



AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE FOSSAS SÉPTICAS BIODIGESTORAS

Sthefany Cristine da Silva Campos¹, Fernanda Costa Ferreira Fernandes², Adriano Carlos Soares³, Leopoldo Concepción Loreto Charmelo⁴, Marco Antônio Zopelar Almeida⁵

¹ Eng. Sanitária e Ambiental; Centro Universitário de Caratinga (UNEC) – MG;
E-mail: sthefanycampos_esa@hotmail.com.

² Eng. Ambiental e Sanitária; Estudante do Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista (IFMG/SJE); E-mail: fernandatec@yahoo.com.br.

³ D.Sc. em Bioquímica Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) – MG; Farmacêutico; Coord. do curso de Farmácia e Prof. do UNEC/MG; E-mail: adrianosoareshmoreno@hotmail.com.

⁴ D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas pela UFV/MG; Eng. Agrônomo; Coord. do curso de Eng. Ambiental e Sanitária e Prof. do UNEC/MG; E-mail: lcharmelo@gmail.com.

⁵ M.Sc. em Fitotecnia pela UFV/MG; Eng. Agrônomo; Prof. do UNEC/MG; E-mail: marco.zopelar@gmail.com.

Resumo- Uma das alternativas de tratamento de esgoto para as comunidades rurais são as Fossas Sépticas Biodigestoras (FSB), constituindo-se de um sistema anaeróbico barato e eficaz. Porém devido à grande variabilidade da constituição final do esgoto bruto é necessário a caracterização do mesmo, utilizando-se determinações físicas, químicas e biológicas, cujos resultados permitem conhecer o seu grau de poluição e, consequentemente, dimensionar e medir a eficiência das FSB, quanto à remoção de matéria orgânica e patógenos. Este trabalho visou caracterizar os afluentes e efluentes de quatro sistemas de FSB, avaliando o funcionamento assim como a eficiência dos sistemas de fossas estudados e correlacionando aos padrões de lançamento de efluente em corpos de água, levando em consideração a Resolução n° 357 - CONAMA de março de 2005, utilizando como base parâmetros resultantes para os testes de temperatura, pH, sólidos totais, coliformes totais e termotolerantes. Através dos resultados, concluiu-se que os quatro sistemas de FSB se mostraram eficientes quando relacionados aos parâmetros analisados.

Palavras-chave: Saneamento Rural, Tratamento, Padrões de lançamento.

Área do Conhecimento: Tratamento de Efluentes.

INTRODUÇÃO

Atualmente uma das principais formas de poluição das águas superficiais e subterrâneas é o destino incorreto do esgoto, e isto se deve à falta de infraestrutura a que estão submetidos, principalmente os moradores da área rural, onde de modo indiferente aos padrões construtivos existentes na área urbana, as moradias não são servidas por sistemas de saneamento, coleta e tratamento de esgotos, tendo como destino final das águas residuárias os sistemas de “fossas negras” (SOUSA & ANTONELLI, 2010).

No Brasil, apenas uma pequena parcela do esgoto sanitário recebe o devido tratamento para lançamento em corpos receptores, causando grandes impactos ambientais e a saúde pública. A disponibilidade de saneamento básico para a população é fundamental em termos de qualidade de vida, pois a falta desse serviço essencial acarreta poluição dos recursos hídricos, trazendo

danos à saúde da população, principalmente o aumento da mortalidade infantil.

Devido à grande dificuldade de saneamento em muitas propriedades rurais, à disseminação de soluções práticas que possam favorecer os produtores rurais na construção de um sistema de saneamento com baixo custo é de extrema importância, substituindo o sistema de lançamento do esgoto a céu aberto e/ou fossas negras e utilizando o efluente como um adubo orgânico (FERREIRA; FERREIRA; GUERRERO, 2013).

Neste contexto, Sousa & Antonelli (2010) sugerem as FSB como uma alternativa contra a poluição dos recursos hídricos, proporcionando a possibilidade de redução do impacto dos dejetos humanos sobre o meio ambiente, podendo ser implantada nas casas das propriedades rurais.

Porém, devido à grande variabilidade da constituição final do esgoto bruto é necessária a caracterização do mesmo, utilizando-se determinações físicas, químicas e biológicas,

cujos resultados permitem conhecer o seu grau de poluição e, conseqüentemente, dimensionar e medir a eficiência das FSB, quanto à remoção de matéria orgânica e patógenos.

Todo lançamento de dejetos líquidos em um corpo receptor está obrigado a seguir padrões de qualidade contemplados nas legislações. Neste contexto, o presente trabalho visa caracterizar o efluente final de quatro sistemas de FSB, com o objetivo de concluir qual sistema é mais eficiente no tratamento do esgoto. Além disso verificar se esse efluente final poderá ser lançado em corpos d'água de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

METODOLOGIA

Foram analisadas amostras de material proveniente de quatro modelos de fossas sépticas diferentes: FSB de caixas de fibrocimento, FSB de caixas de polietileno, FSB de Bombonas (Tecnologia Social – Fossas Sépticas Econômicas) e a Mini Ete – BioEte.

O local escolhido para a coleta de efluente dos diferentes modelos de FSB, foi a Comunidade Vila de Fátima e o Córrego da Cachoeira, localizados no Distrito de Sacramento, Cidade de Manhuaçu, Minas Gerais.

A primeira FSB (F1) amostrada, está localizada na Vila de Fátima. O ponto de coleta está localizado à coordenada geográfica 20° 7' 57.9" S e 42° 08' 40,0" O, a uma elevação de 729 m.

A F1 é do modelo BIOETE, possuindo uma caixa de gordura para a entrada do afluente e três caixas de tratamento. As três caixas de tratamento encontram-se enterradas, afim evitar odores sanitários característicos. O destino final do efluente gerado nessa fossa é o Córrego dos Josinos.

O sistema BIOETE foi instalado nessa propriedade em junho de 2013, e usa como material inoculante 20 litros de um blend de bactérias anaeróbicas facultativas e aeróbica, que foram inoculadas no sistema somente no momento de instalação. O sistema não possui suspiros de alívio de gás metano e atende uma família de 5 pessoas. Estão ligados ao sistema 3 vasos sanitários, 2 pias de cozinha, 2 lavatórios do banheiro e 3 ralos de chuveiro.

A Figura 1 demonstra o momento da coleta na primeira caixa do sistema.

A segunda FSB (F2) amostrada, está localizada no Córrego Cachoeira. O ponto de coleta está localizado à coordenada geográfica 20° 06' 27.0" S e 42° 11' 02,0" O, a uma elevação de 752 m.

A F2 é do modelo Embrapa – Caixas de polietileno. O sistema é composto por três caixas de 1000 litros parcialmente enterradas (FIGURA 2)

e um filtro de areia após a terceira caixa. O sistema possui dois suspiros de alívio de gás, instalados na primeira e segunda caixa.



Figura 1 - Coleta da afluente - amostra F1 – 01 E.



Figura 2 - FSB - modelo Embrapa – 3 caixas de polietileno.

Após o efluente passar pelo filtro de areia seu destino final é um afluente do Córrego da Cachoeira que passa pela propriedade. O sistema atende uma família de 7 pessoas, e estão ligados a esse sistema dois vasos sanitários.

O sistema FSB – Modelo Embrapa de caixa de polietileno foi instalado na propriedade há nove meses. Utiliza como material inoculante 15 litros de microrganismos eficientes (ME). Esses organismos foram obtidos e replicados durante um ano, pelo proprietário da fossa. O proprietário faz a reposição do material inoculante a cada seis meses, sendo que na data deste diagnóstico (22/03/2014) a reposição do material inoculante tinha sido feita a aproximadamente um mês.

A terceira FSB (F3) amostrada, está localizada no Córrego Cachoeira. O ponto de coleta está localizado à coordenada geográfica 20° 06' 26.5" S e 42° 10' 54,7" O, a uma elevação de 743 m.

A F3 é do modelo Fossas Sépticas Econômicas. O sistema é composto por três bombonas de polietileno de 200 litros parcialmente enterradas (FIGURA 3).



Figura 3 – FSB 3 – Bombonas de 200 litros.

Após o efluente passar pela terceira bombona seu destino final é um afluente do Córrego da Cachoeira. O sistema possui um suspiro de alívio de gás, instalado na primeira bombona e atende uma família de 3 pessoas, e estão ligados a esse sistema dois vasos sanitários e um ralo do banheiro.

O modelo de sistema da F3 foi instalado na propriedade há dois anos. Nunca utilizou nenhum tipo de material inoculante.

A quarta FSB (F4) amostrada, está localizada no Córrego da Cachoeira. O ponto de coleta está localizado á coordenada geográfica 20° 06' 29.8" S e 42° 10' 58,3" O, a uma elevação de 729 m.

A F4 é do modelo Embrapa – Caixas de fibrocimento. O sistema é composto por três caixas de 1000 litros parcialmente enterradas (FIGURA 4).

O sistema possui dois suspiros de alívio de gás, instalados na primeira e segunda caixa. O efluente tem por destino final um poço de peixe. O sistema atende uma família de 5 pessoas, e estão ligados a esse sistema três vasos sanitários.



Figura 4 - FSB 4 - Modelo Embrapa – Caixas de fibrocimento de 1000 litros.

O modelo de sistema da F4 foi instalado na propriedade há sete anos. Utiliza como material inoculante esterco bovino colhido fresco, porém o proprietário da fossa não soube precisar a quantidade usada. O material inoculante foi colocado uma única vez quando a mesma foi instalada.

Foram realizadas duas coletas de afluentes e de efluentes em dias diferentes. O primeiro dia de coleta foi o dia 22 de março de 2014 e o segundo no dia 25 de abril de 2014.

Para a coleta do material, foram utilizados frascos de 500 mL de vidro branco, boca larga, tampados, que foram autoclavados e preparados pelos técnicos do laboratório do Centro Universitário de Caratinga (UNEC). Os vidros foram etiquetados e identificados de acordo com nomenclatura adotada para cada amostra.

As amostras coletadas foram conservadas em caixa de isopor com gelo até o laboratório do UNEC.

Para os parâmetros físico-químicos, foram realizados testes para identificação temperatura, pH e Sólidos Totais.

As temperaturas das amostras do afluente e do efluente foram aferidas no momento da coleta por um termômetro a base de mercúrio. O pH das amostras foi determinado seguindo método descrito pela Funasa (2009).

A quantidade de Sólidos Totais, foram determinadas a partir do método descrito por Garcez (2004) em seu Manual de Procedimento e Técnicas Laboratoriais. Para os parâmetros microbiológicos, foram realizados testes para identificação de Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes, sendo utilizadas o método dos tubos múltiplos e tendo como base o Manual da Funasa (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos afluentes e efluentes amostrados no primeiro dia de coleta (22/03/2014), observamos temperaturas variando de 25°C a 27°C. E no segundo dia de coleta (25/04/2014), as temperaturas variaram de 22°C a 24,5°C, como pode ser observado na Tabela 1. Nos dois dias de coleta, segundo dados do Inmet – Instituto Nacional de Meteorologia, a temperatura do ambiente para a região de Caratinga - Manhauçu estava em aproximadamente mínima de 18°C e máxima de 24°C. No primeiro dia de coleta as condições do tempo era nublado, mas estável e no segundo dia o clima estava nublado para chuvas.

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), ao estabelecer as condições e padrões de lançamento de efluente direta ou indiretamente em corpos de água, determina que a temperatura do efluente não deva

exceder os 40°C. Nas Figuras 5 e 6 a seguir, correlacionamos a Resolução CONAMA 357/2005 com os resultados obtidos apenas para os efluentes, sendo estes lançados diretamente em cursos d'água.

Tabela 1 – Temperatura das amostras no momento da coleta.

Amostras	1ª Coleta	Horário da Coleta	2ª Coleta	Horário da Coleta
F1 - 01 E	25°C	8h39min	23°C	14h34min
F1 - 02 S	25°C	8h45min	23,5°C	14h36min
F2 - 03 E	26°C	9h33min	24,5°C	13h24min
F2 - 04 S	26°C	9h40min	23,5°C	13h30min
F3 - 05 E	(CAIXA LACRADA)			
F3 - 06 S	25°C	10h06min	23°C	13h51min
F4 - 07 E	27°C	10h46min	23°C	14h01min
F4 - 08 S	25°C	10h50min	22°C	14h06min

dispostos no meio, segundo o parâmetro temperatura.

As análises para o parâmetro pH foram realizadas apenas com as amostras coletadas no dia 25/04/2014. Os valores de pH encontrados nos afluentes e efluentes das FSB variam entre 6,1 á 8,0 como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados das amostras para o parâmetro pH.

Amostras	pH
F1 - 01 E	6,6
F1 - 02 S	6,1
F2 - 03 E	7,7
F2 - 04 S	8,0
F3 - 05 E	(CAIXA LACRADA)
F3 - 06 S	7,0
F4 - 07 E	6,3
F4 - 08 S	7,0

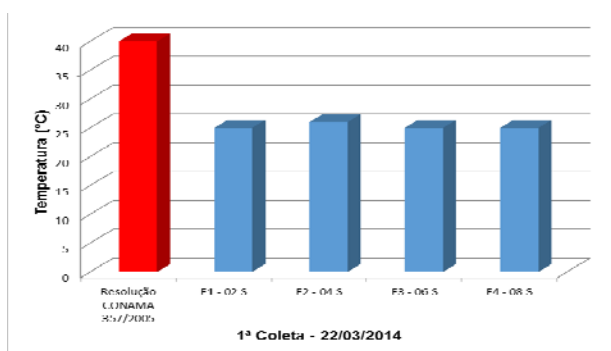


Figura 5 - Temperaturas encontradas nos efluentes de FSB e o valor recomendado pela resolução CONAMA 357/2005 (1ª Coleta).

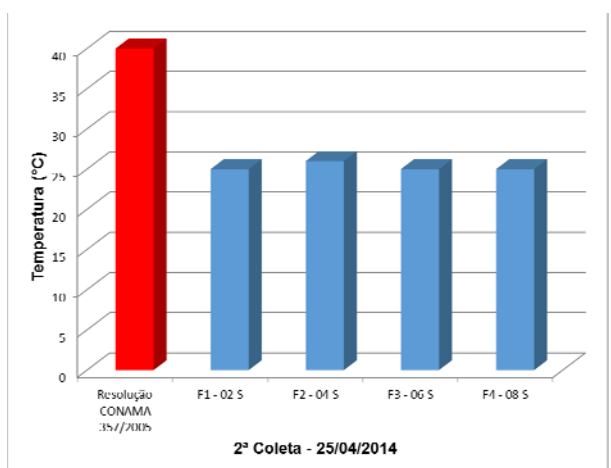


Figura 6 - Temperaturas encontradas nos efluentes de FSB e o valor recomendado pela resolução CONAMA 357/2005 (2ª Coleta).

Dessa forma, todos os efluentes das FSB analisados, estão em condições de serem

Estudos realizados por Faustino (2007) e Silva; Faustino; Novais (2007) com o mesmo tipo de sistema de tratamento de esgoto, foram encontrados valores de pH que variaram de 7,73 a 8,67. Sendo assim, podemos concluir que o efluente de FSB tem caráter alcalino.

De acordo com Silva et al. (2007) os valores encontrados de pH têm o caráter alcalino devido à degradação de proteínas e ureia em meio anaeróbico, que gera uma quantidade substancial de amônia, que em meio aquoso, passa para a forma de hidróxido de amônio.

A Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) estabelece que para o lançamento de efluentes em corpos d'água, seu pH deve estar na faixa de 5 a 9. Dessa forma, na Figura 7 correlacionamos a Resolução CONAMA 357/2005 com os resultados obtidos apenas para os efluentes, pois estes estão sendo diretamente lançados em cursos d'água.

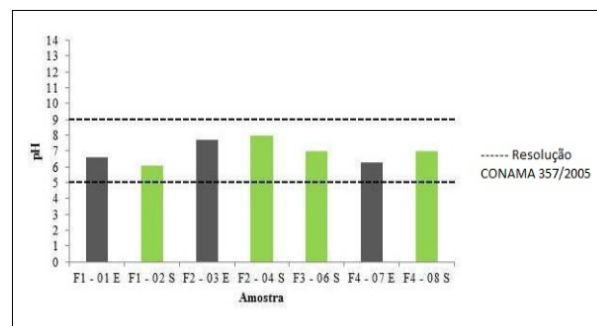


Figura 7 - Valores de pH encontrados nos afluentes e efluentes de FSB em comparação com o parâmetro estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005.

Dessa maneira, podemos concluir que de acordo com o parâmetro pH, o efluente das FSB analisados podem ser lançados no ambiente, sem causar nenhum prejuízo ambiental no corpo da água receptor.

Para o parâmetro Sólidos Totais, após os procedimentos analíticos, obtivemos os resultados relacionados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados obtidos após análise para Sólidos Totais.

Amostra	P ₀ (g)	VOLUME da amostra (litros)	P ₁ (g)
F1 - 01 E	20,83	0,03	20,85
F1 - 02 S	31,74	0,04	31,76
F2 - 03 E	21,67	0,03	21,69
F2 - 04 S	20,81	0,03	20,82
F3 - 05 E	(CAIXA LACRADA)		
F3 - 06 S	19,94	0,03	19,95
F4 - 07 E	21,66	0,03	21,71
F4 - 08 S	20,81	0,03	20,82

Utilizando a fórmula **Sólidos Totais (mg/L) = $\frac{P_1 - P_0}{\text{Volume da amostra (L)}} \times 1000$** , obtivemos a quantidade de sólidos totais presentes nos afluentes e efluentes, que podem ser observados na Tabela 4.

Analisando os resultados, concluímos que as Fossas 1,2 e 4, foram eficientes na remoção dos sólidos totais, quando comparados a quantidade de sólidos totais presentes no afluente (entrada da fossa) e a quantidade de sólidos presentes no efluente (saída da fossa), tendo uma redução nesses valores, quando comparados entre si. Esse paralelo de comparação dos resultados, pode ser observado na Figura 8.

Tabela 4 - Quantidade de Sólidos Totais presentes nas amostras.

Amostras	Sólidos Totais (mg/L)
F1 - 01 E	666,67
F1 - 02 S	500
F2 - 03 E	666,67
F2 - 04 S	333,33
F3 - 05 E	(CAIXA LACRADA)
F3 - 06 S	333,33
F4 - 07 E	1.666,67
F4 - 08 S	333,33

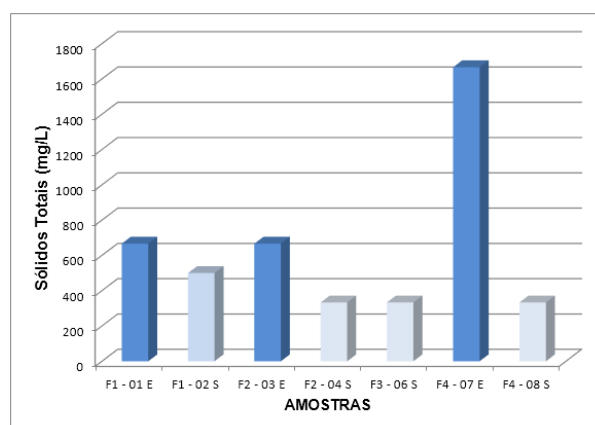


Figura 8 – Remoção de Sólidos Totais nas amostras.

Quanto a F3, não foi possível estabelecer este paralelo de comparação, devido não ter sido possível coletar amostra na caixa de entrada da fossa, por estar lacrada. Porém a quantidade de sólidos totais presentes na saída da fossa (efluente), constitui de um valor baixo, quando comparado por exemplo as Fossa 1, 2 e 4 que foram eficientes na remoção dos sólidos totais.

Sendo assim, a redução dos valores apresentados na comparação dos resultados obtidos para a entrada e para a saída das fossas, mostram que a matéria orgânica está sendo degradada no processo.

A Resolução CONAMA 357/2005 não estabelece padrão de lançamento específico para o parâmetro Sólidos Totais, porém a resolução ressalta que materiais sedimentáveis, cujo o corpo d'água onde ocorrerá o lançamento tenha circulação praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes.

No teste presuntivo para Coliformes Totais, após os tubos de ensaio em meio lactosado ficarem incubados na estufa por um período de 48 horas, tanto para as amostras coletadas no dia 22/03/2014, quanto para as amostras coletadas no dia 25/04/2014, foram observados se houve a formação de gás dentro dos tubos de Durham. A quantidade de tubos positivos neste teste está discriminada na Tabela 5 e 6.

Tabela 5 - Número de tubos negativos e positivos para o teste presuntivo de coliformes totais das amostras coletadas no dia 22/03/2014.

Amostras	Número de tubos positivos	Número de tubos negativos
F1 - 01 E	4	1
F1 - 02 S	5	0
F2 - 03 E	4	1
F2 - 04 S	5	0
F3 - 05 E	(CAIXA LACRADA)	
F3 - 06 S	5	0
F4 - 07 E	3	2
F4 - 08 S	2	3

Tabela 6 - Número de tubos negativos e positivos para o teste presuntivo de coliformes totais das amostras coletadas no dia 25/04/2014.

Amostras	Número de tubos positivos	Número de tubos negativos
F1 - 01 E	3	2
F1 - 02 S	4	1
F2 - 03 E	1	4
F2 - 04 S	1	4
F3 - 05 E	(CAIXA LACRADA)	
F3 - 06 S	2	3
F4 - 07 E	2	3
F4 - 08 S	1	4

Tomando como base o número de tubos positivos no Teste Presuntivo, foi realizado o Teste Confirmativo para Coliformes Totais. Após o período de incubação dos tubos, foi observado se houve formação de gás nos tubos de Durhan, sendo assim, teste positivo. Os números de tubos positivos foram comparados com a Tabela de Número Mais Provável (NMP) com limite de confiança de 95% para os resultados positivos quando 5 porções de 10 mL são examinadas, conforme disposição em Funasa (2009), afim de se obter um número mais provável de Coliformes Totais em 100 mL. Os resultados deste teste são apresentados a seguir nas Tabelas 7 e 8.

Tabela 7 - NMP de Coliformes Termotolerantes nas amostras coletadas no dia 22/03/2014.

Amostras	Número de tubos positivos	NMP/100mL
F1 - 01 E	4	16,0
F1 - 02 S	1	2,2
F2 - 03 E	2	5,1
F2 - 04 S	1	2,2
F3 - 05 E	(CAIXA LACRADA)	
F3 - 06 S	1	2,2
F4 - 07 E	0	< 2,2
F4 - 08 S	1	2,2

Tabela 8 - NMP de Coliformes Termotolerantes nas amostras coletadas no dia 25/04/2014.

Amostras	Número de tubos positivos	NMP/100mL
F1 - 01 E	3	9,2
F1 - 02 S	2	5,1
F2 - 03 E	1	2,2
F2 - 04 S	1	2,2
F3 - 05 E	(CAIXA LACRADA)	
F3 - 06 S	2	5,1
F4 - 07 E	2	5,1
F4 - 08 S	1	2,2

A Resolução CONAMA 357/2005 não estabelece padrão de lançamento para esse parâmetro, então se considera os padrões dos corpos receptores. De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 o padrão microbiológico para as águas de classe 2, considera-se o índice limite de até 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Dessa forma todas as amostras examinadas estão dentro dos padrões, mesmo quando se considera as demais classes de corpos d'água (Classes 1,3 e 4).

CONCLUSÃO

Após avaliação dos afluentes e efluentes das FSB foi constatado que os parâmetros temperatura e pH analisados, os quais constam na Resolução CONAMA 357/2005, encontram-se de acordo com os valores estabelecidos na resolução supracitada.

Para sólidos totais, concluímos que apesar na resolução não estabelecer padrões de lançamento para esse parâmetro, consideramos que houve remoção de matéria orgânica pelas FSB, quando levamos em consideração a redução de sólidos totais presentes nos afluentes para os presentes nos efluentes.

Quanto aos parâmetros microbiológicos analisados, a Resolução CONAMA 357/2005 não estabelece padrão de lançamento para esse parâmetro, então se considera os padrões dos corpos receptores. De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 o padrão microbiológico para as águas de classe 2, considera-se o índice limite de até 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Dessa forma todas as amostras examinadas estão dentro dos padrões, mesmo quando se considera as demais classes de corpos d' água (Classes 1,3 e 4). Os baixos valores de coliformes encontrados podem ser explicados por se tratar de fossas com longo período de funcionamento, o que permitiu um sistema cada vez mais eficiente.

Para a FSB 3 que nunca utilizou material inoculante e a fossa 4 que utilizou material inoculante apenas uma vez, deve-se considerar uma reposição desse material de 30 em 30 dias, afim de garantir a eficiência do sistema, mantendo microrganismos suficiente para o funcionamento da digestão anaeróbica e evitar odores desagradáveis. A fossa 1, que usa como material inoculante um blend de bactérias, deve observar a necessidade de reposição desses microrganismos, já que o fabricante da fossa estabelece um prazo de vinte anos para essa reposição. A fossa 2, é a única fossa que faz a reposição do material inoculante de forma frequente, dessa forma deve-se manter a reposição.

Através dos resultados, concluímos que os quatro sistemas de FSB se mostraram eficientes quando relacionados aos parâmetros analisados.

Portanto, a realização desse estudo constitui-se de uma importante contribuição para o melhoramento das condições sanitárias na zona rural, colaborando para o desenvolvimento socioambiental das comunidades, minimizando possíveis impactos ambientais e promovendo saúde pública. Afirmando que medidas simples e baratas contribuem para a preservação dos recursos naturais e consequentemente melhor qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Resolução Conama N° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outra providências. Brasília, 2005.

FAUSTINO, A. S. Estudos físico-químicos do efluente produzido por fossa séptica biodigestora e o impacto do seu uso no solo. São Carlos, 2007. Dissertação (Mestrado em Química) –

Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos.

FERREIRA, N. M.; FERREIRA, L.; GUERRERO, A. R. Levantamento preliminar das condições da disposição do sistema de esgoto em uma comunidade agroecológica. 5ª Jornada Científica e Tecnológica e 2º Simpósio de Pós Graduação do IFSULDEMINAS. Inconfidentes/MG. 06 a 09 de Nov. 2013.

FUNASA. Manual prático de análise de água. 3ª ed. ver. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

GARCEZ, Nogueira Lucas. Manual de procedimentos e técnicas laboratoriais voltado para análises de águas e esgotos sanitários e industrial. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. 2004.

SILVA, W.T. L.; FAUSTINO, A. S.; NOVAES, A. P. de. Eficiência do processo de biodigestão em fossa séptica biodigestora inoculada com esterco ovino. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2007. (Embrapa Instrumentação Agropecuária. Documentos, 34).

SOUSA, L. A. & ANTONELLI, V. O problema da falta de saneamento básico na área rural do município de Irati PR e a implementação das fossas biodigestoras como alternativa. Anais XVI Encontro Nacional dos Geógrafos. Crise, práxis e autonomia: espaços de resistência e de esperanças. Espaço de Diálogos e Práticas. Associação de Geógrafos Brasileiros. Realizado de 25 a 31 de julho de 2010. Porto Alegre- RS, 2010.