

Eficiência da Biodigestão de Efluentes com Águas Salobras e Doces em Fossas Sépticas Biodigestoras

MÁRCIA TOFFANI SIMÃO SOARES⁽¹⁾, FÁBIO GALVANI⁽¹⁾, DÉBORA FERNANDES CALHEIROS⁽¹⁾, WILSON TADEU LOPES DA SILVA⁽²⁾, ALBERTO FEIDEN⁽¹⁾, BRUNO ARAUJO FRIDERICHS⁽³⁾, NAZARÉ FLÁVIA ABREU⁽³⁾

RESUMO

O presente estudo avaliou a eficiência de biodigestão de efluentes produzidos a partir de águas salobras e doces em fossas sépticas biodigestoras (FSB's) instaladas sob as condições da Borda Oeste do Pantanal, Mato Grosso do Sul. Foram instaladas duas FSB's, sendo uma em lote cuja casa é abastecida por água doce (FSB_{doce}), e outra em lote abastecido com água salobra (FSB_{sal}). Em abril de 2009 foram coletadas amostras dos efluentes brutos e finais para análises de pH, condutividade elétrica, sólidos suspensos totais, inorgânicos e orgânicos, DBO, DQO, coliformes totais e termotolerantes, nitrogênio Kjeldahl Total (NKT), além dos íons dissolvidos cálcio, magnésio, sódio e potássio. No período avaliado a fossa séptica biodigestora apresentou eficiência no tratamento do esgoto sanitário produzido com águas salobras. Estudos complementares deverão ser desenvolvidos a fim de monitorar a eficiência da biodigestão dos efluentes, bem como o efeito do seu uso agrícola, com vistas à melhoria do saneamento rural e manutenção da qualidade do sistema solo-planta.

Palavras-Chave: (fossa séptica biodigestora; resíduos, efluentes)

Introdução

De acordo com a Organização das Nações Unidas - ONU, no Brasil quase dois terços da população que vive fora de áreas urbanas ainda não conta com um serviço básico de saneamento adequado. Isso significa que, no país, mais de 20 milhões de pessoas têm maiores riscos de contrair doenças infecciosas ou parasitárias, adquiridas principalmente pelo contato com o esgoto [1].

Apesar da proposição de um número considerável de modificações de fossas sépticas para as mais diversas situações [2], de modo geral o esgoto oriundo das propriedades rurais ainda tem como principal destino as chamadas fossas negras, sistema rudimentar passível de contaminar o lençol freático e poços, aumentando assim os riscos de veiculação de doenças como diarreia, cólera e hepatite [3], tanto na

comunidade rural como nos consumidores dos produtos agrícolas e pecuários.

A fim de fornecer uma alternativa para a substituição destas fossas negras existentes na zona rural, a Embrapa Instrumentação Agropecuária (CNP/DIA) desenvolveu um sistema denominado Fossa Séptica Biodigestora, que é adaptado para uma família constituída por, no máximo 5 pessoas. Apresenta baixo custo para confecção, com eficiência na biodigestão dos excrementos humanos, e conseqüente eliminação de agentes patogênicos [4]. É uma alternativa que possibilita o reuso, no sistema produtivo, da matéria orgânica, nutrientes e água que, não tratados adequadamente, são potenciais causadores de doenças diversas ao homem. O sistema está sendo utilizado em várias partes do país, acompanhando, em algumas regiões, projetos de saneamento rural e programas de microbacias hidrográficas [5,6,7].

Assim como em várias regiões do Brasil, nos assentamentos rurais de Corumbá/MS (Borda Oeste do Pantanal) as condições sanitárias ainda são precárias, predominando nas casas as fossas "negras" que, por vezes, são construídas em locais inadequados [8]. As condições ambientais apresentadas nestes assentamentos são, em grande parte, muito distintas das existentes nas regiões onde atualmente estão sendo realizados estudos com a fossa séptica biodigestora [9,10]; as águas servidas nestes assentamentos são, em sua maioria, captadas em aquíferos subterrâneos formados por rochas calcárias, conferindo às mesmas características salobras [11].

O presente estudo avaliou a eficiência de biodigestão de efluentes produzidos a partir de águas salobras e doces em fossas sépticas biodigestoras (FSB's) instaladas sob as condições da Borda Oeste do Pantanal, Mato Grosso do Sul.

Material e Métodos

O município de Corumbá localiza-se dentro da Bacia do Alto Paraguai, na região de depressão e a sudoeste do Pantanal Sul-Matogrossense, fazendo fronteira com a Bolívia e o Paraguai.

Foram instaladas duas fossas sépticas biodigestoras, sendo uma em lote cuja casa é abastecida por água de nascente (água doce) (FSB_{doce}), e outra em lote com abastecimento de água captada em poço subterrâneo e com

⁽¹⁾ Pesquisadores da Embrapa Pantanal. Rua 21 de Setembro, 1880, Corumbá, MS. CEP 79320-900. E-mail: mtoffani@cpap.embrapa.br.

⁽²⁾ Embrapa Instrumentação Agropecuária. Rua XV de Novembro, 1452. São Carlos, SP - Brasil

⁽³⁾ Bolsistas CNPq, Estudantes de Graduação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Corumbá Caixa Postal 252 - Corumbá - MS Apoio financeiro: CNPq / Embrapa.

qualidade “salobra” (FSB_{sal}). As instalações e manejo seguiram as especificações contidas em Novaes et al. [4], com adaptações. Amostras dos efluentes brutos (primeira caixa) e finais (terceira ou quarta caixa) foram coletados nas duas fossas sépticas biodigestoras em abril de 2009.

Nas amostras dos efluentes brutos e tratados foram determinados o pH e a condutividade elétrica (CE) com um medidor multiparametros digital (Oakton Waterproof pH/cond 10 meter). Sólidos suspensos totais, inorgânicos e orgânicos, foram determinados conforme AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA [12]. As concentrações de nitrogênio Kjeldahl Total (NKT) foram determinadas conforme Galvani & Gartner [13]. Sub-amostras dos efluentes foram filtradas em filtros de microfibras de vidro com poro de 0,7 µm e 47 mm de diâmetro para análises de íons dissolvidos cálcio, magnésio, sódio e potássio (APHA, adaptado) [12]. Tais análises foram realizadas no Laboratório de Limnologia da Embrapa Pantanal.

As sub-amostras (C) dos efluentes brutos e tratados foram destinadas às análises de DBO, DQO, coliformes fecais e totais no INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL – IMASUL, conforme normas definidas em APHA [14] e Normas Técnicas da ABNT.

Resultados

O processo de biodigestão possibilitou uma redução significativa de sólidos totais, orgânicos e inorgânicos, da DBO e da DQO dos efluentes finais oriundos de águas salobras (Tabela 1). Os resultados apresentados indicam também eficiência da FSB_{sal} em diminuir a população de coliformes totais e termotolerantes dos efluentes oriundos de águas salobras. Verificou-se também a diminuição da população de coliformes termotolerantes nos efluentes gerados na FSB_{doce}, porém estes não apresentaram qualidade microbiológica satisfatória para reuso agrícola.

Os valores de pH dos efluentes finais produzidos nas duas FSB's estão próximos aos observados por Silva et al. [10] para efluentes de águas não salobras. O processo de biodigestão ocasionou um pequeno aumento do pH dos efluentes finais, bem como diminuição da condutividade elétrica e das concentrações de Na⁺_{diss}. Nos efluentes finais da FSB_{sal} também se verificou a diminuição das concentrações de Ca²⁺_{diss} e Mg²⁺_{diss}, possivelmente devido a precipitação destes íons na forma de carbonatos no interior da FSB. Ainda assim, os teores dissolvidos de Na, K, Ca e Mg estão um pouco superiores aos apresentados por Faustino [9] e Silva et al. [10] (Tabela 1), possivelmente em função da composição química da água que abastece a residência. Já as

quantidades de NTK encontram-se próximos às faixas de valores observadas por Silva et al. [10].

Discussão

Os resultados apresentados indicam que a fossa séptica biodigestora possui eficiência no tratamento de esgotos rurais cujas águas servidas são salobras. Um dos fatores que pode ter contribuído para a menor eficiência da FSB_{doce} na redução da população de coliformes é o pouco tempo de funcionamento do sistema, de aproximadamente 1 mês. Todavia os resultados apresentados indicam o estabelecimento do processo de biodigestão neste sistema, que devem ser confirmados com o seu monitoramento.

Quanto à qualidade dos efluentes finais, estes apresentaram concentrações de alguns nutrientes similares a superiores aos apresentados por Silva et al. [10] e Faustino [9]. A diminuição dos teores de nutrientes durante o processo de biodigestão pode ser atribuída às reações químicas ocorridas sob pH alcalino, que favorece a volatilização de amônia [15], bem como a precipitação do Ca e Mg na forma de carbonatos [16].

Embora tenha ocorrido uma pequena diminuição da condutividade elétrica dos efluentes filtrados nas duas FSB's após o processo de biodigestão, os valores obtidos são altos se considerados para uso como água de irrigação [17]. Estudos estão em desenvolvimento a fim de avaliar o uso agrônomico destes efluentes no sistema solo-planta como um “biofertilizante”, ou seja, em quantidades menores à requerida pela cultura para atendimento à demanda por água.

Considerações Finais

Os resultados preliminares indicam que a fossa séptica biodigestora possui eficiência no tratamento de esgotos rurais cujas águas servidas são salobras, e que a composição química dos efluentes finais não difere substancialmente dos resultados observados em literatura para efluentes gerados no mesmo sistema de tratamento de esgoto sanitário. Estudos complementares deverão ser desenvolvidos a fim de monitorar a eficiência da biodigestão destes efluentes e avaliar o efeito do seu uso como um “biofertilizante”, sem prejuízos ao solo e às plantas.

Agradecimentos

Agradecemos aos funcionários da Embrapa Pantanal, da Embrapa Instrumentação Agropecuária e ao CNPq, que possibilitaram a realização deste trabalho.

Referências

- [1] PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD, 2007. Em saneamento rural, Brasil é 4º pior da América Latina. Disponível em

- <<http://www.pnud.org.br/saneamento/reportagens/index.php?id01=1257&lay=san>>. Acesso em 30 jun. 2009.
- [2] OLIVEIRA, R.; FILHO, C.F.M. Saneamento Rural - Disposição de excretas no meio rural. Notas de aula, 1998. Disponível em <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/SBER3.html>>. Acesso em: 13 fev.2007.
- [3] VARNIER, C.L. Avaliação da contaminação de uma fossa negra desativada na zona não-saturada do aquífero Adamantina em Urânia (SP). Tese (Doutorado). Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. 2007. 144 p.
- [4] NOVAES, A.P.; SIMÕES, M.L.; MARTIN NETO, L.; CRUVINEL, P.E.; SANTANA, A.; NOVOTNY, E.H.; SANTIAGO, G.; NOGUEIRA, A.R.A. Utilização de uma fossa séptica biodigestora para melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da Agricultura Orgânica. Campinas: Embrapa-CNPDIA, 2002. 5p. (Embrapa-CNPDIA. Comunicado-Técnico, 46).
- [5] PREFEITURA DE TATUÍ. Meio ambiente lança programa de saneamento básico na área rural. Disponível em: < <http://www.tatui.sp.gov.br/noticias/?id=702>>. Acesso em: 30 jun. 2007.
- [6] AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS - APTA. Programa de microbacias completa 20 anos em sp e busca enfoque sócio-ambiental. Disponível em: < <http://www.apta.sp.gov.br/noticias.php?id=2152>>. Acesso em: 30 jun. 2009.
- [7] GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI. Qualidade da água é tema de curso em Morro Agudo. Disponível em: < http://www.cati.sp.gov.br/Cati/_produtos/cationline/07/co17.htm>. Acesso em: 30 jun. 2009.
- [8] CURADO, F.F.; SANTOS, C.S.S.; SILVA, F.Q. Pré-diagnóstico participativo de agroecossistemas dos Assentamentos Paiolzinho e Tamarineiro II. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 35 p. (Documentos / Embrapa Pantanal ISSN1517-1973; 45). Disponível em : <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC45.pdf>> . Acesso em: 04 set. 2007.
- [9] FAUSTINO, A.S. Estudos físico-químicos de efluentes produzidos por fossa séptica biodigestora e impacto de seu uso no solo. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de São Carlos. 2007. 106p.
- [10] SILVA, W.T.L.; FAUSTINO, A.S.; NOVAES, A.P. Eficiência do processo de biodigestão em fossa séptica biodigestora inoculada com esterco de ovino. - São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2007. 20 p. - (Embrapa Instrumentação Agropecuária. Documentos, 34).
- [11] GALDINO, S.; MELO, E.C. Recursos hídricos. In: SILVA, J.S.V. (Org) Zoneamento ambiental da Borda Oeste do Pantanal: maciço do Urucum e adjacências. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. pp. 83-109.
- [12] APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 17th ed.. Washington: APHA/AWWA/WPCF, 1998. 1268p.
- [13] GALVANI, F.; GAERTNER, E. Adequação da metodologia Kjeldahl para determinação de nitrogênio total e proteína bruta. CT 63, Embrapa Pantanal, 2006. 9p. (Comunicado Técnico 63. Embrapa Pantanal).
- [14] APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th ed.. Washington: APHA/AWWA/WPCF, 2005. 1368p.
- [15] NAVAL, L. P. ; COUTO, T. C. . Remoção de nitrogênio amoniacal em efluentes de sistemas anaeróbios. In: V Congresso Regional - Asociacion Interamericana de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, 2005, Assunción. Avanzando hacia los objetivos de desarrollo del milenio en el marco de la ingeniería sanitaria y ambiental, 2005.
- [16] MAIA, C.E.; MORAIS, E.R.C.; OLIVEIRA, M. Estimativa de carbonato de cálcio aplicado via água de irrigação nas regiões da Chapada do Apodi e Baixo Açú, RN. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.1, 2001.
- [17] DAKER, A. A água na agricultura. Vol. 3 Rio de Janeiro : Freitas Bastos, 1988, 543p.

Tabela 1. Parâmetros físicos e químicos dos efluentes brutos e finais produzidos por fossas sépticas biodigestoras de águas salobras e doces

Parâmetros	FSB _{sal}		FSB _{doce}	
	Efluente Bruto (cx. 1)	Efluente Final (cx. 3)	Efluente Bruto (cx. 1)	Efluente Final (cx. 4)
Sólidos Totais (Orgânicos +Inorgânicos) (mg l ⁻¹)	136,88	34,33	327,50	162,00
Sólidos Inorgânicos (mg l ⁻¹)	35,00	8,00	15,00	23,00
Sólidos Orgânicos (mg l ⁻¹)	101,88	26,33	312,50	139,00
pH	7,82	8,22	7,48	7,88
Condutividade Elétrica (dS m ⁻¹)	6,15	5,16	3,85	3,31
DBO ₅ (mg O ₂ l ⁻¹)	240,00	30,00	260,00	80,00
DQO (mg O ₂ l ⁻¹)	1.016,00	342,00	1.230,00	557,00
NTK (mg N l ⁻¹)	617,72	535,27	394,10	354,89
Potássio dissolvido (mg l ⁻¹)	198,18	161,86	140,07	132,81
Cálcio dissolvido (mg l ⁻¹)	61,94	51,43	62,69	70,06
Magnésio dissolvido (mg l ⁻¹)	75,87	70,23	24,66	25,61
Sódio dissolvido (mg l ⁻¹)	336,24	257,40	231,12	191,70
Coliformes Totais (NMP/100 mL)	350.000	2.100	1.600.000	540.000
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	240.000	2.100	240.000	540.000