

USO DE SISTEMA ALAGADO CONSTRUÍDO E REATOR SOLAR NO TRATAMENTO DE ESGOTO PRIMÁRIO DE ASSENTAMENTO RURAL NO SEMIÁRIDO

G. P. B. REINALDO¹, J. M. BERNARDINO¹ K. K. C. DANTAS¹, D. C. B. de SOUZA¹,
R. O. BATISTA², P. C. M. da SILVA², L. C. de A. L. FILHO²

RESUMO: O saneamento básico é fundamental para a saúde das populações, envolvendo desde o abastecimento de água à coleta e tratamento dos esgotos, praticamente inexistente em assentamentos rurais. Este trabalho objetivou analisar o desempenho de sistema alagado construído (SAC) e reator solar no tratamento de esgoto primário do Projeto de Assentamento Milagres em Apodi-RN. O monitoramento do SAC e reator solar foi realizado por meio de análises físicas químicas e microbiológicas dos efluentes. Os resultados indicaram que houve remoção significativa de turbidez, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, sólidos suspensos, fósforo nitrogênio total e óleos e graxas; com uma lâmina de 0,10 m de efluente no reator e tempo de exposição solar 12 horas em Apodi-RN foi alcançada remoção de até 99,9% dos coliformes termotolerantes, no mês de dezembro de 2010; e o efluente tratado apresenta um padrão microbiológico que atende as diretrizes estaduais para fertirrigação de cultivos agrícolas não consumidos crus.

PALAVRAS CHAVE: sustentabilidade, saneamento rural, resíduo líquido.

USE OF WETLAND AND SOLAR REACTOR ON TREATMENT OF PRIMARY SEWAGE IN SEMIARID RURAL AREA

SUMMARY: Sanitation is critical to the health of populations, ranging from water supply to sewage collection and treatment, almost nonexistent in rural areas. This study aimed to analyze the performance of wetland (SAC) and solar reactor on treatment of primary sewage in rural area of Apodi-RN. The monitoring of SAC and solar reactor was carried out by means of physical chemical and microbiological analysis of effluents. The results indicated that significant removal of turbidity, biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, suspended solids, total nitrogen and phosphorus oils and greases were obtained; with a depth of 0.10 m in the reactor effluent and solar exposition time of 12 hours in Apodi-RN possible to achieve removal of fecal

¹ Graduada em Eng. Agrícola e Ambiental, Dpto de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN. E-mail: gliciapinto@gmail.com

² Prof. Adjunto, Dpto de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN.

coliform up to 99.9% on month of December 2010; and the treated effluent has a microbiological standard that meets the state guidelines for fertigation of crops not eaten raw.

KEYWORDS: sustentabilidade, saneamento rural, resíduo líquido.

INTRODUÇÃO

A preocupação com saneamento teve início com as construções romanas antes de Cristo e avançou nos tempos modernos, retorna-se aos primórdios da humanidade para que se possa vencer essa fronteira para o desenvolvimento, pois, o sistema de saneamento básico é essência a manutenção da vida no planeta. Uma das grandes preocupações do saneamento são as causas que o lançamento inadequado do esgoto doméstico sem tratamento no solo e nos corpos hídricos que provoca diversas doenças além de degradar o meio ambiente, apesar de todos os problemas que ele causa ainda não tem 100% de saneamento no Brasil.

Segundo os dados do relatório do Ministério das Cidades (2008) mostra os valores em relação às macroregiões brasileiras o Norte apresenta a menor taxa de acesso a esgotamento sanitários apenas 11,6% da sua população, seguido pelo Nordeste com 27%, Sul com 34%, Centro-Oeste com 34,5%, e Sudeste com 75,1%. O abastecimento de água tratada apresenta dados melhores com o Norte com 42,5%, Nordeste 60,6%, Centro-Oeste 77,0%, Sul com 90,0% e o Sudeste com 92,0% (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2008).

Inspirados nos sistemas alagados naturais que são áreas inundadas ou saturadas por água superficial ou subterrânea vinda do lençol freático quando se aproxima da superfície, onde a vegetação existente se adapta a esta condição (MARQUES, 1999), desenvolveu-se uma nova técnica para o tratamento da água residuária proveniente do esgoto doméstico, os sistemas alagados construídos (SAC), que são ecossistemas artificiais com diferentes tecnologias, utilizando os princípios básicos de modificação da qualidade da água dos sistemas alagados naturais, (SALATI, 2011). Um importante fator para o bom funcionamento do SAC é a escolha da espécie vegetal utilizada, Segundo Marques (1999).

A literatura mostra que os microorganismos patogênicos geralmente presentes nas águas superficiais e residuárias são vulneráveis ao calor e à radiação ultra-violeta (UV). Os mecanismos de ação da radiação ultra-violeta (UV) sobre os microorganismos são diferentes daqueles dos agentes desinfetantes químicos. O mecanismo predominante é, supostamente, o da alteração do DNA das células, tornando o organismo incapaz de reproduzir-se. Desta forma, o

organismo é inativado com relação a sua capacidade de proliferação e transmissão da doença (KEHOE et al., 2001).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo analisar o desempenho de sistema alagado construído e reator solar no tratamento de esgoto primário do Assentamento Milagres em Apodi-RN.

MATERIAIS E METÓDOS

O trabalho foi realizado no Projeto Assentamento Milagres localizado em Apodi-RN sob as coordenadas geográficas nas coordenadas geográficas 5°35'22" de latitude sul e 37°54'09" de longitude oeste.

Atualmente, o assentamento possui 28 residências interligadas a um sistema de coleta, tratamento e reuso de água. O sistema utilizado consta de uma mini-estação para tratamento e aproveitamento de esgoto doméstico que se subdivide em: decanto-digestor com filtros biológicos, sistema alagado construído e reator solar.

O sistema alagado construído foi aperfeiçoado, alterando a profundidade de 0,50 m para 0,70 m, com o intuito de melhorar o enraizamento do capim elefante e evitar a entrada de água através do escoamento superficial em período chuvoso, além disso foi adicionada uma camada a mais brita ao meio filtrante.

A caracterização físico-química dos efluentes foi obtida de amostras de quatro pontos distintos, coletadas no período de 1 a 22 de dezembro de 2010. Os pontos 1 (montante do decanto-digestor), 2 (jusante dos filtros biológicos), 3 (jusante do SAC) e 4 (no reator solar) foram definidos para amostragem dos efluentes.

Após a coleta as amostras foram preservadas em caixas isotérmicas com gelo à temperatura de 4°C até a serem encaminhadas para o Laboratório de Diagnóstico Físico-Químico da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN) onde foram realizadas as análises de: pH, condutividade elétrica (CE) dsm^{-1} , turbidez (TB) UNT, coliformes totais (CT) NMP 100 mL^{-1} , coliformes termotolerantes (CF) NMP 100 mL^{-1} , Demanda Química de Oxigênio (DQO) mgL^{-1} , Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) mgL^{-1} , sólidos totais (ST) mgL^{-1} , sólidos suspensos (SS) mgL^{-1} , nitrogênio total (N_{total}) mgL^{-1} , fósforo total (P_{total}) mgL^{-1} , óleos e graxas (OG) mgL^{-1} e nitrato (NO_3^-) mgL^{-1} .

Para caracterização microbiológica do efluente foi necessária a preparação do reator solar um dia antes da coleta das amostras, realizada nos pontos 1 e 4 do sistema as 14:00 horas. Esta

preparação consistiu no armazenamento e exposição solar de uma lâmina do efluente de aproximadamente 0,10 m. Coletas, as amostras foram mantidas em frascos esterilizados à 200°C, conservadas em caixas isotérmicas com gelo e posteriormente encaminhadas para o Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal, localizado na Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) para identificação e quantificação dos níveis populacionais de coliformes totais (CT) e coliformes termotolerantes (CF).

O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições no tempo. Como as variáveis são qualitativas, optou-se pela seguinte procedimento de análise estatística: a) os dados foram, inicialmente, submetidos a análise de variância, utilizando-se o teste F com significância de até 5%; e b) as médias foram comparadas empregando-se o teste de Tukey com significância de até 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o aperfeiçoamento do sistema alagado construído e desenvolvimento do capim elefante, os resultados das análises físicas, químicas e microbiológicas dos efluentes coletados na mini-estação de tratamento de esgoto doméstico apresentarão uma maior eficiência.

Foram constatadas remoções médias 92,5; 78; 74; 69; 92,5; 62; 54,5; 99,35% da turbidez, Demanda Química de Oxigênio, Demanda Bioquímica de Oxigênio, sólidos totais, sólidos suspensos, fósforo total, nitrato total, óleos e graxas. As características de Demanda Química de Oxigênio, Demanda Bioquímica de Oxigênio e sólidos suspenso atendem a Portaria n° 154 do Estado do Ceará (CEARÁ, 2002). Já a remoção de óleos e graxas atende a Resolução CONAMA n.º 430 (BRASIL, 2011) também para lançamento de efluentes tratados em corpo hídrico receptor.

As remoções médias de coliformes totais e termotolerantes foram 99,89 e 98,95%, respectivamente, com radiação solar média de $24,06 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. De acordo com os limites estabelecidos Portaria n.º 154 do Estado do Ceará (CEARÁ, 2002), o efluente atende as recomendações para reuso da água em culturas não consumidas cruas, onde o nível populacional de coliforme termotolerantes deva ser inferior a $5000 \text{ NMP } 100 \text{ mL}^{-1}$ (Número Mais Provável por 100 mL).

O Quadro 1 contém os valores médios e o resumo dos testes estatísticos das características físicas, químicas e microbiológicas do esgoto doméstico nas etapas de tratamento referentes aos pontos 1, 2, 3 e 4 no mês de dezembro de 2010.

Quadro 1 - Valores médios e o resumo dos testes estatísticos das características físicas e químicas do esgoto doméstico nos pontos de amostragem 1, 2, 3 e 4 dos protótipos de tratamento de esgoto doméstico, no mês de dezembro de 2010.

Característica	F	Amostragem			
		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
TB (UNT)	60,59*	445,23a	285,54a	37,20b	34,78b
CT(NMP 100mL)	87,98*	7,7x10 ⁷ a			1,7x10 ⁴ b
CF(NMP 100 mL)	35,59*	9,4x10 ⁵ a			9,8x10 ² b
DQO (mg L ⁻¹)	184,42*	1064,71a			212,34b
DBO ₅ (mg L ⁻¹)	50,04*	523,21a			107,79b
ST (mg L ⁻¹)	121,25*	834,50a	400,50b	255,75b	242,50b
SS (mg L ⁻¹)	173,48*	267,00a	88,75b	24,25c	22,00c
P _{total} (mg L ⁻¹)	16,33*	7,58a			2,14b
N _{total} (mg L ⁻¹)	30,78*	59,07a			19,56b
OG (mg L ⁻¹)	93,69*	151,68a			1,03b

* F significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas linhas não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Ponto 1 - montante do decanto-digestor, Ponto 2 - jusante dos filtros biológicos, Ponto 3 - jusante do SAC; e Ponto 4 - reator solar.

CONCLUSÕES

Com os resultados das análises físicas, químicas e microbiológicas observou-se que houve remoção significativa de turbidez, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, sólidos suspensos, fósforo nitrogênio total e óleos e graxas com o uso conjunto de decanto-digestor com filtros biológicos, sistema alagado construído e reator solar; e o efluente tratado apresenta um padrão microbiológico que atende as diretrizes estaduais para fertirrigação de cultivos agrícolas não consumidos crus.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BRASIL (2011). **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, 2011. Disponível em:< http://antigo.semace.ce.gov.br/integracao/biblioteca/legislacao/conteudo_legislacao.asp?cd=95> Acesso em: 03 jun. 2011.

CEARÁ (2002). **PORTARIA Nº154, DE 22 DE JULHO DE 2002**. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras. Disponível

em:<http://www.semace.ce.gov.br/biblioteca/legislacao/conteudo_legislacao.asp?cd=95>. Acesso em: 25 maio. 2011.

KEHOE, S. C., JOYCE, T. M., IBRAHIM, P., GILLESPIE, J. B., SHAHAR, R. A., McGUIGAN, K. G. Effect of agitation, turbidity, aluminium foil reflectors and container volume on the inactivation efficiency of batch-process solar disinfectors. **Water Resources**, v. 35, p. 1061-1065. 2001.

MARQUES, D. M. Terras Úmidas Construídas de Fluxo Subsuperficial. In: CAMPOS, J. R. (Org.) **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**: Projeto PROSAB, Rio de Janeiro: ABES, 1999, 409-435.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Estudo Sobre as Deficiências de Acesso e a Probabilidade de Cumprimento das Metas de Desenvolvimento do Milênio nos Serviços de Saneamento Básico no Brasil**. São Paulo: PMSS, 2008. 181p.

SALATI, E. **Utilização de Sistemas de Wetlands Construídas para Tratamento de Águas**. Relatório técnico para o Programa de Pós Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental da EESC. São Carlos: EESC, 2000. 36p.