólis; Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2013, p. 184-206.