

MONITORAMENTO DE SITEMA PARA TRATAMENTO E APROVEITAMENTO AGRÍCOLA DE ESGOTO DOMÉSTICO EM COMUNIDADES RURAIS

F. N. MOURA¹, A. DE F. M. OLIVEIRA², R. O. BATISTA³, M. F. NETO⁴, A. K. DA COSTA⁵

RESUMO: A inadequação do saneamento básico é a principal causa de doenças e de poluição ambiental no mundo. O presente trabalho objetivou analisar o desempenho de um sistema para tratamento de esgoto doméstico para uso agrícola do efluente no ambiente rural. Os ensaios foram realizados em área experimental da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) em Mossoró-RN. A mini-estação é composta por tanque séptico, filtro inorgânico e reator solar. Análises físico-química e microbiológica foram realizadas nos efluentes coletados em distintos pontos do sistema. Com os resultados obtidos concluiu-se que a mini-estação proporcionou remoção significativa de turbidez, coliformes fecais, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, sólidos suspensos, fósforo, óleos e graxas e nitrato. Com um tempo de exposição de 12 horas foi alcançada remoção média de 99,97% na população de coliformes fecais, quando se comparou amostras de efluente com e sem tratamento. A qualidade do efluente permite o uso agrícola mediante aplicação via sistema de irrigação por gotejamento.

PALAVRAS-CHAVE: sustentabilidade, água residuária, meio ambiente.

PERFORMANCE OF SYSTEM FOR TREATMENT AND AGRICULTURAL UTILIZATION OF DOMESTIC SEWAGE IN RURAL ENVIRONMENTS

SITEMA MONITORING FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT AND TREATMENT OF DOMESTIC SEWAGE IN RURAL COMMUNITIES

SUMMARY: Inadequate sanitation is a major cause of diseases and environmental pollution in the world. This study aimed to analyze the performance of domestic sewage treatment system for agricultural in rural environment. The tests were carried out in the field of University Federal Rural Semi-Árido (UFERSA) in Mossoró-RN. The system consists of septic tank, filter inorganic and solar reactor. Physio-chemical and microbiological analysis were performed in the effluents collected at different system points. The results showed that the treatment provided significant removal of chemical and physical characteristics (turbidity, total coliform, fecal coliform, BOD, COD, suspended solids, phosphorus, oil and grease and nitrate). The removals of BOD and COD values reached up to 88.33 and 81.40%. With an exposure time of 12 hours was

¹ Eng. Agrícola e Ambiental. Depto de Ciências Ambientais e Tecnológicas - UFERSA/Mossoró-RN. E-mail: fernandanegreiros17@hotmail.com

² Graduanda em Agronomia. Depto de Ciências Vegetais - UFERSA/Mossoró- RN

³ Eng. Agrícola. Prof. Doutor., Depto de Ciências Ambientais e Tecnológicas - UFERSA/Mossoró- RN

⁴ Eng. Agrônomo. Prof. Doutor., Depto de Ciências Ambientais e Tecnológicas – UFERSA/Mossoró-RN

⁵ Química.- UERN/Mossoró-RN

achieved by removal of 99.9999 and 99.99% of the population total and fecal coliforms. To enable the safe use of treated effluent is necessary to increase the efficiency of removal of suspended solids and time of exposure to sunlight to obtain a population level always less than 5×10^3 organisms per 100 mL^{-1} when fertigation of crops.

KEYWORDS: sustainability, wastewater, environment.

INTRODUÇÃO

O crescimento do acesso aos serviços de saneamento ambiental no Brasil na década de 1991 a 2000 foi desanimador. Segundo dados do IBGE (2008), a cobertura dos serviços de abastecimento de água da população urbana cresceu de 87,8% para 89,8%. O acesso da população rural, embora tenha crescido, não atinge 20%. Em relação aos serviços de esgotamento sanitário, seja por rede geral ou fossa séptica, a cobertura pela população urbana passou de 64,4 a 72,0% e da população rural de 9,5 a 12,9%.

Constata-se, claramente, que o saneamento rural está em segundo plano, com total prioridade ao saneamento ambiental urbano. É óbvio que os investimentos devem se concentrar nas áreas urbanas, porém o saneamento nas áreas rurais não deve ser esquecido. Segundo o Relatório de Desenvolvimento Humano de 2006, elaborado pelas Nações Unidas, o Brasil cumprirá com tranquilidade a meta da água, mas com grande dificuldade a de esgoto. O Brasil elevou sua taxa de cobertura à água potável de 83% no ano de 1990 para 90% no ano de 2004, muito próxima da meta de 91,5% estabelecida para 2015. Já no esgotamento sanitário, apesar de também ter elevado a taxa de cobertura de 71% no ano de 1990 para 75% no ano 2004, encontrando-se ainda longe da meta de 85,5% estabelecida para 2015 (HDR, 2006).

Segundo Chernicharo et al. (2006), as principais tecnologias de tratamento de esgotos domésticos nas companhias de saneamento são as seguintes: Tratamento preliminar: tem por finalidade remover as partículas sólidas grosseiras em suspensão. Grades, caixas de areia para a remoção de sólidos sedimentáveis e caixas de separação de materiais insolúveis como óleos e graxas pertencem a essa classe; Tratamento primário: objetiva a redução de sólidos em suspensão. Sedimentadores, tanques sépticos, flotores e filtros pertencem a essa classe; Tratamento secundário: tem por finalidade a redução de sólidos dissolvidos e sólidos suspensos muito pequenos. lagoas aeradas, biodigestores, reatores e lagoas anaeróbias pertencem a esta classe; e

Tratamento terciário: objetiva a redução do nível populacional de bactérias patogênicas, bem como a remoção final da matéria orgânica, nitrogênio e fósforo. Os filtros biológicos, lagoas de maturação e lagoas de aguapés pertencem a essa classe. A utilização em série de tanque séptico e filtro anaeróbio favorece a utilização de reatores solares em etapas subsequentes, devido principalmente à elevada remoção de sólidos, que potencializa, assim, a inativação dos organismos patogênicos pela radiação ultravioleta. Sanches-Roman et al. (2007) analisaram o efeito da radiação solar na sobrevivência de *Escherichia coli* para o Município de Viçosa, MG. Constataram que a turbidez e o oxigênio dissolvido foram às características que mais interferiram no processo de desinfecção.

Neste sentido, o presente trabalho objetivou analisar o desempenho de um sistema para tratamento de esgoto doméstico visando o aproveitamento do efluente no ambiente rural.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em uma residência com oito pessoas situada na Universidade Federal Rural do Semi - Árido (UFERSA), em Mossoró-RN, Brasil, sob coordenadas geográficas 5°12'27" de latitude sul e 37°19'21" de longitude oeste. Para tal, foi montada uma mini-estação para tratamento e aproveitamento de esgoto doméstico com os seguintes componentes: caixas de passagem e tubulação de transporte de esgoto, tanque séptico com duas câmaras, filtro anaeróbio, reator solar e sumidouro.

O volume médio de esgoto tratado na residência foi de 384 L. No período de 6 a 27 de outubro de 2010 foram efetuadas quatro amostragens dos efluentes em dois pontos do sistema (P1 - efluente coletado na entrada do sistema; e P2 - efluente coletado na saída do sistema). Para tal, foram coletadas amostras simples dos efluentes, nos horários de 8:00, 11:00 e 14:00 horas, para a formação de amostras compostas. Neste processo, as amostras foram acondicionadas em caixa isotérmica com gelo, à temperatura de 4°C, para preservação. As amostras compostas foram encaminhadas para laboratórios específicos visando a realização das seguintes análises físico-químicas: turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), demanda química de oxigênio (DQO), sólidos suspensos, fósforo, óleos e graxas e nitrato. Para análise microbiológica foram coletadas amostras simples às 14:00 horas, para identificação e quantificação de coliformes termotolerantes.

Deve-se ressaltar que para avaliar estas características foi necessário o preparo do reator solar, um dia antes da amostragem, ou seja, às 14:00 horas do dia anterior armazenou-se uma lâmina de efluente no reator de 0,10 m (em função da escassez de água neste período do ano), para exposição à radiação solar local. Dados de radiação foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o período experimental com o intuito de explicar as variações ocorridas no nível populacional dos coliformes totais e termotolerantes.

O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância utilizando-se o teste F com significância de até 5%. As médias foram comparadas empregando-se o teste de Tukey com significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a passagem do esgoto doméstico na mini-estação ocorreram remoções médias de 87,44; 99,97; 76,67; 73,10; 80,74; 81,32; 89,54; e 51,42 % na turbidez, coliformes fecais, DQO, DBO₅, sólidos suspensos, fósforo, óleos e graxas e nitrato (Tabela 1). No período experimental Neste período a radiação solar em Mossoró-RN variou de 24,45 a 29,93 MJ m⁻² d⁻¹, reduzindo a população de coliformes fecais para 1,72x10³ NMP 100 mL⁻¹. Este resultado atende ao limite de 5,0 x 10³ NMP 100 mL⁻¹ estabelecido pela Portaria 154 do Estado do Ceará para utilização de esgoto doméstico tratado em cultivos agrícola que não sejam consumidos crus. As características DQO, sólidos suspensos e óleos e graxas atendem aos padrões para lançamento em corpos hídricos. Na Tabela 1 constatou-se que as características turbidez, coliformes fecais, DQO, DBO₅, sólidos suspensos, fósforo, óleos e graxas e nitrato diferem estatisticamente entre si à 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, evidenciando a eficácia da mini-estação na redução dos agentes poluentes presentes no esgoto doméstico, minimizando os impactos ambientais e potencializando o reuso sustentável da água na produção agrícola.

Tabela 1. Valores médios e o resumo dos testes estatísticos das características físicas e químicas do esgoto doméstico na entra e saída da mini-estação

Característica	F	Amostragem	
		P1 (Entrada do sistema)	P2 (Saída do sistema)
Turbidez (UNT)	11,32*	454,53a	57,07b
Coliformes termotolerantes (Número Mais Provável 100 mL ⁻¹)	24,88 *	6,19 x10 ⁶ a	1,72 x10 ³ b
DQO (mg L ⁻¹)	162,92*	459,31a	107,13b
DBO ₅ (mg L ⁻¹)	13,51*	248,69a	66,91b
Sólidos suspensos (mg L ⁻¹)	22,90*	235,75a	45,40b
Fósforo (mg L ⁻¹)	7,50*	15,96a	2,98b
Óleos e graxas (mg L ⁻¹)	30,46*	65,06a	6,80b
Nitrato (mg L ⁻¹)	15,60*	6,67a	3,24b

* F significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si, a 5 e 10% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Ponto 1 – efluente sem tratamento; e Ponto 2 – efluente tratado.

Na Figura 1 está apresentada a qualidade do tratamento proporcionado pela mini-estação. Observou-se visualmente, nessa figura, boas remoções de sólidos e de turbidez com tratamento proporcionado no tanque séptico e filtro anaeróbio de fluxo ascendente.



Figura 1. Indicador visual da qualidade do tratamento obtido na mini-estação. Esgoto coletado na entrada do sistema (a) e esgoto coletado na saída do sistema (b).

CONCLUSÕES

A mini-estação proporcionou remoção significativa de turbidez, coliformes fecais, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, sólidos suspensos,

fósforo, óleos e graxas e nitrato. Com um tempo de exposição de 12 horas foi alcançada remoção média de 99,97% na população de coliformes fecais, quando se comparou amostras de efluente com e sem tratamento. A qualidade do efluente permite o uso agrícola mediante aplicação via sistema de irrigação por gotejamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHERNICHARO, C. A. L.; FLORENCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; PIVELI, R. P.; VON SPERLING, M; MONTEGGIA, L. O. Tratamento de esgotos e produção de efluentes adequados a diversas modalidades de reúso da água. In: FLORENCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M. (Coord.). **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABEAS, 2006, cap. 3, p. 63 - 110. (Projeto PROSAB).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro-RJ: MPOG, 2008. 472p. (Estudos e Pesquisas, Informação Geográfica n. 5).

HUMAN DEVELOPMENT REPORT 2006 - HDR. **Power, poverty and the global water crisis**. United Nations Development Programme, New York, 2006. 440p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Transversal**: saneamento básico integrado às comunidades rurais e populações tradicionais: guia do profissional em treinamento. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: Ministério das Cidades, 2009. 88 p.

SANCHES-ROMAN, R.; SOARES, A. A.; MATOS, A.T; SEDIYAMA, G. C.; SOUZA, O.; MOUNTEER, H. A. Domestic wastewater disinfection using solar radiation for agricultural reuse. **Transactions of the ASABE**, St. Joseph, v. 50, n. 1, p. 65-71, 2007.