

II-133 – AVALIAÇÃO DO TRATAMENTO DE RESÍDUOS POR SISTEMA DE WETLANDS: DESCONTAMINAÇÃO DE COLIFORMES E REMOÇÃO DE DBO E DQO

Wesley Anderson Siqueira Ribeiro⁽¹⁾

Acadêmico do curso de Engenharia Agrícola, Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

José Antonio Rodrigues de Souza⁽²⁾

Doutor em Eng. Agrícola, Professor Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

Débora Astoni Moreira⁽³⁾

Doutora em Eng. Agrícola, Professora Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

João Gabriel Felismino Rezende⁽⁴⁾

Acadêmico do curso de Engenharia Agrícola, Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

Walisson Marques Oliveira⁽⁵⁾

Acadêmico do curso de Engenharia Agrícola, Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

Endereço⁽¹⁾: Rua Luiz Teófilo de Lima Q.10, L.0, S/N, Urutaí - GO - CEP: 75790-000 Brasil - Tel: (64) 992509268 - e-mail: wesleyk13anderson@hotmail.com

Endereço⁽²⁾: Rua Rui Barbosa Q.30, L.3ª, Pires do Rio – FO CEP: 75200-000 Brasil - Tel: (64) 992610763 e-mail: jose.antonio@ifgoiano.edu.br

Endereço⁽³⁾: Rua Rui Barbosa Q.30, L.3ª, Pires do Rio – FO CEP: 75200-000 Brasil - Tel: (64) 992124573 e-mail: debora.astoni@ifgoiano.edu.br

Endereço⁽⁴⁾: Rua 4 Q.02, L.20, Bela Vista, Urutaí - GO - CEP: 75790-000 Brasil - Tel: (64) 993459400 - e-mail: joaogabrielsta1209@gmail.com

Endereço⁽⁵⁾: Rua Luiz Teófilo de Lima Q.10, L.0, S/N, Urutaí - GO - CEP: 75790-000 Brasil - Tel: (64) 992380767 - e-mail: walissonmo.msn@hotmail.com

RESUMO

O déficit na área de saneamento básico é sempre justificado pela falta de recursos e de uma política clara para o setor. Isto tem contribuído para a volta de doenças que já eram dadas como controladas ou erradicadas do nosso cotidiano, bem como com a poluição das fontes de água. Uma das opções para a minimização deste, tanto do ponto econômico como socioambiental, passa pela adoção de tecnologias "in loco" de tratamento de esgoto que apresentam, dentre outros, simples gerenciamento, facilidade de construção, baixo custo e ambientalmente adequado. Foram utilizados cochos plásticos, utilizando como meio de suporte a brita #0 e sendo plantadas capim-elefante Napier (*pennisetum purpureum schum.*), capim Mombaça (*megathyrsus maximus*) e o capim-tifton 85 (*cynodon spp.*) e determinando aplicações com taxas de 100, 200 e 300 kg há⁻¹ d⁻¹ de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e tempos de detenção hidráulico 1, 2 e 4 dias. Onde objetivou-se neste trabalho determinar a espécie gramínea e o modo de aplicação que obtiver maior eficiência na remoção de DBO, DQO (demanda química de oxigênio), coliformes totais e termotolerantes. Com os resultados obtidos conseguimos determinar que o SAC3 com a gramínea tifton 85 teve maior eficiência na remoção com uma taxa de 100 kg há⁻¹ de DBO.

PALAVRAS-CHAVE: Baixo Custo, Efluente, SACs.

INTRODUÇÃO

Dentre os diversos recursos naturais disponíveis, a água tem se tornado o centro de discussões nesse início de século. Além de manter a vida no planeta, é fundamental na produção de alimentos, na agricultura, nas indústrias, na geração de energia, transporte etc.

No Brasil, um dos maiores responsáveis pela poluição das águas é o lançamento indiscriminado de esgoto sanitário, onde mais de 40% dos municípios não conta com serviços de coleta e tratamento (IBGE/PNAD, 2012). As consequências ocasionadas pela disposição inadequada destes efluentes domésticos é a alteração da qualidade da água, restringindo seu uso para fins nobres como o abastecimento humano e, contribuindo, direta

e indiretamente, para o surgimento de doenças de transmissão hídrica, as quais são responsáveis pela elevação da taxa de mortalidade infantil e graves danos à saúde pública (ABREU, 2013; IBGE/PNAD, 2012).

Segundo o IBGE/PNAD (2012), o cenário atual do saneamento no meio rural demonstra que ainda são intensas as desigualdades entre os habitantes das áreas urbanas e rurais no que concerne o acesso aos serviços de abastecimento de água. Apenas 33,2% dos domicílios nas áreas rurais estão ligados a redes de abastecimento de água, com ou sem canalização interna. No restante dos domicílios rurais (66,8%), a população capta água de chafarizes e poços, protegidos ou não, diretamente de cursos de água sem nenhum tratamento ou de outras fontes alternativas, geralmente inadequadas para consumo humano.

A situação é ainda mais crítica, quando são analisados dados de esgotamento sanitário: apenas 5,2% dos domicílios estão ligados à rede de coleta de esgotos e 28,3% utilizam a fossa séptica como solução para o tratamento dos dejetos. Os demais domicílios (66,5%) depositam os dejetos em “fossas rudimentares”, lançam em cursos d’água ou diretamente no solo a céu aberto (PNAD/2012).

Segundo FUNASA (2010), a relação de investimento em saneamento é de aproximadamente um (1) para quatro (4), ou seja, a cada R\$1,00 investido no setor temos cerca de R\$ 4,00 reais economizados com saúde, o que mostra a grande importância da disposição adequada desses esgotos para a proteção da saúde pública. Assim, diante da necessidade de promover soluções de saneamento básico para diversas situações, principalmente em pequenas localidades e áreas rurais dos municípios goianos, com custo mais baixo e ambientalmente adequado.

Uma das alternativas para minimizar os problemas decorrentes da falta de saneamento nas áreas rurais é a implantação de tratamento de efluentes no local onde são produzidos, utilizando os sistemas naturais na interação, o que não requer mão de obra especializada, apresenta baixo custo energético e é menos suscetível às variações nas de taxas aplicação de esgoto.

Objetivou-se avaliar a eficiência da remoção da DBO e DQO, da descontaminação de coliformes totais e termotolerantes e desenvolver um sistema ecológico de tratamento de esgoto doméstico em comunidades rurais ambientalmente adequado e de baixo custo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. Para o dimensionamento do sistema utilizou-se o esgoto doméstico proveniente do Campus, do qual era captado e conduzido para uma escavação no solo, sendo bombeado para reservatório de 1000 L e conduzido por gravidade as unidades experimentais.

Sendo constituídos por cochos plásticos com dimensões de 2,10 m x 0,70 m x 0,31 m, utilizando como meio suporte a brita #0 ($D_{60} = 9,1$ mm, coeficiente de uniformidade – $CU D_{60}/D_{10} = 3,1$ e volume de vazios inicial de $0,398 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) com 0,25 cm de espessura e instalado com 0,5% de declividade longitudinal e cultivadas com uma espécie gramínea forrageira, tendo em sua parte oposta à entrada um sistema de drenagem. Utilizou um escoamento subsuperficial horizontal (0,20 m de lâmina de esgoto em escoamento no meio suporte de 0,25 m de altura), que foi garantindo por meio da instalação de tubulações reguladoras do nível do líquido foram instaladas na saída dos SACs.

Para a realização dos estudos, propágulos de forrageiras capim-elefante Napier (*Pennisetum purpureum* schum.), capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*) e o capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) foram coletadas próximo ao Instituto Federal Goiano e conduzidas a área experimental, com aproximadamente, 0,30m de comprimento e 14 propágulos por m^2 . Após a adaptação das plantas, iniciou a aplicação do esgoto doméstico, com taxas de 100, 200 e 300 kg há⁻¹ d⁻¹ de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e tempos de detenção hidráulico 1, 2 e 4 dias.

O experimento foi conduzido no esquema fatorial 6x3 no delineamento inteiramente ao acaso, com 6 repetições (no tempo), foram realizadas seis amostragens dos SACS, de setembro a dezembro de 2017. O monitoramento dos SACs foi realizado por meio de amostragens do afluente e efluente.

Os ensaios experimentais foram iniciados, aplicando-se, diariamente, esgoto doméstico em diferentes cargas orgânicas aos SACs cultivadas com espécies de gramíneas, controlando-se a vazão por meio de válvulas de manobras (registro de gaveta) instaladas nas tubulações de condução do esgoto doméstico, posicionada à montante dos leitos de cada SAC.

As cargas orgânicas foram calculadas de modo a se obter taxas de aplicação superficial (TAS) de 100, 200 e 300 kg de DBO5 dia-1 e tempo de detenção hidráulico (TDH) de 1, 2 e 4 dias.

Neste trabalho será discutido Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Coliformes Totais e Termotolerantes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em relação à remoção de DBO e DQO, observou-se que a taxa de 100 kg DBO, houve maior eficiência de remoção, 93% e 99% respectivamente (gráfico 1 e 2), e possivelmente isso ocorreu devido a menor taxa orgânica proporcionar o maior tempo na unidade experimental e degradação da matéria orgânica. Para Costa (2013), quanto maior o tempo de operação de SAC, maior a eficiência de remoção de matéria orgânica, pois o fator tempo pode ativar e acelerar os processos microbianos heterotróficos. A eficiência encontrada foi superior à de vários estudos encontrados por autores: Assumpção et al. (2011) 46% para DBO, Almeida et al. (2010) 90,7% para DBO e para DQO 78,4%, Babatunde, Zhao e Zhao (2010) 90,6% de remoção para a DBO e 71,8% para DQO; Calijuri et al. (2009) obtiveram grande diferença entre esses dois parâmetros, com média de 60% para DQO e 80% para DBO5.

Conforme os valores apresentados neste estudo, os resultados obtidos atendem a resolução CONAMA n.430/2011 (Brasil, 2011) a qual preconiza uma eficiência de remoção mínima de 60% para demanda bioquímica de oxigênio, assim o uso de SACs podem ser considerados excelente para tratamento de efluente doméstico.

Já em relação a coliformes na tabela 1 estão apresentados os resultados obtidos de coliformes totais e termotolerantes bem como eficiência de remoção dos sistemas estudados. Verifica-se que o sistema alagado construído que apresentou maior remoção de coliformes totais foi o SAC3 com taxa intermediária de 100 kg DBO por dia, e consequentemente coliformes termotolerantes, esse fato pode estar relacionado ao sistema radicular do capim-tifton 85 em conjunto com o biofilme criado pelo esgoto propiciar uma maior filtragem e retenção dos microrganismos patogênicos.

Entretanto Brasil et al. (2005); Calijuri et al. (2009); Kaldlec & Wallace (2009) e Torrens et al. (2010), afirmam que para tratamento utilizando SACs de escoamento subsuperficial, a remoção de coliformes aumenta com o tempo de detenção hidráulica (TDH), isto é, menor carga hidráulica aplicada; utilização de substratos de granulometria mais fina; temperatura da água mais elevada e menor profundidade dos leitos dos SACs.

Verificou-se também que o tempo de detenção hidráulico que possibilitou maior remoção foi o SAC10 sendo de 4 dias com a forrageira capim-elefante, tendo remoção superior ao estudo em SACs cultivados com plantas ornamentais, Zurita et al.(2009), ao avaliarem a eficiência de remoção de CT em SACs cultivados com copo-de-leite e em SAC misto (cultivado com ave do paraíso, antúrio e agapanto), com TDH de 4 dias, remoções de 93,1 e 92,3%, respectivamente.

GRAFICO 1: Eficiência da Remoção de DBO

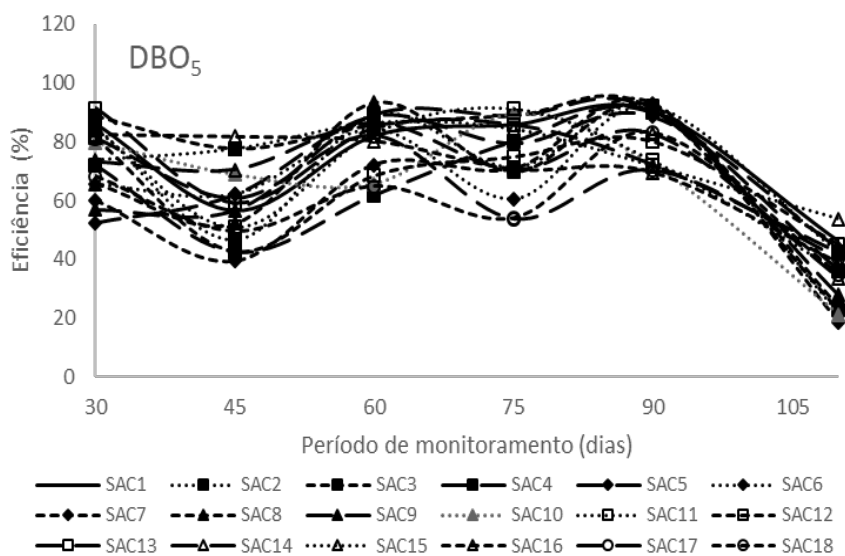


GRÁFICO 2: Eficiência na remoção de DQO

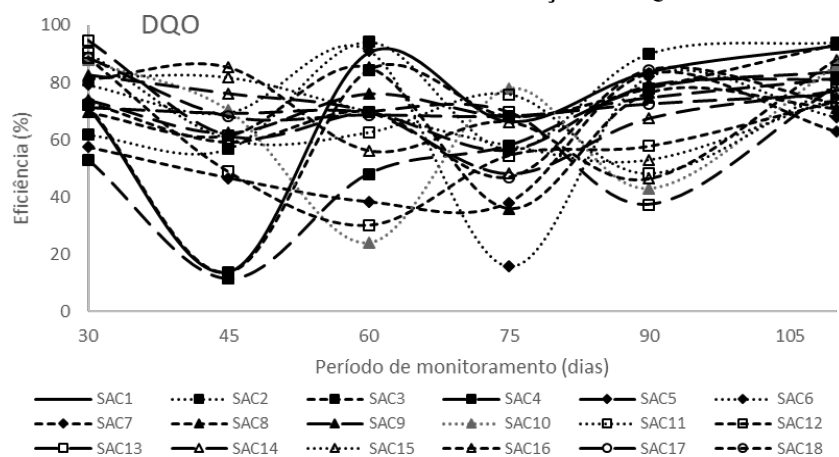


TABELA 1: Valores médios e desvio-padrão dos afluentes e efluentes dos SACs e eficiências médias (%) de remoção e desvio-padrão de coliformes totais (CT) e termotolerantes (CF), nos SACs obtidos durante a condução do experimento.

	CT		CF	
	NMP/100 mL	Rem. (%)	NMP/100 mL	Rem. (%)
afluente	1,E+06 ± 7,E+05		4,E+05 ± 3,E+05	
SAC1	6,E+04 ± 5,E+04	93 ± 7	2,E+04 ± 2,E+04	94 ± 8
SAC2	2,E+05 ± 4,E+05	83 ± 20	8,E+04 ± 1,E+05	87 ± 16
SAC3	1,E+04 ± 5,E+03	99 ± 0	1,E+03 ± 1,E+03	100 ± 0
SAC4	7,E+04 ± 5,E+04	93 ± 3	2,E+04 ± 3,E+04	95 ± 4
SAC5	5,E+04 ± 4,E+04	94 ± 7	2,E+04 ± 2,E+04	95 ± 3
SAC6	6,E+04 ± 8,E+04	94 ± 18	2,E+04 ± 3,E+04	96 ± 4
SAC7	4,E+05 ± 4,E+05	72 ± 19	1,E+05 ± 2,E+05	70 ± 25
SAC8	1,E+05 ± 7,E+04	89 ± 9	2,E+04 ± 3,E+04	95 ± 3
SAC9	6,E+04 ± 5,E+04	93 ± 7	2,E+04 ± 2,E+04	96 ± 4
SAC10	2,E+04 ± 1,E+04	98 ± 1	2,E+03 ± 3,E+03	99 ± 1
SAC11	4,E+04 ± 3,E+04	96 ± 2	1,E+04 ± 2,E+04	98 ± 2
SAC12	3,E+05 ± 4,E+04	83 ± 19	1,E+05 ± 2,E+05	85 ± 23
SAC13	1,E+05 ± 8,E+04	86 ± 15	2,E+04 ± 3,E+04	95 ± 4
SAC14	1,E+05 ± 7,E+04	84 ± 13	4,E+04 ± 2,E+04	89 ± 5
SAC15	2,E+05 ± 2,E+05	80 ± 20	8,E+04 ± 1,E+05	81 ± 18
SAC16	2,E+05 ± 2,E+05	85 ± 12	9,E+04 ± 2,E+05	85 ± 19
SAC17	1,E+05 ± 1,E+05	86 ± 7	4,E+04 ± 5,E+04	89 ± 9
SAC18	4,E+05 ± 2,E+05	56 ± 25	1,E+05 ± 1,E+05	63 ± 8

CONCLUSÕES

Assim os sistemas alagados construídos se mostram eficiente no tratamento de DBO e de DQO, com resultados de remoção superiores a outros estudos, e se mostra uma boa alternativa para o tratamento de esgoto doméstico por possuir um baixo custo e pouca manutenção pode ser utilizado em comunidades rurais além de propiciar o tratamento adequado de esgoto doméstico.

Conforme resultados obtidos se nota uma alta eficiência em remoção de microrganismos com a menor taxa e maior TDH, propiciam uma melhor eficiência de remoção, por se tratar de um sistema de boa eficiência, baixo custo e pouca manutenção, pode ser utilizado em comunidades rurais além de propiciar o tratamento adequado de esgoto doméstico, atua como fonte de nutrientes para as plantas que nele se desenvolvem que podem serem usadas como alimentação animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABATUNDE, A. O.; ZHAO, Y. Q.; ZHAO, X. H. Alum sludge-based constructed wetland system for enhanced removal of P and OM from wastewater: Concept, design and performance analysis. *Bioresource Technology*, Essex, v. 101, p. 6576-6579, 2010
2. ALMEIDA, R. A.; PITALUGA, D. P. S.; REIS, R. P.A. Tratamento de esgoto doméstico por zona de raízes precedida de tanque séptico. *Revista Biotécnicas*, v.16, n.1, 2010

3. APHA, 2012. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 22nd Ed.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC.
4. ASSUMPÇÃO, J. G.; UENO, M.; FORTES NETO, P.; ROSA, L. C. L. Desempenho do leito cultivado, de uma estação de tratamento de efluentes gerado em uma instituição de ensino, após período de inatividade. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 6, n. 3, p. 165-178, 2011. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.499>.
5. CALIJURI, M.L.; BASTOS, R.K.X.; MAGALHÃES, T.B.; CAPELETE, B.C.; DIAS, E.H.O. Tratamento de esgotos sanitários em sistemas reatores UASB/wetlands construídas de fluxo horizontal: eficiência e estabilidade de remoção de matéria orgânica, sólidos, nutrientes e coliformes. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v.14, n.3, p.421- 430, jul/set, 2009
6. IBGE PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Síntese de Indicadores. 2015/IBGE. Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 108p.
7. KADLEC, R.H.; WALLACE, S.D. Treatment Wetlands. 2nd ed. Florida: CRC Press, 2009. 1016p.
8. TORRENS, A.; FOLCH, M.; SASA, J.; LUCERO, M.; HUERTAS, E.; MOLLE, P.; BOUTIN, C.; SALGOT, M. Removal of bacterial and viral indicators in horizontal and vertical subsurface flow constructed wetlands. *Proceedings... 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON WETLANDS SYSTEMS FOR WATER POLLUTION CONTROL*. IWA, 2010. Venice, Italy. p.986-987.
9. ZURITA, F.; ANDA, J.D.; BELMONT, M.A. Treatment of domestic wastewater and production of commercial flowers in vertical and horizontal subsurface-flow constructed wetlands. *Ecological Engineering*, Amsterdam, v.35, n.5, p.861-869, september, 2009.