

SISTEMA DE TRATAMENTO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA CINZA EM ÁREAS RURAIS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

A. P. FEITOSA¹; R. O. BATISTA²; A. F. M. OLIVEIRA³; F. N. MOURA⁴; A. K. COSTA⁵

RESUMO: Este trabalho objetivou avaliar o desempenho de uma mini-estação para tratamento de água cinza, visando o aproveitamento do efluente no ambiente rural. Os ensaios foram realizados em área experimental da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) em Mossoró-RN. A mini-estação é composta por caixa de gordura, tanque anaeróbio, filtro anaeróbio, mini-sistema alagado construído e reator solar. Análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas nos efluentes coletados em distintos pontos do sistema. Com os resultados obtidos conclui-se que ocorreram remoções significativas de turbidez, coliformes termotolerantes, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, sólidos totais, sólidos suspensos, fósforo e óleos e graxas. O valor médio de radiação solar de 29,33 MJ m⁻² d⁻¹ associado a um tempo de exposição de 12 horas e altura de lâmina de efluente de 0,10 m no reator proporcionou remoções de até 99,9 e 99,3% na população de coliformes totais e de coliformes termotolerantes. Para utilização agrícola recomenda-se que o efluente tratado seja aplicado de forma subsuperficial com sistema de irrigação por gotejamento, minimizando os riscos ambientais.

PALAVRA CHAVE: Água residuária, desempenho, sustentabilidade.

SYSTEM FOR TREATMENT AND UTILIZATION OF GREY WATER IN RURAL ÁREA OF BRAZILIAN SEMIARID

SUMMARY: This study aimed to evaluate the performance of a greywater treatment system for use of effluent in rural environment. The tests were carried out on University Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) in Mossoró-RN. The system is comprised of grease trap, anaerobic tank,

¹ Mestrando em Eng. Sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN.

² Prof. Adjunto, Dpto de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN. E-mail: rafaelbatista@ufersa.edu.br

³ Graduanda em Agronomia, Dpto de Ciências Vegetais, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN

⁴ Graduada em Eng. Agrícola e Ambiental, Dpto de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN

⁵ Técnica de laboratório, Dpto de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN

anaerobic filter, wetland and solar reactor. The physio-chemical and microbiological characteristics of effluent were obtained on different points of the system. The results showed that significant removals of turbidity, fecal coliform, biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, total solids, suspended solids, phosphorus and oil and grease were obtained in system. The average solar radiation of $29.33 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ associated with an exposure time of 12 hours and effluent depth of 0.10 m in reactor provided removals of up to 99.9 and 99.3 % on population of total and fecal coliforms. For agricultural use is recommended that the treated effluent is applied with subsurface drip irrigation system, minimizing environmental risks.

KEYWORDS: wastewater, performance, sustainability.

INTRODUÇÃO

A água é considerada uma substância de extrema importância para os ecossistemas e para a humanidade. Entretanto, é um dos recursos naturais mais afetados pela crescente degradação ambiental, causada principalmente pelo crescimento populacional (VON SPERLING, 2005).

Grande quantidade de efluentes são lançados diariamente nos corpos hídricos receptores, causando problemas de poluição e aumento de casos de doenças veiculadas por água, degradação do meio ambiente e, conseqüentemente, escassez dos mananciais de água adequados para o consumo humano (VON SPERLING, 2005).

As águas cinzas são as águas que não possuem contribuição de efluentes de vasos sanitários, mas sim aquela proveniente do uso de lavatórios, chuveiros, banheiras, pias de cozinha, máquina de lavar roupa e tanque (OTTOSON; STENSTRÖM, 2003).

As principais características a serem consideradas quando da definição do tipo de tratamento de água cinza para aproveitamento são a grande variação de vazão em períodos curtos de tempo e a elevada biodegradabilidade. Existe uma grande variedade de processos desenvolvidos para o tratamento de água cinza, variando desde sistemas simples em residências até séries de tratamentos avançados para aproveitamento em larga escala (JEFFERSON *et al.*, 1999).

A utilização de filtros e de reatores solares em série se destaca para o tratamento de águas cinza. Os filtros utilizados no tratamento de águas residuárias, na maioria das vezes, são constituídos de areia grossa, brita e cascalho, tendo a finalidade de reduzir a carga orgânica do efluente; enquanto, os reatores solares são estruturas construídas em alvenaria ou de fibra de

vidro que possibilitam a inativação de microrganismos patogênicos pela exposição direta à radiação solar (RAMON *et al.*, 2007).

Segundo Ramon *et al.* (2007), nos estados do Piauí e Maranhão, durante o ano todo, é preciso dois dias de exposição solar, independentemente da profundidade (até 0,20 m) da água residuária a ser tratada. Nas Regiões Sudeste e Centro Oeste, durante o inverno, são necessários menos de 2,5 dias; enquanto, no resto do ano serão necessários dois dias de exposição solar.

O aproveitamento de água cinza pode resultar em economia de água potável, economia de energia elétrica e menor produção de esgoto sanitário na escala das edificações. Em uma escala maior, resulta em preservação dos mananciais de água, por diminuir a quantidade de água captada e por reduzir o lançamento de esgoto sanitário pelas áreas urbanas, além de reduzir o consumo de energia elétrica (ERIKSSON *et al.*, 2002).

Diante do exposto o presente trabalho objetivou avaliar o desempenho de uma mini-estação para tratamento de água cinza, visando o reaproveitamento do efluente no ambiente rural.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios experimentais do presente trabalho foram realizados em uma residência situada no Centro de Multiplicação de Animais Silvestres (CEMAS) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) em Mossoró-RN, sob as coordenadas geográficas 5°12'46''S 37°18'36''O Datum WGS – 84.

No período de junho a setembro de 2010 foram implantados e ajustados os seguintes componentes da mini-estação de tratamento de água cinza: caixa de gordura, tanque anaeróbio, filtro inorgânico, mini sistema alagado construído, reator solar e sumidouro.

Para caracterização físico-química dos efluentes, amostras compostas foram obtidas de amostras simples coletadas em três horários do dia (às 8:00, 11:00; e 14:00 horas) nos pontos (P1 efluente coletado na entrada do sistema e P2 efluente coletado na saída do sistema).

No processo de amostragem as amostras foram preservadas em caixas isotérmicas com gelo à temperatura de 4°C até a entrada das mesmas nos laboratórios.

Parte das amostras foi encaminhada para o Laboratório de Diagnóstico Físico-Químico da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN). As análises físico-químicas compreenderam: pH, condutividade elétrica (CE), turbidez (TB) UNT, coliformes totais (CT), coliformes termotolerantes (CF), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica

de Oxigênio (DBO), sólidos totais (ST), sólidos suspensos (SS), nitrogênio total (Ntotal), fósforo total (Ptotal), óleos e graxas (OG) e nitrato (NO₃⁻). O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições no tempo.

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 até 10%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a passagem do efluente pela mini-estação constataram-se remoções médias de 86, 94,5, 99,3, 66,5, 78,5, 40, 84, 64,5, 85,5% na turbidez, coliformes totais, coliformes termotolerantes, DQO, DBO₅, sólidos totais, sólidos suspensos, fósforo total e óleos e graxas (Quadro 1). Durante o período experimental o valor da radiação solar na cidade de Mossoró-RN variou 24,45 a 29,93 MJ m⁻² d⁻¹, reduzindo a população de coliformes fecais para 1,1x10³ 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 água cinza em cultivos agrícola que não sejam consumidos crus.

A característica óleos e graxas atendem aos padrões para lançamento em corpos hídricos de acordo com o estabelecido no CONAMA 357 (BRASIL, 2005). No Quadro 1 constatou-se que as características turbidez, coliformes termotolerantes, coliformes totais, DQO, DBO₅, sólidos totais, sólidos suspensos, fósforo total e óleos e graxas 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.

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

Parâmetro	F	Valor de Entrada	Remoção Total (%)	Valor de Saída
pH	-	6,5 ± 1,7	-	7,2±0,9
CE (dsm ⁻¹)	-	1,9 ± 0,4	-	1,70±0,1
TB(UNT)	12,58**	879,5 ± 339,5a	86±5	99,4±30,6b
CT(NMP 100 L ⁻¹)	3,90 **	3,1 x 10 ⁵ ± 6,2x10 ⁴ a	99,5±4,5	1,34 x 10 ⁴ ±8,6x10 ³ b

CF(NMP 100 mL⁻¹)	65,49 **	$8,2 \times 10^3 \pm 2,3 \times 10^2$ a	99,3 \pm 0,6	$3,53 \times 10^2 \pm 2,9 \times 10^2$ b
DQO(mg L⁻¹)	68,43**	710,5 \pm 85,5a	66,5 \pm 16,5	210,5 \pm 87b
DBO(mg L⁻¹)	81,48**	386,6 \pm 40,9a	78,5 \pm 14,5	84,28 \pm 59,3b
ST(mg L⁻¹)	9,23**	1331 \pm 241a	40 \pm 11	810,75 \pm 60,7b
SS(mg L⁻¹)	27,11**	322 \pm 102a	84 \pm 4	52,75 \pm 9,7b
P_{total}(mg L⁻¹)	36,98**	20,35 \pm 4,26a	64,5 \pm 18,5	5,79 \pm 2,7b
N_{total}(mg L⁻¹)	-	57,7 \pm 19,6	47 \pm 41,4	29,51 \pm 25,2
OG(mg L⁻¹)	100,42**	54,70 \pm 9,1a	85,5 \pm 5,5	6,98 \pm 2,3b
NO₃⁻(mg L⁻¹)	-	9,1 \pm 3,9	43 \pm 26	3,69 \pm 2

Nota: pH - potencial hidrogeniônico; CE - condutividade elétrica; TB - turbidez; CT - coliformes totais; CF - coliformes fecais; DQO - demanda química de oxigênio; DBO - demanda bioquímica de oxigênio; ST - sólidos totais; SS - sólidos suspensos; P_{total} - fósforo total; N_{total} - nitrogênio total; OG - óleos e graxas; e NO₃⁻ - nitrato.

CONCLUSÃO

A mini-estação proporcionou remoção significativa de turbidez, coliformes termotolerantes, DQO, DBO₅, sólidos totais, sólidos suspensos, fósforo e óleos e graxas. Com um tempo de exposição de 12 horas foi alcançada remoção medi de 99,3% na população de coliformes termotolerantes. A qualidade do efluente permite a fertirrigação de cultivos agrícolas com o uso de sistema de irrigação por gotejamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ERIKSSON, E.; AUFFARH, K.; HENZE, M.; LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. **Urban Water**, v.4, p.85-104. 2002.
- JEFFERSON, B.; LAINE, A.; PARSONS, S.; STEPHENSON, T.; JUDD, S. Technologies for domestic wastewater recycling. **Urban Water**, v.1, p. 285-292. 1999.

OTTOSON,J.; STENSTROM, T.A. Faecal contamination of greywater and associated microbial risks. **Water research**, v. 37, p.645-655. 2003.

SANCHES-RAMON, 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.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 1)