

TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS ATRAVÉS DE “WETLAND” CONSTRUÍDO DE FLUXO HORIZONTAL COM USO DE *BEGONIA CUCULLATA* CV. *HOOKERI*

GREYWATER TREATMENT THROUGH HORIZONTAL FLOW CONSTRUCTED WETLAND CULTIVATED WITH *BEGONIA CUCULLATA* CV. *HOOKERI*

João Vitor Costa de Almeida¹
Rayane Vendrame da Silva¹
Gislaine Silva Pereira¹
João Paulo Sierakowski¹

RESUMO

Os sistemas de “wetlands” construídos utilizam o solo e plantas como elementos filtrantes no tratamento de água; na purificação de resíduos líquidos e em aspectos ambientais relacionados ao paisagismo através do uso de plantas ornamentais. Este sistema se destaca pelo seu baixo custo e por ser uma tecnologia sustentável. Com isto, o objetivo do estudo foi analisar o tratamento de águas cinzas, derivadas de lavagem de roupas a nível doméstico através de pH, sólidos totais (ST) e nitrogênio total (NT). O estudo foi realizado na Universidade Estadual de Maringá, Campus do Arenito, Cidade Gaúcha-PR. O sistema de fluxo horizontal, foi construído em bancada provisória, e era composto por dois reservatórios, sendo o primeiro denominado auxiliar, que tinha por finalidade manter o nível de água constante e o segundo reservatório serviu para direcionar o fluxo do efluente a uma estrutura de “Wetland” com sistema subsuperficial. O início das análises com o sistema de “Wetland” foi em 09 de novembro de 2016, e este permaneceu em funcionamento durante 21 dias (09/11/2016 a 27/11/2016), com tempo de detenção hidráulica de 4 dias. No total foram realizadas 6 coletas do efluente, das quais se analisou o pH, nitrogênio total e sólidos totais. O pH se manteve com valores de neutralidade conforme regimento do CONAMA. A eficiência de redução do sistema para NT e ST foi de 36 e 72,1 %, respectivamente. Todos os parâmetros estavam dentro do limite estabelecidos pelo regimento. A *begonia cucullata* foi eficiente na filtragem dos resíduos provenientes de águas cinzas.

360

Palavras-chave: CONAMA. Tempo de detenção. Nitrogênio total.

ABSTRACT

Constructed Wetlands systems use soil and plant how filtering elements in water treatment, purification of liquid waste in and environmental aspects related landscape through ornamental plants. This system stands out for sustainable technology and low cost. Therefore, aim of study was evaluate greywater treatment of washing clothes in home level through pH, total solids (ST) and total nitrogen (NT). Study was realized at State University of Maringa, “Campus do Arenito”, at Cidade Gaúcha-PR. Horizontal flow system was constructed provisional stand with two reservoirs, the first one called auxiliary which has a purpose of maintain constant water level and second reservoir to

¹ Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Maringá, UEM. E-mail: ray.vendrame@hotmail.com

direct effluents flow to wetland in an subsurface system. Wetland analysis begin was in November 09, 2016 and stayed operation for 21 days (09/11/2016 to 27/11/2016) with 4 days hydraulic detention time. Were performed in total 6 effluents collections whose pH, total nitrogen and total solids was analyzed. pH remained with neutrality values according CONAMA statute. Reduction efficiency for NT and ST was 36 and 72,1%, respectively. All parameters stayed according limit established in statute. *Begonia cucullata* was efficient in waste filtering of greywater.

Keywords: CONAMA. Hydraulic detention time. Total nitrogen.

1 INTRODUÇÃO

Os dejetos de esgotos domésticos representam grande parte da poluição que contamina os lençóis freáticos e as reservas hídricas do país, causando danos à biota local. Deste modo, as águas cinzas, consistem em subproduto proveniente de águas oriundas de chuveiros, lavagem de roupas, e estão inseridas no esgoto doméstico juntamente com o esgoto proveniente de pias e privadas (TIMM, et al., 2013).

A necessidade de formas alternativas para o tratamento de resíduos provenientes de redes de esgoto, como é o caso de águas cinzas, é de extrema necessidade, devido o impacto ambiental que pode ser causado com a poluição gerada por este tipo de efluente. O uso de tecnologias eficientes e de baixo custo para filtragem destes resíduos, como sistemas que utilizem plantas, são considerados opções na implantação em locais onde é produzida a água residuária (PRESZNHUK et al., 2013).

Os sistemas “Wetlands”, integrados ao meio ambiente são caracterizados como tecnologias sustentáveis, pois representam áreas alagáveis (brejos, várzeas, pântanos) utilizadas para depuração de águas residuárias, através de processos ecológicos para ciclagem de nutrientes e consumo de matéria orgânica, melhorando assim a qualidade do efluente (METICALF; EDDY, 1991).

Sousa et al. (2010), definem o sistema como sendo artificial, e construído com o objetivo de utilização de substratos e ou plantas aquáticas, que auxiliam na criação de ambiente adequado para a proliferação de microrganismos que atuem no tratamento de águas residuárias.

Morais (2017), afirma que estes sistemas podem utilizar plantas em meio ao qual se flui um determinado valor volumétrico de efluente em tempo de detenção

hidráulica específico, tendo como propósito controlar a poluição durante processos de tratamentos de resíduos.

Segundo Pelissari et al. (2015), os “Wetlands” construídos consistem em tecnologia utilizada no mundo inteiro para o tratamento de diferentes tipos de efluentes. Sanchez et al. (2015), complementam que estes sistemas são de simples construção, fácil manutenção e estáveis na realização dos processos envolvidos.

Portanto, os sistemas de filtros plantados, possuem grande potencial de aplicação em escala descentralizada, com a capacidade de tratamento de esgotos domésticos e também de águas cinzas (VELOSO et al., 2013). A importância das plantas no sistema, se dá através da transferência de oxigênio pelo enraizamento no recipiente de tratamento (BRIX et al., 1997).

Esses sistemas têm sido utilizados e propostos em diferentes tipos de efluentes como de esgotos de locais públicos (COLARES e SANDRI 2013; MORAES, 2017); provenientes de bovinocultura de leite (PELLISSARI et al., 2015); esgoto doméstico e sanitário (ZANELLA, 2008, SANCHÉZ et al., 2015; COSTA et al., 2018); e também de suinocultura (dos SANTOS et al., 2016).

É muito comum o emprego de plantas ornamentais em sistemas de “Wetlands” construídos (ZANELLA, 2008, PRATA et al., 2013), sendo uma forma de agregar um valor paisagístico e ao mesmo tempo realizar o tratamento de água residuária. Segundo Zanela (2008) a planta ornamental Begônia (*Begonia cucullata*) é uma planta que pode ser utilizada nos sistemas de “Wetlands” construídos, devido sua ótima adaptação a condições de saturação do substrato e resistência ao clima local.

Desta forma, a hipótese desta pesquisa é dada pela utilização da planta ornamental como meio filtrante e seu potencial em reduzir os resíduos provenientes das águas cinzas. Assim, existem alguns parâmetros que devem ser acompanhados e reduzidos no processo de limpeza de águas residuárias, como nitrogênio total, o potencial hidrogeniônico e os sólidos totais (TONIATTO et al., 2005; PAOLI et al., 2010; VICH et al., 2013).

Segundo o CONAMA (2011), são estabelecidos alguns limites para despejo de água residuária em corpos hídricos, e o lançamento só poderá ser realizado se estiver dentro do proposto. A entidade constata que o índice de pH deve estar entre valores de 5 e 9, já o nitrogênio total deve ser mensurado em concentrações de no máximo 20 mg L⁻¹ e para a os sólidos totais, a mesma deve ser menor que 500 mg L⁻¹.

Portanto, o presente estudo teve por objetivo verificar a eficiência de um sistema “Wetland” construído, para o tratamento de águas cinzas, utilizando águas provenientes de lavagem de roupa, com a utilização de *begonia cucullata*, através da análise de nitrogênio total, sólidos totais e pH, ao longo de 21 dias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em laboratório de águas residuárias da Universidade Estadual de Maringá, Campus do Arenito, localizado em Cidade Gaúcha, Paraná. O experimento teve início no dia 09 de novembro de 2016, onde foi realizada coleta piloto para caracterização do afluente (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultados de análise inicial de afluente utilizado em sistema “Wetland” para limpeza de águas cinzas. Cidade Gaúcha, PR, 2016.

¹ Coleta Inicial	pH	NT (mg mL ⁻¹)	Sólidos Totais (mg mL ⁻¹)
09/11/2016	8,88	84,00	2,90

363

¹Média de 3 repetições

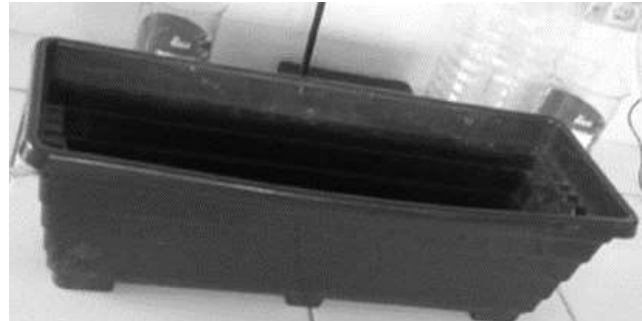
Foram realizadas no total 6 coletas com intervalos de 4 dias. A última coleta foi efetuada no dia 27/11/2016. O projeto de “Wetland” de fluxo horizontal, foi construído em bancada provisória. O sistema é composto por dois reservatórios, sendo o primeiro denominado auxiliar, pois consiste em manter o nível de água constante no sistema e o segundo reservatório serviu para direcionar o fluxo do efluente a uma estrutura de “Wetland” com sistema subsuperficial.

O reservatório auxiliar foi constituído por um becker, ligado ao controlador de vazão através de uma mangueira, que conduziu a água residuária até o mesmo e posteriormente até o “Wetland” (Figura 1).

Figura 1 - Sistema de reservatórios utilizados no processo de limpeza de águas cinzas de equipamento “Wetland”. Reservatório auxiliar (A) e sistema de filtragem do “Wetland” (B). Cidade Gaúcha, PR, 2016.



(A)



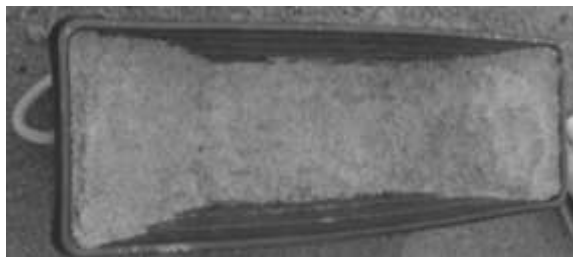
(B)

Fonte: Os autores.

O sistema usado para a o “Wetland” (Figura 2A) constitui-se em vaso popularmente conhecido como jardineiro, com capacidade de 14 L, possuindo uma base de 60,5 cm e altura de 21 cm. Para montagem do sistema, foi adicionada uma camada de brita (2 cm), em seguida uma camada de areia sobre as britas (2 cm) e nas laterais do jardineiro, e por fim uma última camada de solo, onde foi realizado o cultivo da planta.

364

Figura 2 - Sistema de “Wetland” em processo de montagem (A), e com *begonia cucullata* implantada para o processo de filtragem (B). Cidade Gaúcha, PR, 2016.



(A)



(B)

Fonte: Os autores.

Foram utilizadas águas cinzas provenientes de lavagem de roupas de residência ocupada por 2 moradores. O sistema também contava com uma entrada de água a direita do reservatório que estava ligada ao controlador de vazão. E a saída

de água ocorria do lado esquerdo na parte inferior do jardineiro, através de um pequeno orifício localizado no nível das raízes das plantas.

A escolha da água residuária em questão se deu para teste da eficiência do equipamento e da planta ornamental e o potencial filtrante do conjunto. O sistema auxiliar teve como objetivo manter a carga hidráulica no reservatório, sendo o efluente direcionado até o equipamento com uma vazão de $0,6 \text{ ml min}^{-1}$, em tempo de detenção hidráulica de 4 dias. O tempo de retenção hidráulica é considerado importante na remoção de matéria orgânica e nutrientes, e conforme Ghosh e Gopal (2010), o tempo de detenção ideal é de 4 dias.

As mudas replantadas junto ao sistema foram levadas até uma estufa do viveiro do Campus do Arenito e lá permaneceram durante 15 dias, para uma fase de adaptação, o que é recomendado quando se deseja transplantar mudas (Figura 2B).

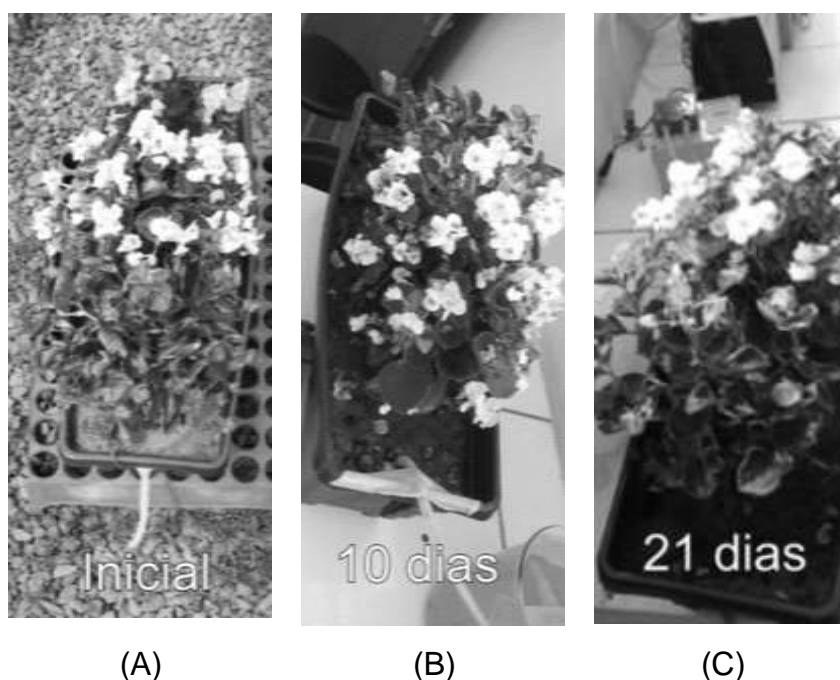
Foram analisados os parâmetros de: índice de potencial hidrogeniônico (pH) com a utilização de um medidor de pH eletrônico; Nitrogênio Total (NT) com o método de Kjeldahl e Sólidos totais (ST) através das diferenças de massas, por metodologia gravimétrica. Para cada análise foram realizadas três repetições. O tratamento e análise dos dados foram realizados com a utilização do software R (R CORE TEAM, 2018), na plataforma do Rstudio, efetuando se regressão linear dos dados.

365

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram acompanhados com o passar do tempo o processo de crescimento das *begonias cucullata* durante os 21 dias de experimento (Figura 3). Ainda de acordo com a figura 3, não foi observado mudanças abruptas (de caráter estético) no desenvolvimento das flores de *begonia cucullata*, o que reforça a utilização do sistema como uma alternativa viável e de baixo custo para uso de plantas decorativas e auxiliando na filtração de águas cinzas, que posteriormente podem ser reutilizadas na irrigação de outras plantas ornamentais.

Figura 3 - Acompanhamento do desenvolvimento de *begonia cucullata* utilizadas para filtragem de águas cinzas durante 21 dias. Cidade Gaúcha, PR, 2016.



Fonte: Os autores.

366

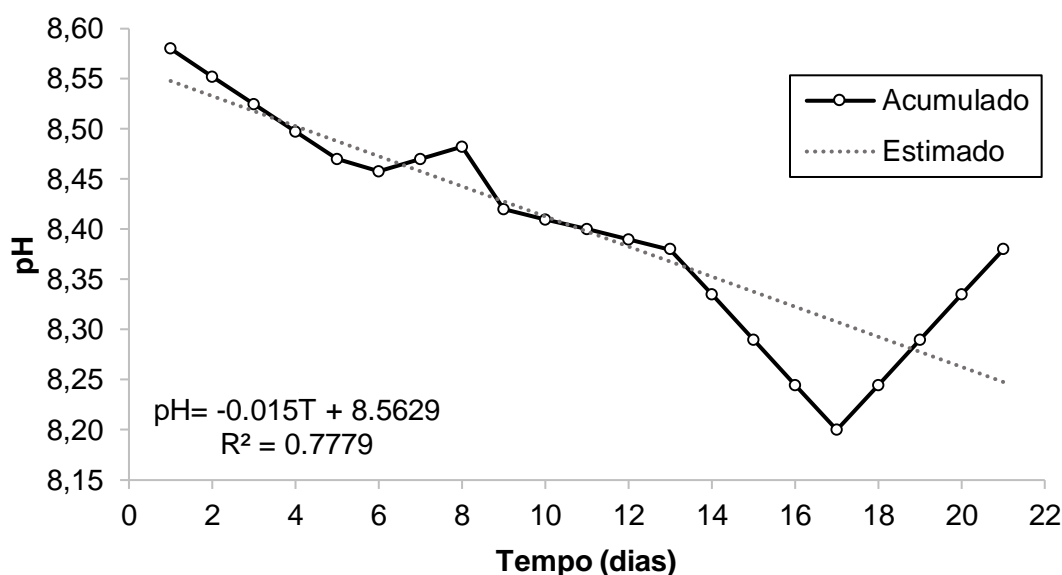
Com o aumento dos dias, ocorreu a redução do pH no processo de filtragem do equipamento “Wetland” até 17/11/2016 (Figura 4). Colares e Sandri (2013), encontraram valores semelhantes ($\text{pH} = 8,23$ a $7,44$) ao pH do presente estudo para águas de esgoto tratadas por sistema similar de filtragem com uso de plantas.

A importância da utilização do equipamento se dá pela capacidade do sistema em reduzir os sulfatos (EGER, 1994). Embora houve a ocorrência de diminuição do pH, foi observado que no período final da avaliação do sistema, se teve um aumento do potencial hidrogeniônico. Prata et al. (2013), complementam que faixas de pH neutros, podem auxiliar em condições adequadas para o processo dos microrganismos na degradação da matéria orgânica.

Ainda de acordo com o Edger (1994), ao avaliar o potencial do sistema “Wetland” em diminuir a concentração de metais pesados, em água proveniente de drenagem de minas, afirmou que o tempo para o aumento considerável de pH, foi de 2 anos, sendo observado no presente trabalho a eficiência da utilização da planta ornamental para aumentar o índice.

Deste modo, para Vymazal e Brezinová (2014), as plantas possuem papel importante no tratamento de águas residuárias no sistema de “Wetland”, possuindo capacidade de absorção de metais pesados e nutrientes presentes no efluente. Os valores de pH foram considerados dentro do limite estabelecido pela regulamentação do CONAMA (2011), para despejo de efluentes. Segundo dos Santos et al. (2016), índices de pH próximo a neutralidade, estão de acordo com o regimento do CONAMA.

Figura 4 - Potencial Hidrogeniônico do processo de filtragem de águas cinzas em equipamento “Wetland” com utilização de *begonia cucullata* Cidade Gaúcha, PR, 2016.



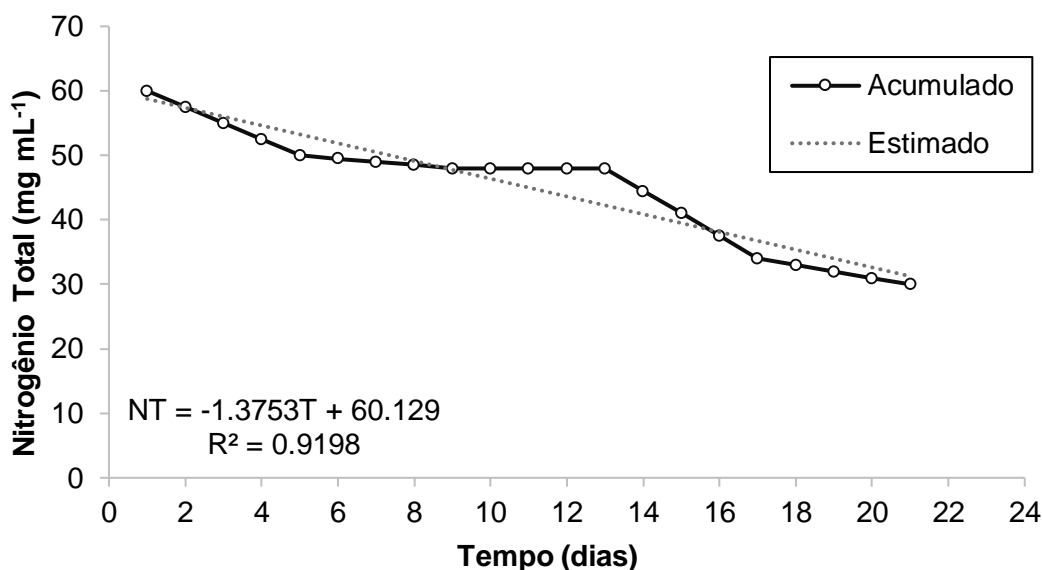
O nitrogênio total teve comportamento similar ao do pH no início do processo (Figura 5), reduzindo ao longo do tratamento. A perda de nitrogênio no sistema, ocorre através de ação das bactérias desnitrificantes, que convertem o nitrato em nitrito e posteriormente para fase gasosa do nitrogênio em óxidos N₂ e N₂O, através dos processos de amonificação, nitrificação e volatilização do nitrogênio (VICH et al., 2013).

O sistema foi eficiente na diminuição de nitrogênio total. Costa et al. (2018), ao avaliarem um sistema similar construído para o tratamento de água de esgoto bruto obtiveram valores de NT = 30 mg L⁻¹, sendo estes considerados pela resolução do CONAMA (2011), acima do estabelecido como limite. No presente estudo não houve a extrapolação do valor limite estabelecido pelo regimento em questão.

Zhang et al. (2007) citado por Zanella (2008) afirmaram em seu estudo sobre uso de “Wetlands”, que a diminuição do nitrogênio total pela contribuição das plantas

na filtragem de efluentes se dá a partir do décimo dia. Foi observado no presente estudo que houve maior diminuição da concentração de NT após dez dias de avaliação, comparado aos primeiros 9 dias.

Figura 5 - Nitrogênio Total (mg mL^{-1}) proveniente de processo de filtragem de águas cinzas em equipamento “Wetland” com utilização de *begonia cucullata*. Cidade Gaúcha, PR, 2016.



Para a concentração de sólidos totais durante o processo de filtragem (Figura 6), foi possível observar que ao fim da avaliação houve o aumento de ST, porém Paoli et al. (2013) afirmaram que presença de plantas pode aumentar substancialmente o acúmulo de sólidos por todo o meio filtrante.

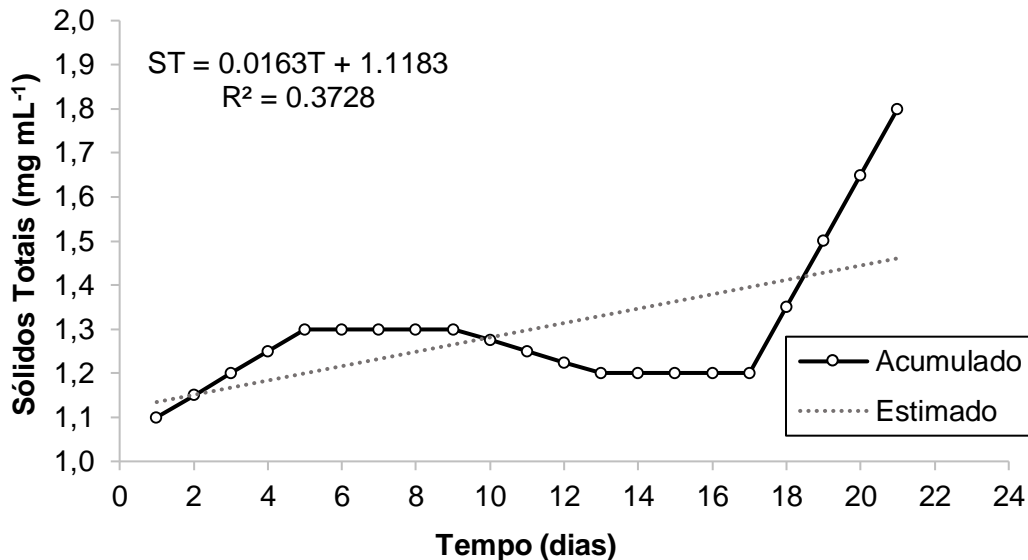
Segundo Ormonde (2012), os sólidos totais, consistem em substâncias em suspensão que podem ser particulados finos, coloidais e microrganismos. Colares e Sandri (2013), também obtiveram o aumento com o passar do tempo nas concentrações de ST em seu estudo em sistema construído para tratamento de águas provenientes de esgoto.

Prata et al. (2013), afirmam que a remoção da matéria orgânica do efluente é efetivada devido desenvolvimento de biofilme entremeado através das raízes das plantas no meio. O processo ocorre por influencia de processos físicos dos sólidos, que resulta em depuração das águas residuárias.

Analisando os três parâmetros, pH, NT e ST é possível verificar que os mesmos apresentam tendência semelhante ao longo do tratamento. Segundo dos Santos et al.

(2016), o baixo custo de implantação do sistema de “Wetland” e a facilidade de operar, tornam este sistema uma alternativa sustentável para o tratamento de efluentes.

Figura 6 - Sólidos Totais (mg mL^{-1}) provenientes do processo de filtragem de águas cinzas em equipamento “Wetland” com utilização de *begonia cucullata*. Cidade Gaúcha, PR, 2016



Ao avaliar as medidas descritivas dos parâmetros (Tabela 2), é possível observar que o pH possui um coeficiente de variação com maior estabilidade em relação aos demais parâmetros estudados (CV = 2.15 %).

Pelissari et al. (2015), ao avaliarem a eficiência de remoção de NT em um “Wetland” construído (fluxo horizontal) para tratamento de resíduos provenientes da bovinocultura, obtiveram 80% de eficiência, o que não corrobora com o presente trabalho que obteve uma eficiência de 36% na remoção do NT em águas cinzas (Tabela 2). Ainda de acordo com os autores, a utilização de macrófitas favorece o sistema através da melhor assimilação das plantas aquáticas. Segundo Sanchez et al. (2015), as macrófitas assumem importante papel de remoção de resíduos neste tipo de sistema.

Moraes (2017), ao avaliar um sistema de fluxo horizontal similar ao do presente estudo, obteve uma eficiência de remoção de NT de 67% para filtragem de efluente bruto proveniente de restaurante universitário. O alto valor de eficiência de remoção do NT no estudo da autora, pode ter ocorrido devido ao meio de filtragem ser de

tamanho maior, quando comparado ao do utilizado no presente estudo. Prata et al. (2013), obtiveram eficiência de remoção de 52,4% de NT com uso de planta ornamental em sistema similar.

Na remoção de sólidos totais, Moraes (2017), obteve uma eficiência de 37%, sendo esta menor em relação ao presente trabalho, que apresentou eficiência de 62,1% em remoção dos ST. Já Prata et al. (2013), em sistema “Wetland” de fluxo horizontal, com utilização de lírio amarelo para filtragem de efluente proveniente de esgoto sanitário, obtiveram eficiência de remoção de ST de 72%.

Tabela 2 - Medidas descritivas dos parâmetros avaliados e eficiência de remoção do sistema de “Wetland” construído com planta ornamental utilizada como elemento filtrante. Cidade Gaúcha, PR, 2016.

Parâmetro	¹ Média	Desvio Padrão	CV (%)	Eficiência de Remoção (%)
pH	8.46	0.18	2.15	-
NT (mg mL ⁻¹)	50.57	17.88	35.35	35.71
ST (mg mL ⁻¹)	1.54	0.64	41.48	62.07

¹média do período de avaliação com três repetições; (±) desvio padrão; cv (%) = coeficiente de variação.

370

Deste modo, verifica-se a importância de uso de sistemas alternativos e de baixo custo para filtragem de águas residuárias, visto que a produção sem escala destes efluentes, é cada vez maior, intensificada pelo aumento da população mundial. Outra característica no uso do sistema de “Wetland” é a estética e possibilidade efetiva de construção de um jardim ornamental a nível residencial.

4 CONCLUSÃO

O sistema de “Wetland” foi eficiente no tratamento de águas cinzas, através da redução dos parâmetros avaliados.

REFERÊNCIAS

BRIX, H. Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands? **Water Science and Technology**, v.35, n.5, p. 11-17, 1997.

COLARES, C.J.G.; SANDRI, D. Eficiência do tratamento de esgoto com tanques sépticos seguidos de leitos cultivados com diferentes meios de suporte. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, n.1, 2013.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução n.º 430. Condições e padrões de lançamento de efluentes.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011.

COSTA, J.F.; PAOLI, A.O.; VON SPERLING, M.; SEIDI, M. Avaliação do desempenho de sistemas alagados construídos de escoamento horizontal subsuperficial tratando efluente de reator uasb com base em quatro anos de monitoramento. Artigo Técnico. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.23, n.1, jan./fev. 2018.

EGER, P. Wetland Treatment for Trace Metal Removal from Mine Drainage: The Importance of Aerobic and Anaerobic Processes. **Water Science & Technology**, v.29, n.4, p.249-256, 1994.

GHOSH, D.; GOPAL, B. Effect of hydraulic retention time on the treatment of secondary effluent in a subsurface flow constructed wetland. **Ecological Engineering**, v. 36, p.1044-1051, 2010.

METCALF; EDDY. **Wastewater engineering: Treatment, disposal, and reuse.** 3. ed. Singapore: McGraw-Hill, 1991. 1334p.

MORAES, de F.L. **Monitoramento de “Wetland” construído de fluxo horizontal empregado no tratamento do efluente de um restaurante universitário.** 2017. 67f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Londrina, PR, 2017.

ORMONDE, V. **Avaliação de 'Wetlands' Construídos no Pós-Tratamento de Efluente de Lagoa de Maturação.** 2012. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) – Universidade Federal do Mato Grosso, UFMT, 2012.

PAOLI, A. C. **Análise de desempenho e comportamento de “Wetlands” horizontais de fluxo subsuperficial baseado em modelos hidráulicos e cinéticos.** 2010. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia UFMG, Belo Horizonte, 2010.

PELLISSARI, C. et al. *Wetlands* construídos aplicados no tratamento de efluente de bovinocultura leiteira. **Revista Engenharia e Construção Civil**, v.2, n.2, p. 23-33, jul./dez., Curitiba, PR, 2015.

PRESZNHUK, R. A. O. et al. Tecnologia apropriada e saneamento: análise de eficiência de estações de tratamento de esgoto por meio de zona de raízes. In: SEMANA DE TECNOLOGIA, UM OLHAR INTERDISCIPLINAR, 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 336-340.

PRATA, R.C.C.; MATOS, A.T.; CECON, P.R.; LO MONACO, P.; PIMENTA, L.A. Tratamento de esgoto sanitário em sistemas alagados construídos cultivados com lírio-amarelo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.33, n.6, p.1144-1155, nov./dez. 2013.

R Development Core Team. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. 2018.

SANCHEZ, G.; PELISSARI, C.; TREIN, C.M.; MOHEDANO, R.A.; SEZERINO, P.H. Desempenho de fitoextração da macrófita *Cyperus papyrus* em wetland construído vertical com fundo saturado empregado no tratamento de esgoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE WETLANDS CONSTRUÍDOS, 2., Curitiba. **Anais...** Curitiba: UTFPR, 2015.

SANTOS, B.S. et al. Avaliação da eficiência de um sistema de tratamento por *wetland* construído aplicado ao efluente de um frigorífico de suínos. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 37, n. 2, p. 13-22, jul./dez. 2016.

TIMM, J. M.; GOMES, L. P.; MALUF, R. W.; Desempenho de jardins filtradores (*wetlands*) no tratamento descentralizado de esgotos domésticos no sul do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE APLICAÇÃO DE WETLANDS CONSTRUÍDOS NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC, 2013. p. 246-256,

VELOSO, T. M.; MAGRI, M E.; SILVA, G.; FRANCISCO, J. G. Z.; PHILIPPI, L. S. Caracterização microbiológica de filtros plantados com macrófitas utilizados no tratamento de esgotos domésticos e águas cinzas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE APLICAÇÃO DE WETLANDS CONSTRUÍDOS NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC, 2013. p.272-300

372

VICH, D. V.; SILVA, G. L.; CANO, V.; NOLASCO, M. A.. Tratamento de lixiviado de aterro sanitário em wetlands horizontais de fluxo subsuperficial em escala de bancada: avaliação da influência da vegetação e do tempo de detenção hidráulica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE APLICAÇÃO DE WETLANDS CONSTRUÍDOS NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC, 2013. p. 281-288

VYMAZAL, J.; BREZINOVA, T. Accumulation of heavy metals in aboveground biomass of *Phragmites australis* in horizontal flow constructed wetlands for wastewater treatment: A review. **Chemical Engineering Journal**, v.290, p.232-242, apr. 2016.

ZANELLA, L. **Plantas ornamentais nos pós tratamento de efluentes sanitários: Wetlands Construídos utilizando brita e bambu como suporte**. 2008. 189 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.