III-657 – CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE EFLUENTE DOMÉSTICO TRATADO POR FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA

Ianca Carneiro de Carvalho[(1)]
Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).
Maria Vitória Nery da França Valerio[(2)]
Graduanda em Engenharia Agronômica pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).
Laila Simões de Lima do Rosário[(3)]
Graduanda em Engenharia Agronômica pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).
Rafael Borges dos Santos[(4)]
Graduando em Engenharia Agronômica pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).
Patrícia dos Santos Nascimento[(5)]
Engenheira Agronômica pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Mestre em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Doutora em Agronômica pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP). Docente da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

Endereço[(1)]**:** Rua G, 14 – Campo Limpo (Feira VI) – Feira de Santana - BA - CEP: 44034248 - Brasil - Tel: (74) 99941-9229 - e-mail: eng.iancacarneiro@gmail.com

RESUMO

O saneamento básico rural é ineficiente, especialmente o esgotamento sanitário, assim a Fossa Séptica Biodigestora (FSB), vem sendo implementa com o intuito de promover esse setor na zona rural. Nesse contexto, esse trabalho teve como objetivo avaliar a composição microbiológica do efluente doméstico tratado por FSB. Essa, está instalada na sede da Equipe de Estudos e Educação Ambiental (EEA) da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). O monitoramento do afluente (sem tratamento) e efluente (com tratamento), foi realizado por meio de amostras, as quais foram coletadas em uma saída antes da entrada da FSB e na caixa coletora, a cerca de 15 a 30 cm abaixo da superfície da água, respectivamente. O método Substrato Cromogênico Enzimático Colilert, foi usado a fim de apontar nos ensaios microbiológicos, os Coliformes Totais e Termotolerantes (*Escherichia Coli* - E.C.). Após a obtenção dos dados, estes foram comparados com as características microbiológicas recomendadas pela Resolução n. 75/10 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CONERH, para água em todos os tipos de reuso. Constatando que a Fossa Séptica Biodigestora (FSB) se mostrou eficaz no tratamento de efluente doméstico, especialmente na análise final, possibilitando assim, o seu reuso.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de esgoto, Digestatos anaeróbios e Microrganismos patogênicos.

INTRODUÇÃO

No Brasil, grandes volumes de esgoto doméstico são gerados por dia com um valor estimado de 21.267.971 m³, dos quais 51,6% recebe tratamento em estações adequadas para tal finalidade e a outra parcela é descartada sem tratamento, ou tratada em sistemas individuais nem sempre satisfatórios (IBGE, 2020).

Dessa forma, devido aos problemas decorrentes da falta de esgotamento sanitário, tecnologias estão sendo desenvolvidas e adotadas, com meios viáveis, para promover o saneamento básico rural (SILVA; PICANÇO, 2021). Dentre estas tecnologias, tem-se a Fossa Séptica Biodigestora (FSB), que visa promover o tratamento do esgoto doméstico por meio da digestão anaeróbia (DA), e ao mesmo tempo produzir adubo orgânico, fazendo com que, além do ganho sanitário, haja também a possibilidade de um ganho financeiro com a utilização do efluente na fertirrigação de plantações (NOVAES *et al*., 2002).

Tratando-se de digestatos, a característica microbiológica é de suma importância, em decorrência de ser um sistema biológico e orgânico, estes apresentam vários microrganismos, dentre eles tem-se os patogênicos que

podem ser danosos à saúde humana. Assim, geralmente, as espécies de microrganismos patogênicos avaliadas são: *Escherichia coli e Salmonella* sp. (MACHADO, 2022).

Na Bahia, a Resolução n. 75/10 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CONERH, que estabelece procedimentos para disciplinar a prática de reuso direto não potável de água na modalidade agrícola e/ou florestal, utiliza as características microbiológicas recomendadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para água em todos os tipos de reuso (BAHIA, 2010). Já que a existência e quantidade desses microorganismos patogênicos e a presença de substâncias tóxicas podem limitar ou até mesmo impedir a utilização dos digestatos anaeróbios (MACHADO, 2022).

Logo, a caracterização do efluente é fundamental, para estabelecer as taxas de aplicação, o risco de fitotoxicidade e a necessidade de um período de segurança, antes da semeadura, ou de um tratamento de estabilização, antes da aplicação no solo (ALBUQUERQUE *et al*., 2012). Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar a composição microbiológica do efluente doméstico tratado por Fossa Séptica Biodigestora (FSB).

MATERIAIS E MÉTODOS

O efluente doméstico utilizado neste estudo foi proveniente de uma Fossa Séptica Biodigestora (FSB) que está instalada na sede da Equipe de Estudos e Educação Ambiental (EEA) da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), no município de Feira de Santana/BA (Figura 1).

Figura 1: Sede da Equipe de Estudos e Educação Ambiental (EEA).
Fonte: Autoria própria (2022).

A FSB é constituída por quatro caixas d'água de polietileno, conectadas por tubulações de PVC. A primeira é o reservatório (1000 L), o qual é conectado à uma fossa séptica existente na sede da EEA, que recebe esgoto de vasos sanitários, sendo esse bombeado para o reservatório. As duas caixas posteriores são os módulos de fermentação (100 L), onde ocorre a biodigestão anaeróbia realizada pelas bactérias. A última caixa (100 L), ou "caixa coletora", é destinada ao armazenamento do efluente líquido já tratado (Figura 2) (GALINDO, 2019).

Figura 2. Perfil frontal (A), Área completa (B) e Perfil lateral (C) da Fossa Séptica Biodigestora (FSB).
Fonte: Autoria própria (2022).

O monitoramento do afluente (sem tratamento) e efluente (com tratamento), foi realizado por meio de amostras, as quais foram coletadas em uma saída antes da entrada da FSB e na caixa coletora, a cerca de 15 a 30 cm abaixo da superfície da água, respectivamente (NBR 9898/1987) (Figura 3).

Figura 3: Ponto de coleta do afluente (A) e efluente (B).
Fonte: Autoria própria (2022).

O método Substrato Cromogênico Enzimático Colilert, que é baseado na capacidade dos coliformes produzirem a enzima B-galactosidase (COVERT *et al*., 1989), foi usado com o intuito de apontar nos ensaios microbiológicos, os Coliformes Totais (NMP/100 mL) e os Coliformes Termotolerantes (*Escherichia Coli* - E.C.) (NMP/100 mL).

Dado alteração da cor do meio para amarelo e este possuir fluorescência sob luz UV, significa que bactérias do grupo coliforme e *Escherichia coli* estão presentes na amostra analisada (COVERT et al., 1989; SILVA et al., 2017). Tais análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento da UEFS.

Após a obtenção dos dados, estes foram comparados com as características microbiológicas recomendadas pela Resolução n. 75/10 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CONERH, para água em todos os tipos de reuso (BAHIA, 2010).

RESULTADOS

Por meio das amostras do afluente e do efluente do esgoto doméstico, a quantidade de coliformes totais e termotolerantes existente, foi constatada (Tabela 1), sendo esse último averiguado principalmente através da presença da *Escherichia Coli* (E.C.), que representa as contaminações fecais e de patógenos (MELO *et al*., 2022).

Tabela 1: Caracterização microbiológica de efluente doméstico antes (Afluente) e após tratado (Efluente) realizado por Fossa Séptica Biodigestora (FSB).

Parâmetros	Resultados das análises			
	Análise inicial		Análise Final	
	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente
Coliformes totais (NMP[1] 100 mL^{-1})	$9,2x10^4$	$7,8x10^2$	$7,9x10^3$	$4,5x10^2$
Eficiência de remoção (%)	99,2		94,3	
Termotolerantes (NMP 100 mL^{-1})	$9,2x10^4$	$2,0x10^2$	$2,2x10^3$	$4,5x10^1$
Eficiência de remoção (%)	99,8		98,0	

1 Número mais provável.

Os valores encontrados de coliformes totais para o afluente variaram entre $7,9x10^3$ e $9,2x10^4$ NMP/100mL^{-1}, denotando que a análise inicial apresentou 91,4% a mais de coliformes. Esta ocorrência pode estar atribuída ao fato de que o reservatório do afluente foi realimentado de esgoto antes da coleta inicial, tal episódio também pode ter resultado na alteração do termotolerante, o qual variou entre $2,2x10^3$ e $9,2x10^4$ NMP/100mL^{-1}, possuindo 97,6% a mais de coliformes na análise inicial.

No efluente, os coliformes totais variaram entre $4,5x10^2$ e $7,8x10^2$ NMP/100mL^{-1}, constatando uma redução de 42,3% entre a análise inicial e final. Quanto aos termotolerantes, estes variaram entre $2,0x10^2$ e $4,5x10^1$ NMP/100mL^{-1}, apresentando uma atenuação de 77,5%.

Sarges *et al*. (2015) e colaboradores não identificaram a redução de coliformes totais e termotolerantes ao comprar o início e o final do processo de biodigestão. Em contrapartida, Silva *et al*., (2011) e Novaes *et al*., (2002) apresentaram uma redução de 99,9% nas concentrações de coliformes termotolerantes, sendo uma redução muito significativa.

Na presenta pesquisa, observa-se que o tratamento realizado pela Fossa Séptica Biodigestora se apresentou eficiente, visto que, quando se compara os dados do afluente com os do efluente em ambas as análises, nota-se uma redução entre esses, sendo que na análise inicial houve uma eficiência de 99,2% e 99,8%, para coliformes totais e termotolerantes, respectivamente, já na análise final, procedeu-se uma eficiência de 94,3% e 98,0% (Tabela 1).

Considerando as características microbiológicas recomendadas pela Resolução n. 75/2010 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CONERH ($\leq 1x10^4$NMP100mL^{-1}), na análise inicial, apesar de ter ocorrido uma eficiência de remoção de 99,8% de coliformes termotolerantes, não reduziu satisfatoriamente a quantidade desse, para irrigação. Por outro lado, na análise final, o efluente se encontra em concordância com o padrão estabelecido, assim, pode ser utilizado na fertirrigação de diversas culturas (BAHIA, 2010).

CONCLUSÕES

A Fossa Séptica Biodigestora (FSB) se mostrou eficaz no tratamento de efluente doméstico, especialmente na análise final, possibilitando assim, o seu reuso. Além de que, esta tecnologia é capaz de proporcionar o acesso ao esgotamento sanitário e também gerar uma fonte alternativa de água, especialmente em comunidades rurais, intensificando ainda mais sua importância.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBUQUERQUE, J. A. *et al*. Assessment of the fertiliser potential of digestates from farm and agroindustrial residues. **Biomass and Bioenergy**, v. 40, p. 181-189, 2012.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9898**. Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.
3. BAHIA. Resolução CONERH nº 75, de 29 de julho de 2010. Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CONERH. (2010). **Diário Oficial do Estado da Bahia**.
4. BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural**. Brasília: Funasa, 2019. 260 p.
5. BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências. **Diário Oficial da União 2020.**
6. COVERT, T. C. et al. Evaluation of the auto-analysis Colilert test for detection and enumeration of total coliforms. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 54, n. 10, p. 215-229, 1989.
7. GALINDO, N. et al. **Perguntas e respostas: fossa séptica biodigestor edição revisada e ampliada**. São Carlos – SP: Embrapa Instrumentação, ed. 1, n.70, p. 34, 2019.
8. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2017: abastecimento de água e esgotamento sanitário**. Coordenação de População e Indicadores Sociais, Rio de Janeiro, IBGE, 2020. Disponível em: <http://twixar.me/g88m>. Acesso em: 19 set. 2022.
9. INSTITUTO TRATA BRASIL. **Com mais de 273 mil internações por doenças de veiculação hídrica, falta de saneamento básico faz Brasil gastar R$ 108 milhões com hospitalizações.** 2019. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/images/estudos/saneamento-e-saude/PRESSRELEASE_SANEAMENTO_E_SAUDE_1.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2022.
10. MACHADO, L. T. S. **Aproveitamento de efluente gerado na biodigestão anaeróbia de resíduos orgânicos de origem doméstica na agricultura irrigada**. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Campus de Botucatu. Botucatu/SP, 99 p., 2022.
11. MELO, N. M. M. *et al*. Avaliação da Toxicidade nas Sementes de Pimentão "Capsicum Annum L.", Caracterização Físico-Química e Microbiológica em Amostras de Esgoto Doméstico de Recife-PE. **Revista Concilium**, v. 22 n. 2, p. 415-440, 2022.
12. Norwegian Church Aid – NCA. **Lessons learned from the dissemination of biodigesters for sanitation in Haiti, from 2010 to 2013 – Final Report**. 2014. Disponível em: < https://www.susana.org/en/knowledge-hub/resources-and-publications/library/details/2255>.Acesso em: out. 2022.
13. NOVAES, A. P. *et al*. Utilização de uma fossa séptica biodigestora para melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da agricultura orgânica. **Comunicado Técnico: Embrapa Instrumentação Agropecuária**. São Carlos/SP, 2002.
14. SANTOS, F. F. S. *et al*. O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.4, n.1, p. 241-251, 2018.
15. SARGES, R. C.; LESS, D. F. S.; SANTOS JUNIOR, J. R. B.; DIAS JÚNIOR, P. R. U. **Implantação de fossa séptica biodigestora em uma residência na comunidade de Vila Equador, distrito de Bailique, Macapá-AP**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em:

<https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento29/TrabalhosCompletosPDF/II-410.pdf>. Acesso em: nov. 2022.

16. SILVA, W. T. L. *et al*. Avaliação Físico-Química de Efluente gerado em Biodigestor Anaeróbio para fins de Avaliação de Eficiência e Aplicação como Fertilizante Agrícola. **Química Nova**, vol. 35, p. 35-40, 2011.

17. SILVA, A. B. *et al*. Análise microbiológica da água utilizada para consumo nas escolas de Esperança, Paraíba. Divulgação Científica e Tecnológica do Instituto Federal da Paraíba - IFPB. **Revista Principia**, João Pessoa, n. 37, p. 11-17, 2017.

18. SILVA, P. V. S. R. **Desenvolvimento do girassol irrigado com águas de diferentes qualidades**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Estadual da Bahia, Feira de Santana. 2010.

19. SILVA, L. C.; PICANÇO, A. P. Visão geral sobre as tecnologias sustentáveis do saneamento rural no tratamento de esgotos sanitários no Brasil entre 2008 e 2018. **Revista AIDIS**, v. 14, n. 3, p. 1444-1462, 2021.

20. WERNER, U.; STOEHR, U.; HEES, N. **Biogas Plants in Animal Husbandry**. 1998. Disponível em: <https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/WERNER%201989%20Biogas%20plants%20in%20Animal%20Husbandry.pdf>. Acesso em: out. 2022.