

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CÂMPUS URUTAÍ**  
**BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**EFICIÊNCIA NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO UTILIZANDO  
SISTEMAS DE ALAGADOS CONSTRUÍDOS PARA REMOÇÃO DE  
FÓSFORO.**

**WESLEY ANDERSON SIQUEIRA RIBEIRO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como requisito parcial para a obtenção do título de (Bacharel em Engenharia Agrícola), sob orientação do Prof. Dr. José Antonio Rodrigues de Souza

URUTAÍ - GO  
OUTUBRO DE 2019

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CÂMPUS URUTAÍ**  
**BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**EFICIÊNCIA NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO UTILIZANDO**  
**SISTEMAS DE ALAGADOS CONSTRUÍDOS PARA REMOÇÃO DE**  
**FÓSFORO.**

**WESLEY ANDERSON SIQUEIRA RIBEIRO**

**Orientador: Prof. Dr. José Antonio Rodrigues de Souza**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como requisito parcial para a obtenção do título de (Bacharel em Engenharia Agrícola), sob orientação do Prof. Dr. José Antonio Rodrigues de Souza

URUTAÍ - GO  
OUTUBRO DE 2019



**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: Wesley Anderson Siqueira Ribeiro

Matrícula: 2016101200640230

Título do Trabalho: Química no tratamento de água doméstica utilizando xerxes de alagado construído para remoção do fósforo

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 26/11/2019

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Wesley Local 26/11/2019 Data

Wesley Anderson Siqueira Ribeiro

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

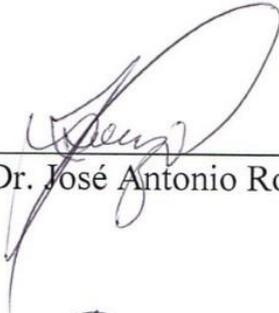
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS URUTAÍ  
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**ALUNO: Wesley Anderson Siqueira Ribeiro**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. José Antonio Rodrigues de Souza**

Aprovado pela Comissão Examinadora



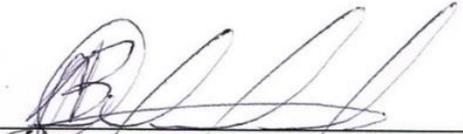
---

Prof. Dr. José Antonio Rodrigues de Souza



---

Prof.ª Dr.ª Débora Astoni Moreira



---

Me. Carlos Bispo de Oliveira

Data da Realização: 31 de outubro de 2019

# **EFICIÊNCIA NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO UTILIZANDO SISTEMAS DE ALAGADOS CONSTRUÍDOS PARA REMOÇÃO DE FÓSFORO.**

**WESLEY ANDERSON SIQUEIRA RIBEIRO**

**RESUMO:** O esgoto doméstico tem alto potencial de poluição se despejado sem tratamento, e juntamente com o nitrogênio a eutroficação é uma das consequências deste, causando uma perda significativa da qualidade da água para consumo humano. Atualmente com uma maior fiscalização sobre o lançamento de efluentes em rios e uma sociedade mais organizada e menos tolerante aos problemas associados a poluição hídrica, visou-se com este trabalho desenvolver um sistema de tratamento de esgoto doméstico de baixo custo e fácil implantação, com o enfoque em comunidades rurais, utilizando a cultura forrageira capim elefante (*Pennisetum purpureum*) nas taxas de 100, 200 e 300 kg Na . ha<sup>-1</sup>) e tempo de detenção hidráulica de 1, 2 e 4 dias como parâmetros experimentais.

**Palavras-chaves:** Poluição Hídrica; Tratamento; Baixo custo; Zona rural; Fósforo.

## **EFFICIENCY IN THE DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT USING WETLANDS SYSTEMS BUILT FOR PHOSPHORUS REMOVAL.**

**ABSTRACT:** Domestic sewage has a high pollution potential if it is dumped without treatment, and along with nitrogen eutrophication is one of its consequences, causing a significant loss of water quality for human consumption. Nowadays, with a greater inspection on the discharge of effluents into rivers and a more organized and less tolerant society to the problems associated with water pollution, this work aimed to develop a system of treatment of domestic sewage of low cost and easy implantation, with the focus on rural communities, using elephant grass forage crops at rates of 100, 200 and 300 kg Na. ha<sup>-1</sup>) and hydraulic detention time of 1, 2 and 4 days as experimental parameters.

**Keywords:** Water Pollution; Treatment; Low cost; Rural zone; Phosphor.

## INTRODUÇÃO

A água é um recurso de vital importância para vida humana e manutenção da biodiversidade. E o crescimento populacional junto com a necessidade do uso deste recurso tanto na agricultura quanto para consumo humano tem sido debate no mundo atualmente, entretanto sem políticas claras para o setor e falta de investimento, o descarte inadequado de resíduos domésticos ainda é um dos principais agentes poluidores deste recurso, diminuindo assim a qualidade da água e limitando o seu uso para fins nobres.

Em dados reportados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), no Brasil, o índice total de tratamento dos esgotos gerados é de 40,8% e o índice total de tratamento dos esgotos coletados é de 70,9%. O volume de esgotos tratado saltou de 3,624 bilhões de m<sup>3</sup> em 2013 para 3,764 bilhões de m<sup>3</sup> em 2014, correspondendo a um incremento de 3,9% (BRASIL, 2014).

Entretanto segundo IBGE/PNAD (2015) os dados de esgotamento sanitário na zona rural são preocupantes, onde a maioria dos domicílios (61,30%) depositam dejetos em “fossas rudimentares”, lançam em cursos d’água ou diretamente no solo a céu aberto, 33,25% utilizam fossa séptica e apenas 5,45% dos domicílios encontram-se ligados à rede de coleta de esgotos (FUNASA, 2017). Mostrando a diferença de saneamento básico entre a zona rural e a área urbana, revelando assim a necessidade de novas tecnologias para a área rural.

A disposição inadequada de efluentes domésticos consiste na alteração da qualidade da água, restringindo seu uso para 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 (ANA, 2017).

Com os dados apresentados acima, é possível notar que grande parte da população brasileira não tem acesso aos serviços de infraestrutura básica, o que reforça a necessidade de estudos nessa área, com o intuito de mostrar modelos e eficiência de sistemas de tratamentos unifamiliares e/ou descentralizados.

O nitrogênio e o fósforo presentes nos rios e lagos são nutrientes de grande importância à cadeia alimentar, entretanto, quando descarregados em altas concentrações em águas superficiais e associados às boas condições de luminosidade provocam o enriquecimento do meio, fenômeno este denominada eutroficação segundo SMITH & SCHINDLER (2009). Reconhecido pelo crescimento acentuado de plantas

aquáticas e bactérias, reduzindo a quantidade de oxigênio da água, tornando-a em alguns casos imprópria para consumo, e podendo até mesmo causar a morte da fauna aquática (SPERLING, 1996; Schalleberger et al., 2018).

Dentre as alternativas, têm-se os sistemas wetlands construída (SWC) ou sistema de alagados construídos (SACs) que possui baixos custos de implantação, instalação e operação, simplicidade operacional, baixa demanda energética, estabilidade no processo, baixa ou nenhuma produção de lodo e de maus odores para tratamento de esgotos sanitários e efluentes industriais (SOUSA et al., 2000; KORKUSUZ E BEKLIÖGU, 2004; BECCATO, 2004; SEZERINO, 2006; ZANELLA, 2008; BEGOSSO, 2009; LOHMANN, 2011; PELISSARI, 2013)

A utilização de esgoto sanitário, tratado ou não, pode ser fonte de nutrientes para o sistema solo-planta, possibilitando a redução na aplicação de adubos minerais (KIHILA et al., 2014). A utilização da fertirrigação com efluente do tratamento preliminar em 24 semanas de aplicação, estabelecida utilizando-se o Na como elemento químico referência, representou, para o atual ano, uma economia de US\$ 445,00 ha<sup>-1</sup>, equivalente a uma dose de 97, 100 e 280 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O e N, respectivamente, e representando uma economia de 78% do custo total com adubação química convencional (AQC), cabe ressaltar que essa economia será maior, se levar em conta que haverá gasto com mão-de-obra na aplicação de AQC (MARQUES, 2017). Em termos de conteúdo de nutrientes para plantas, o esgoto doméstico possui, em média, 45 mg L<sup>-1</sup> de nitrogênio, 7 mg L<sup>-1</sup> de fósforo, 158 mg L<sup>-1</sup> de potássio, 53 mg L<sup>-1</sup> de cálcio, 42 mg L<sup>-1</sup> de magnésio (THAPLIYAL et al., 2011; VON SPERLING, 2014). As vantagens do aproveitamento agrícola do esgoto sanitário também estão fundamentadas na certeza de sua disponibilidade durante todo o ano, principalmente em locais contempladas com rede de esgotamento sanitário, e na redução dos custos de seu tratamento (MOYO et al., 2015). A utilização de esgoto sanitário submetido a nenhum ou mínimo tratamento tem sido defendida quando se requer seu uso agrícola, tendo em vista que o tratamento proporciona a remoção de nutrientes menos solúveis e a manutenção dos mais solúveis, como o sódio (MATOS & MATOS, 2017).

Visto a importância da água, as consequências da má gestão, a falta de investimento na área de saneamento básico, e as vantagens do sistema de alagados construídos (SACs) para o tratamento de esgoto doméstico, este projeto visa mostrar a capacidade de remoção de fósforo do efluente doméstico utilizando o capim elefante

como meio de cultura para um melhor dimensionamento da taxa de aplicação do efluente.

## **METODOLOGIA**

O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, em Urutaí - GO, localizado a 17°29'6"S, 48°12'27"O e altitude de 712 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa, caracterizado como úmido tropical com inverno seco e verão chuvoso, com precipitação e temperatura médias, anuais, de 2000 mm e 28 °C (SILVA, 2015).

Para condução dos ensaios experimentais, utilizou-se o esgoto doméstico proveniente das instalações do IFGoiano, o qual era captado nas diversas dependências e conduzido para uma escavação no solo, sendo bombeado até um reservatório de 1000 L e posteriormente conduzido por gravidade as diversas unidades experimentais.

As unidades experimentais foram constituídos por cochos plásticos de alta resistência com 2,10 m de comprimento, 0,70 m de largura e 0,31 m de altura, utilizando-se como meio suporte a brita #0 (D60 = 9,1 mm, coeficiente de uniformidade – CU D60/D10 = 3,1 e volume de vazios inicial de 0,398 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>) com 0,25 cm de espessura. Sendo o fundo dos cochos plano e instalado com 0,5% de declividade longitudinal e cultivadas com uma espécie gramínea forrageira.

Para a realização dos estudos, os SACs foram saturados até uma altura de 0,20 m com esgoto doméstico, permanecendo-se, assim, por 60 dias, objetivando-se a formação de biofilme para facilitar a implantação das mudas dos propágulos da forrageira capim-elefante Napier (*Pennisetum purpureum* schum.). Os propágulos foram coletados próximo ao Instituto Federal Goiano e conduzidas a área experimental, com aproximadamente, 0,30m de comprimento e 14 propágulos por m<sup>2</sup>. 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 e tempos de detenção hidráulico de 1, 2 e 4 dias.

Após a adaptação da forrageira aplicou-se, diariamente, esgoto doméstico em diferentes cargas orgânicas aos SACs, controlando-se a vazão por meio de válvulas de manobras (registro de gaveta) instaladas nas tubulações de condução do esgoto doméstico, posicionada à montante de cada SAC. As medições para ajuste das vazões foram efetuadas pelo método direto, utilizando-se um recipiente graduado, sendo realizadas três vezes ao dia.

O experimento foi conduzido no esquema fatorial 6x1 (6 cargas orgânicas e 1 espécie de gramínea forrageira) no delineamento inteiramente ao acaso, com 6 repetições (repetições no tempo), conforme descritos a seguir na tabela 1:

Tabela 1: Denominação dos SACs.

SAC	Critério	Carga orgânica	Espécie gramínea
SAC1	TAS	100 kg de DBO <sub>5</sub> dia <sup>-1</sup>	Elefante
SAC2	TAS	200 kg de DBO <sub>5</sub> dia <sup>-1</sup>	Elefante
SAC3	TAS	300 kg de DBO <sub>5</sub> dia <sup>-1</sup>	Elefante
SAC4	TDH	4 dias	Elefante
SAC5	TDH	2 dias	Elefante
SAC6	TDH	1 dia	Elefante

De acordo com Jordão e Pessoa (2005) o pH indica as características ácidas e básicas do esgoto, sendo que normalmente seu valor varia entre 6,5 e 7,5. O valor médio de pH do afluente encontrado foi de 7,14 como mostra na tabela 2 e que se encontra dentro do valor encontrado pelo autor. Valores próximos ao encontrado neste trabalho foram reportados por Chang et al. (2012) com pH de 7,21 na caracterização de esgoto doméstico sintético usado na alimentação de SWC; e por Souza et al. (2015) com pH de 7,4 em esgoto doméstico usado na alimentação de SWC como pós-tratamento de efluente de tanque séptico, tanque de microalgas e filtro anaeróbio.

Tabela 2: Caracterização do Esgoto doméstico sem tratamento.

pH	7,14	± 0,26
CE	1,10	± 0,17
Turbidez	300,45	± 98,10
Sólidos	683,67	± 62,18
Fósforo	19,64	± 7,29
Nitrogênio	118,83	± 32,94
Potássio	232,79	± 17,47
Cálcio	63,85	± 14,13
Magnésio	18,64	± 6,15
Sódio	1268,88	± 402,94

Foram realizadas seis amostragens dos SACS, de setembro a dezembro de 2017, sendo o sistema de tratamento monitorado por 110 dias. O monitoramento dos SACs

foi realizado por meio de amostragens do afluente e efluente, sendo conduzidas ao Laboratório de Pesquisa e Análises Químicas, do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O nitrogênio e o fósforo são nutrientes essenciais para a atividade biológica, mas quando presentes em excesso causam grandes impactos aos mananciais de água, favorecendo o aumento de matéria orgânica, provenientes das algas e bactérias, consumindo o oxigênio dissolvido e provocando condições anaeróbicas ao corpo d'água (VON SPERLING, 2014). Os Resultados se mostraram significativos quanto a capacidade de reaproveitamento de fósforo da forrageira, com o melhor resultado sendo o do SAC 4 como mostra a tabela 3 com um tempo de detenção hidráulico de 4 dias, O valor médio da concentração de fósforo no afluente foi de 19,64 mg.L<sup>-1</sup> com desvio padrão de ± 7,29, Valores próximos foram reportados por Calheiros et al. (2015), com média de 19,1 mg.L<sup>-1</sup>, na caracterização de esgoto sanitário pós-fossa séptica antes da alimentação dos sistemas de wetlands construídas.

Tabela 3: Valores médios da quantidade de fósforo e capacidade de remoção do afluente de cada SAC.

SAC	Fósforo		Reutilização	
	(mg. L <sup>-1</sup> )		(%)	
1	12,8	± 5,5	37,2	± 12,2
2	12,7	± 5,7	38,2	± 21,0
3	12,5	± 5,2	37,2	± 14,1
4	7,3	± 4,3	62,1	± 24,6
5	11,2	± 4,8	42,7	± 19,5
6	12,2	± 5,7	39,0	± 12,8

Na tabela 4 nota-se que houve diferença estatística entre as taxas de aplicação sendo o SAC 4 alcançando a maior eficiência dentre os tratamentos chegando a um máximo de 83,76 % e mínimo de 28,68% de remoção com média de 62,85% como mostra na tabela 3. Valores Inferiores foram encontrados por Reinaldo (2012), utilizando o capim elefante e como meio de suporte a brita em SACs, com valores de remoção de 45,8 %.

Segundo Quege et al. (2013), nos wetlands construídos os principais mecanismos para remoção de fósforo são a sedimentação e a precipitação, uma vez que o meio suporte tem baixa capacidade de adsorção e a exportação do fósforo do sistema ocorre devido à absorção pela vegetação. O menor tempo de detenção hidráulico proporciona maior precipitação e sedimentação dentro do SAC, justificando assim o SAC 4 como o mais eficiente tendo menor tempo de detenção hidráulico (4 dias).

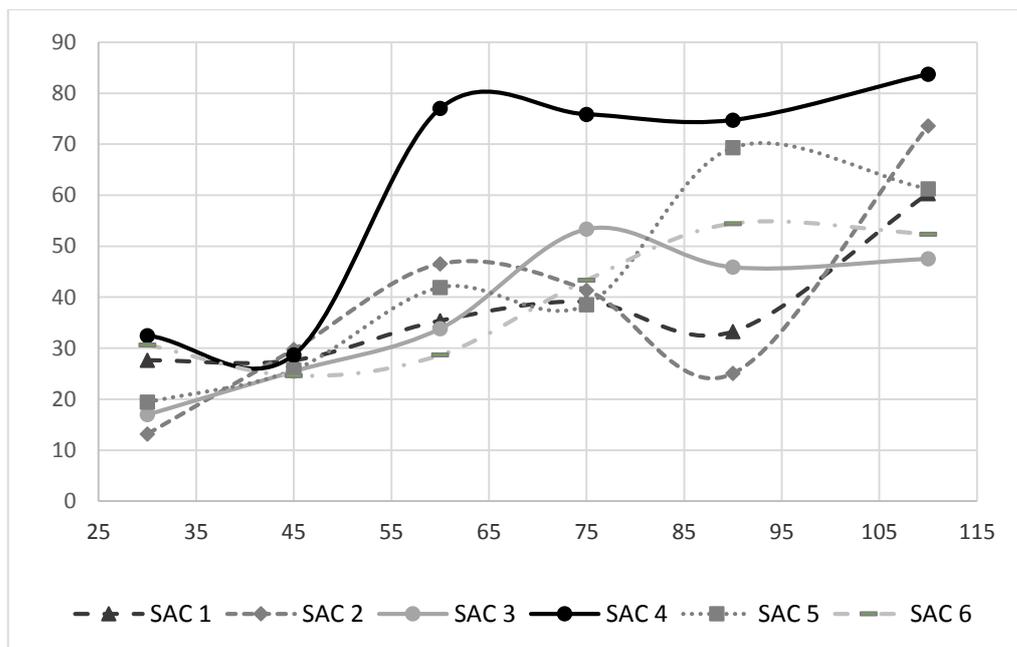
Tabela 4: Eficiência da remoção de fósforo pelos diferentes SACs em função do tempo de avaliação.

DAT\SAC	1	2	3	4	5	6
30	27,61 Ec	13,18 Ff	16,98 Fe	32,48 Ea	19,41 Fd	30,66 Db
45	27,62 Ec	29,75 Da	25,48 Ee	28,68 Fb	25,76 Ed	24,64 Ff
60	35,39 Cd	46,52 Bb	33,86 De	77,02 Ba	41,94 Cc	28,68 Ef
75	39,09 Be	41,37 Cd	53,34 Ab	75,86 Ca	38,51 Df	43,37 Cc
90	33,24 De	25,05 Ef	45,89 Cd	74,75 Da	69,35 Ab	54,45 Ac
110	60,34 Ad	73,61 Ab	47,52 Bf	83,76 Aa	61,23 Bc	52,38 Be

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Verifica-se no gráfico 1 que a eficiência intensificou ao longo do tempo, sendo os sistemas alagados com maior eficiência de remoção o SAC 4 com 83,76% apresentados (tabela 4).

Gráfico 1: Eficiência de remoção de fósforo pelos diferentes SACs em função do tempo de avaliação.



Isso pode ocorrer devido ao fato do uso de brita como meio suporte onde ocorre uma demanda maior do tempo para o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular da vegetação e o tratamento possuir o maior TDH (4 dias) estudado, possibilitando maior sedimentação o que melhora a remoção de fósforo do efluente. Assim como verificado por Abrahão (2006); U.S EPA (2000). Horn et al. (2014) conduziram um experimento no tratamento de esgoto sanitário em dois SACs tendo como substrato brita n. 4, cultivados com *Hymenachne* o qual obtiveram a remoção média Pt na fase 1 um foi de 51,6% e na fase 2 em regime intermitente as remoções de Pt foi de 50,3%; já Mendonça et al.(2012) apresentou eficiência média na remoção do fósforo de 34,3% em um SAC horizontal subsuperficial tratando o efluente de laticínios. Cardoso (2015) afirma que é essencial um sistema remova fósforo uma vez que o mesmo atua como fator limitante de eutroficação dos corpos hídricos.

## **CONCLUSÃO**

Assim verifica-se que o sistema de alagados construídos tem boa eficiência em todas as taxas e TDH aplicados variando da média mínima de 37,2 % de reuso de fósforo até a média máxima de 62,1 % do SAC 4.

O maior TDH propiciou a melhor eficiência por conta do menor fluxo de esgoto doméstico, possibilitando assim um melhor aproveitamento do nutriente pelo sistema radicular do capim.

Por se tratar de um sistema baixo custo, fácil implantação e boa eficiência, pode ser implantado em comunidades rurais, além de fornecer um tratamento mais adequado ao esgoto doméstico para diminuir o impacto do mesmo ao ser lançado em cursos d'água, ainda atua como fonte de nutrientes para as plantas e tendo como vantagem a o fluxo de efluente mesmo em épocas de baixa ou nula precipitação.

## **REFERENCIAS**

ABREU, P. S. Implantação de uma estação de tratamento de esgoto por zona de raízes na comunidade rural da seção jacaré do município de Francisco Beltrão. 2013.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Paraná. UFP 2013

Agência Nacional de Águas -ANA e Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. ATLAS ESGOTOS: Despoluição das Bacias Hidrográficas. 2017. Disponível em:<<http://atlasesgotos.ana.gov.br/>> . Acesso: 24/01/2018

BECCATO, Maria. A. B. *Elaboração Participativa de uma Proposta de Reestruturação do Sistema de Tratamento de Esgoto da Comunidade do Maruja – Parque Estadual da Ilha do Cardoso/SP*. 2004. 292 f. Tese (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004

BEGOSSO, Larissa. *Determinação de parâmetros de projeto e critérios para dimensionamento e configuração de wetlands construídas para tratamento de água cinza*. 2009. 43f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.

BRASIL. (2014) *Plano nacional de saneamento básico*. Brasília: Ministério das Cidades, 220 p. Disponível em: <[http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/planSab/Plansab\\_texto\\_editado\\_para\\_download.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/planSab/Plansab_texto_editado_para_download.pdf)> . Acesso em: 24 mar. 2019.

CALHEIROS, Cristina S. C.; BESSA, Vânia S.; MESQUITA, Raquel B. R.; BRIX, Han.; RANGEL, Antônio O. S. S.; CASTRO, Paula M. L. *Constructed wetland with a polyculture of ornamental plants for wastewater treatment at a rural tourism facility*. *Ecological Engineering*, v. 79, p. 1-7, 2015.

CHANG, Jun J.; WU, Su. Q.; DAI, Yan R.; LIANG, Wei.; WU, Zhen. B. *Treatment performance of integrated vertical-flow constructed wetland plots for domestic wastewater*. *Ecological Engineering*, v.44, p. 152-159, 2012.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. Ministério da Saúde. *Panorama do Saneamento Rural no Brasil*. 2017. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/panorama-do-saneamento-rural-no-brasil>>. Acesso em 01 mai. 2019.

IBGE PNAD - *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Síntese de Indicadores*. 2015/IBGE. Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro: IBGE, p. 108, 2016.

JORDÃO, Eduardo P. e PESSÔA, Constantino A. *Tratamento de Esgotos Domésticos*. 4ª Edição. Rio de Janeiro: ABES, 932p. 2005

- KIHILA, J.; MTEI, K.M.; NJAU, K.N. Wastewater treatment for reuse in urban agriculture; the case of Moshi Municipality, Tanzania. *Physics and Chemistry of the Earth*, v.72, p.104-110, 2014.
- KORKUSUZ, Asuman. E.; BEKLIOGLU, Meryem.; DEMIRER, Goksel. N. Treatment Efficiencies of the Vertical Flow Pilot-Scale Constructed Wetlands for Domestic Wastewater Treatment. *Turkish journal of engineering & environmental sciences*, 28f. 333-344, 2004.
- LOHMANN, Gabriele. Caracterização de uma estação de tratamento de esgoto por zona de raízes utilizando variáveis abióticas e microbiológicas. 2011. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011.
- MARQUES M. V. A.; MATOS A. T.; PEREIRA A. P. M.; SILVÉRIO T. H. R.; PENIDO D. L. A.; COSTA M. T. M.; SILVA D. A. P.; Potencial, economia de água e adubação com a aplicação de efluente do tratamento preliminar de esgoto doméstico na fertirrigação de capim-elefante. *holos*, vol. 2, 2017, pp. 52-64
- MATOS, A.T.; MATOS, M.P. Disposição de águas residuárias no solo e sistemas alagados construídos. 1ª ed. Viçosa ed., Editora UFV, 2017.
- MOYO, L.G.; VUSHE, A.; JANUARY, M.A.; MASHAURI, D.A. Evaluation of suitability of Windhoek's wastewater effluent for re-use in vegetable irrigation: a case study of Gammams effluent. *Transactions on Ecology and The Environment*, v.199, p.109-120, 2015.
- PELLISSARI, Catiane. Tratamento de efluente proveniente da bovinocultura de leite empregando wetlands construídos de escoamento superficial. 2013. 145f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de PósGraduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013
- QUEGE, K. E.; ALMEIDA, R. A.; UCKER, F. E. Utilização de plantas de bambu no tratamento de esgoto sanitário pelo sistema de alagados construídos. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 10, n. 10, p. 2069-2080, 2013.
- REINALDO, G. P. B.; BATISTA, R. O.; SILVA, P. C. M.; FILHO, L. C. A. L.; NETO, M. F.; SANTOS, D. B. Desempenho de sistema decanto-digestor com filtro biológico

seguido por alagado construído e reator solar no tratamento de esgoto doméstico.

Revista Ambiente & Água, v. 7, n. 2, p. 62, 2012.

Schalleberger, J. B., Matsuoka, M., Trombetta, C., Pavaglio, S. S., Oliveira, T. H.

EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE CAMA DE AVIÁRIO NA DINÂMICA DO NITROGÊNIO DO SOLO. Anais 9º Forum Internacional de Resíduos sólidos, 13 a 15 de junho de 2018. Porto Alegre-RS.

SEZERINO, Pablo. H. Potencialidade dos filtros plantados com macrófitas

(Constructed Wetlands) no pós-tratamento de lagoas de estabilização sob condições de clima subtropical. 2006. 171f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006

SILVA, A. A. F.; SOUZA, J. A. R; CARVALHO, W. B.; MENDONÇA, R. B.;

MOREIRA, D. A. Distribuição da umidade do solo num sistema irrigado por gotejamento superficial com diferentes inclinações do terreno. REVENG Engenharia na agricultura, viçosa - mg, v.23 n.3. 2015

SMITH, V. H. & SCHINDLER, D. W. Eutrophication science: where do we go from here? Trends in Ecology and Evolution 24: 201-207. 2009.

SOUSA, José T.; HAANDEL, Adrianus C. Van; CONSTANTINO, Paulo R. da S.; GUIMARÃES, Adriana V. A. Pós tratamento de efluente de reator UASB utilizando sistemas de wetlands construídos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 4, p. 87-91, 2000.

SPERLING, M. V. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias:

Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 2. ed. Rev. Minas Gerais: UFMG, 1996. 238 p

THAPLIYAL, A.; VASUDEVAN, P.; DASTIDAR, M. G.; TANDON, M.; SEN, P. K.;

MISHRA, S. (2011). Growth of tree saplings of neem (*Azadirachta indica* Juss) under fertigation with untreated and treated domestic wastewater. Journal of Scientific and Industrial Research, v. 70, n. 8, p. 616-621.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.

Belo Horizonte. 4ª ed, v. 1, 472 p., 2014.

ZANELLA, Luciano. Plantas ornamentais no pós-tratamento de efluentes sanitários: Wetlands-construídos utilizando brita e bambu como suporte. 2008. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, São Paulo, 2008.