

Remediação de água cinza por meio de fitorremediação e tecnologias intermitentes de filtro de areia visando o reuso na irrigação de jardins

Jéssica Manfrin¹, Igor José Malfetoni Ferreira², Leandro Silva Quaresma³,
Phillip T. McCreanor⁴, Affonso Celso Gonçalves Jr.⁵

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Marechal Cândido Rondon – PR/Brasil.

²Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, São José dos Campos – SP/Brasil.

³Instituto Tecnológico Vale – ITV, Programa de Pós-Graduação em Uso Sustentável dos Recursos Naturais em Regiões Tropicais, Belém – PA/Brasil.

⁴Mercer University, Escola de Engenharia, Macon – Geórgia/Estados Unidos.

⁵Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Marechal Cândido Rondon – PR/Brasil.

Email autor correspondente: jessicamanfrinn@gmail.com

Artigo enviado em 05/05/2018, aceito em 12/04/2019.

Resumo: A fim de garantir a qualidade dos recursos hídricos, estudos envolvendo o reuso de águas cinzas e a utilização de fitorremediação na remoção de contaminantes têm se tornado uma alternativa viável para reaproveitamento e conseqüentemente, redução do consumo de água tratada. Este trabalho objetivou avaliar características da água cinza, por meio de sistema envolvendo filtros de areia e plantas, avaliar a remoção de DQO e DBO₅ pelo sistema e, verificar a possibilidade de reuso na irrigação de jardins. Para tal, elaborou-se filtros de areia com diâmetro médio de grãos de 0,5 mm e 0,25 mm, nos quais realizou-se o tratamento de água cinza sintética. Em dois filtros houve a consorciação com plantas (uma coluna *Liriope muscari* e outra coluna *Hedera helix*). Os resultados evidenciaram elevada remoção de DQO, apresentando redução de 64,33%, 63,78% e 60,72%, nos filtros sem planta, com a espécie *H. helix* e *L. muscari*, respectivamente. Já para o parâmetro DBO₅, as remoções observadas foram de 77,13%, 74,30% e 66,91%, para os filtros com *L. muscari*, sem planta e *H. helix*, respectivamente. Em relação ao reuso das águas em jardins, observou-se que a partir do 31°, 32° e 34° de detenção hidráulica, para os tratamentos sem planta, *L. muscari* e *H. helix*, respectivamente, houve a redução exigida pela legislação. Diante disso, conclui-se que a utilização de filtros de areia no tratamento de águas cinzas apresentou resultados positivos e que a consorciação com plantas contribuiu para a remoção de DQO e DBO₅.

Palavras-chave: tratamento de águas residuais; reuso de águas; tecnologias alternativas para o tratamento de águas residuais.

Remediation of grey water by phytoremediation and intermittent technologies of sand filter for reuse in irrigation of gardens

Abstract: In order to ensure the quality of water resources, studies involving the reuse of grey water and the use of phytoremediation in the removal of contaminants have become a viable alternative for reuse and, consequently, reduction of the consumption of treated water. The objective of this work was to evaluate the characteristics of grey water, by means of a system involving sand filters and plants, to evaluate the removal of

COD and BOD₅ by the system and to verify the possibility of reuse in the irrigation of gardens. For this, sand filters with an average grains diameter of 0.5 mm and 0.25 mm were prepared, in which synthetic gray water treatment was carried out. In two filters, there was the consortium with plants (one *Liriope muscari* column and another *Hedera helix* column). The results evidenced a high COD removal presenting a reduction of 64.33%, 63.78% and 60.72%, in the no plant filters, with the species *H. helix* and *L. muscari*, respectively. For the BOD₅, the observed removals were 77.13%, 74.30% and 66.91%, for *L. muscari*, without plant and *H. helix*, respectively. Concerning the reuse of water in gardens, it was observed that from the 31st, 32nd and 34th of hydraulic detention period, for the treatments without plant, *L. muscari* and *H. helix*, respectively, there was reduction required by the legislation. Therefore, it was concluded that the use of sand filters in the treatment of gray water presented positive results and that the consortium with plants contributed to the removal of COD and BOD₅.

Keywords: waste water treatment; water reuse; technologies for wastewater treatment.

Introdução

A água é um dos recursos naturais mais importantes para a existência da vida na Terra, e apesar desse recurso apresentar-se de forma abundante no nosso planeta, apenas 2,5% representa água doce, contudo, dessa porcentagem de água, apenas 31,4% está acessível ao consumo humano e conseqüentemente, realização de atividades agrícolas e industriais (RHODEN et al., 2016).

Alguns países, especialmente países em desenvolvimento, que não dispõe de sistemas de saneamento eficientes e adequados para toda população, têm apresentado problemas na qualidade da água potável. Isso ocorre uma vez que rios, lagos e fontes subterrâneas, responsáveis pelo abastecimento da população, apresentam elevados níveis de contaminação por resíduos industriais, urbanos e agrícolas, fazendo com que bilhões de pessoas não tenham acesso a água com boa qualidade. Segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS (2014), aproximadamente 2,5 bilhões de pessoas ao redor do mundo vivem sem instalações sanitárias adequadas.

Com o aumento da demanda e a contínua contaminação dos recursos

hídricos, inúmeros estudos têm sido conduzidos a fim de desenvolver e promover o adequado uso da água (FERRAZ e SILVA, 2015; CARVALHO et al., 2014). Entre os desafios encontrados atualmente, no que diz respeito a gestão dos recursos hídricos, destaca-se a criação e o desenvolvimento de novas técnicas de tratamento e reuso. De acordo com Orsi e Sarubo (2010), apesar de a água ser um recurso essencial a manutenção da vida, ela também é finita, e por esse motivo é importante e necessário que novas técnicas que melhorem a qualidade das águas e que auxiliem comunidades na gestão da água sejam estudadas e desenvolvidas.

Uma nova técnica que está sendo utilizada e ganhando popularidade é o reuso de águas cinzas para fins não potáveis. Em uma residência, por exemplo, as águas cinzas são aquelas provenientes do chuveiro, máquina de lavar, e do tanque e podem ser utilizadas para fins menos nobres, como por exemplo, caixas de bacias sanitárias, lavagem de calçadas, irrigação de jardins, entre outros. Além da possibilidade de reutilização, as águas cinzas são caracterizadas por apresentarem baixas cargas orgânicas, o que garante sua utilização para fins não

potáveis utilizando tratamentos simplificados. A quantidade gerada e a qualidade dessas águas podem variar de acordo com os hábitos das pessoas que habitam a residência e do ambiente onde a residência está inserida (FIORI et al., 2006; PIDOU, 2006).

Muitas técnicas envolvendo o reuso de águas cinzas têm sido estudadas nos últimos anos, particularmente em regiões mais áridas, incluindo estudos de irrigação de jardins residenciais. De acordo com Al-Hamaiedeh e Bino (2010), o reuso de água cinza tratada para irrigação de oliveiras e alguns vegetais na Jordânia tem sido implementada e apresentou sucesso não apresentando riscos à saúde pública.

Embora as águas cinza possam ser reutilizadas para vários fins, a sua reutilização de forma não tratada tem sido relacionada a vários problemas de saúde pública e ambientais. Por exemplo, se a água cinza for destinada a sistemas de descarga de sanitários ou irrigação, o risco está relacionado à propagação de doenças devido à exposição a microorganismos na água. Devido a estes possíveis problemas envolvendo o uso de água cinza não tratada, alguns critérios devem ser seguidos, tais como garantia da segurança higiênica, ambiental e viabilidade econômica, para permitir o processo de reutilização (ERIKSSON et al., 2002; GONÇALVES e FRANCI, 2014).

Existem alguns parâmetros químicos que demonstram a qualidade da água cinza, possibilitando a reutilização em sistemas de irrigação. Um desses parâmetros é a demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5). Uma das formas de tratamento de águas cinza se dá por meio do uso de filtros aeróbicos como parte do tratamento aplicado em águas cinza, pois essa metodologia de tratamento pode fornecer efluentes de alta qualidade com valores de DBO e

sólidos suspensos totais (TSS) inferiores a 20 mg L^{-1} (SOUZA FILHO, et al., 2012).

Neste estudo, filtros de areia intermitentes (FAI) foram utilizados como potenciais removedores de DBO . Os filtros de areia têm sido utilizados desde muito tempo no tratamento de águas residuais, pois fornecem biodegradação e decomposição de compostos por meio de tratamento físico, químico e biológico, permitindo maior contato com comunidades biológicas aeróbicas bem desenvolvidas nas superfícies do material filtrante. Os filtros de areia, além de favorecer a adsorção de contaminantes e matéria orgânica, exigem pouca manutenção e baixo custo (ALLEN et al., 2010).

Outra técnica alternativa para o tratamento de águas cinzas que tem sido investigada é a fitorremediação. A fitorremediação caracteriza-se por apresentar baixo custo e ser sustentável, pois utiliza plantas e microrganismos de forma associada para descontaminar os compartimentos ambientais por poluentes orgânicos e inorgânicos. A zona de raízes das plantas pode promover condições ideais para o desenvolvimento de atividade microbiológica e, conseqüentemente, a biodegradação de poluentes (DICKINSON, 2017).

Diante do exposto, os objetivos desse estudo foram desenvolver um sistema de tratamento de águas cinzas, envolvendo filtros de areia e plantas, avaliar a eficiência do sistema na redução de DQO e DBO_5 , e verificar a possibilidade de reuso das águas na irrigação de jardins.

Material e Métodos

O presente estudo foi desenvolvido no departamento de Engenharia, da Mercer University, campus Macon, GA, Estados Unidos. Para a realização do estudo, a água cinza

sintética foi utilizada a fim de avaliar a eficiência de remoção de DBO_5 e DQO por meio do consórcio entre filtros de areia e uso de plantas. Três filtros de areia intermitentes (FAI) com diferentes granulometrias (0,5 mm e 0,25 mm) e alimentados por gravidade foram avaliados. Em dois deles, houve associação da técnica de fitorremediação com diferentes espécies de plantas.

Os três FAI's foram construídos usando canos de PVC de 4". Cada um dos filtros foi preenchido com,

aproximadamente, 8 cm de cascalho na parte inferior (base) da coluna, 50 cm com areia de granulometria 0,5 mm no meio da coluna e sobre o cascalho, e 20 cm com areia de granulometria 0,25 mm no topo da coluna (parte superior). Uma estrutura de irrigação sub-superficial foi montada e colocada entre as camadas de areia (0,5 e 0,25 mm). A estrutura foi construída com um tubo de PVC, uma conexão em "L", uma conexão em "T" e conexões simples de tubo, todos de $\frac{1}{2}$ ", conforme apresentado na Figura 1.



Figura 1. Filtros de areia intermitentes construídos para remediação de água cinza sintética, com e sem associação de plantas.

Duas espécies de plantas foram usadas como uma técnica alternativa associada aos filtros de areia para avaliar a eficiência no tratamento de águas cinzas, sendo elas, *Liriope muscari* (Decne.) L.H. Bailey (Asparagaceae) em uma coluna e *Hedera helix* L. (Araliaceae) em outra coluna. O terceiro filtro foi considerado como testemunha a fim de comparar a eficiência do filtro de areia com a técnica de fitorremediação combinada e, portanto,

não foi utilizada nenhuma espécie vegetal.

As colunas foram alimentadas com água cinza sintética diariamente durante um período de sete semanas. A água cinza sintética foi adaptada e preparada de acordo com a Regulamentação NSF 350 para sistemas de tratamento de efluentes (BRUURSEMA, 2011), conforme apresentado na Tabela 1.

Uma solução concentrada, contendo todos os ingredientes, exceto o efluente secundário de uma estação de tratamento de efluentes e água de torneira, foram agitados por 24 horas com o auxílio de um agitador magnético e mantidos refrigerados durante todo o período de avaliação. Diariamente 1 litro de água cinza sintética era preparado e 310 ml, aproximadamente, colocados em cada coluna. Para este preparo, foram utilizados 42 ml da solução concentrada, 20 ml de efluente secundário (utilizado como fonte microbiológica, proveniente da Estação *Lower Poplar*, situada em Macon-GA, que faz uso de sistemas de

lodos ativados) e 938 ml de água da torneira.

A água cinza efluente e afluyente foi coletada diariamente para realização dos testes de DQO e DBO₅, os quais seguiram as normas estabelecidas em *Water Analytys Handbook* (HACH, 2008). Os testes de DQO foram realizados em duplicata utilizando frascos com solução digestora, da marca *Hach*, e 2 ml de amostras do afluyente e do influente. Os frascos eram aquecidos a 150°C por 2 horas em um reator de DQO, e posteriormente, foi realizada a determinação da concentração pelo método analítico colorimétrico.

Tabela 1. Ingredientes para preparação de água cinza sintética

Ingredientes	Quantidade recomendada
Sabonete corporal	15,74 g
Creme dental	1,64 g
Desodorante	1,06 g
Protetor solar	20,62 g
Shampoo	10,18 g
Condicionador	11,13 g
Ácido Lático	1,64 ml
Desinfetante	5,46 g
Sabonete líquido de mãos	12,08 g
Sabão líquido para roupas	19,04 ml
Amaciante líquido para roupas	10,06 ml
Na ₂ SO ₄	1,64 g
NaHCO ₃	1,17 g
NaPO ₄	1,83 g
Ácido Bórico	0,007 g

Fonte: Adaptado, Regulamentação para sistemas de tratamento de efluentes, NSF 350.

De modo semelhante, os testes de DBO₅, também foram realizados em duplicata em frascos contendo a água cinza sintética (afluente e efluente) e uma amostra considerada testemunha, utilizando somente água deionizada. Os frascos de DBO₅ de 300 ml eram devidamente vedados e incubados a 20°C por cinco dias em câmara de DBO, após esse período, eram realizadas as leituras que avaliavam as mudanças na demanda de oxigênio. O volume utilizado em cada coluna baseou-se no pressuposto de águas residuais, apresentado na equação 1, e para o cálculo dos valores de DBO₅, utilizou-se a equação 2.

$$DBO_5 = \frac{2}{3} \times DQO \quad \text{Equação 1}$$

$$DBO_5 = \frac{[(OD_{inicial} - OD_{final}) \times 300 \text{ ml} - DBO_{branca} \times 300 \text{ ml} - v]}{v} \quad \text{Equação 2}$$

Sendo: $OD_{inicial}$ = oxigênio dissolvido antes da incubação (mg.L^{-1}); OD_{final} = oxigênio dissolvido após incubação de cinco dias (mg.L^{-1}); v = volume de amostra; DBO_{branca} = valores da DBO da amostra tida como testemunha.

Os resultados obtidos para DQO e DBO_5 e as porcentagens de remoção foram submetidos a análise estatística

de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

De acordo com a norma NSF 350-1 para que a água cinza sintética se apresenta dentro do estabelecido é necessário que a concentração de DQO esteja entre 250-400 mg.L^{-1} e de DBO_5 entre 130-180 mg.L^{-1} . As concentrações médias de DQO e DBO_5 na solução afluente foram de 344,87 e 195,45 mg.L^{-1} , respectivamente. Como observado, a solução afluente apresentou concentrações acima do previsto na norma para o parâmetro DBO_5 o que pode ser justificado em função de variações na composição dos produtos de higiene e limpeza e do efluente utilizados no preparo, o que de acordo com Chrispim e Nolasco (2016) não interfere no tratamento.

Os testes de DQO e DBO_5 mostraram redução durante o período de avaliação para os tratamentos com os três filtros (Figura 2A). De forma similar, os resultados observados para o parâmetro DBO_5 também mostraram redução para todos os tratamentos quando comparado aos resultados das amostras de afluente (Figura 2B). A partir dos resultados observados, é possível afirmar que os tratamentos propostos neste trabalho apresentam aptos para a remoção dos parâmetros.

Existem inúmeros tipos e formatos de sistemas de tratamentos de

águas residuais que incluem o tratamento de águas cinzas. Contudo, em função da deterioração e da necessidade cada vez maior dos recursos naturais, de acordo com Castro e Carimissi (2011), além de ser possível, é necessário escolher um processo de tratamento de águas cinzas em que o reaproveitamento seja feito de forma segura e econômica, sendo preferíveis os tratamentos que utilizem minimamente adição de químicos e apresentem baixo consumo energético. Diante do exposto e dos resultados obtidos, pode-se considerar que o tratamento de águas cinzas por meio de filtros de areia intermitente com utilização de fitoremediação é uma alternativa válida, pois apresenta baixo custo e resultados atrativos.

Quando submetidos os dados a análise estatística Tukey ($p < 0,05$ (Tabela 2)), é possível verificar que para o parâmetro de DQO o filtro de areia testemunha, apresentou as menores médias em relação às demais, ou seja, foi o tratamento que apresentou maior eficiência na remoção de DQO, entretanto, não foram observadas diferenças significativas entre as três colunas. Entretanto, uma vez que o afluente foi o que apresentou médias de DQO significativamente maiores que a dos tratamentos avaliados, indiferentemente do tratamento utilizado, todos eles reduziram os

valores de DQO, e apresentaram-se como boa alternativa para este fim.

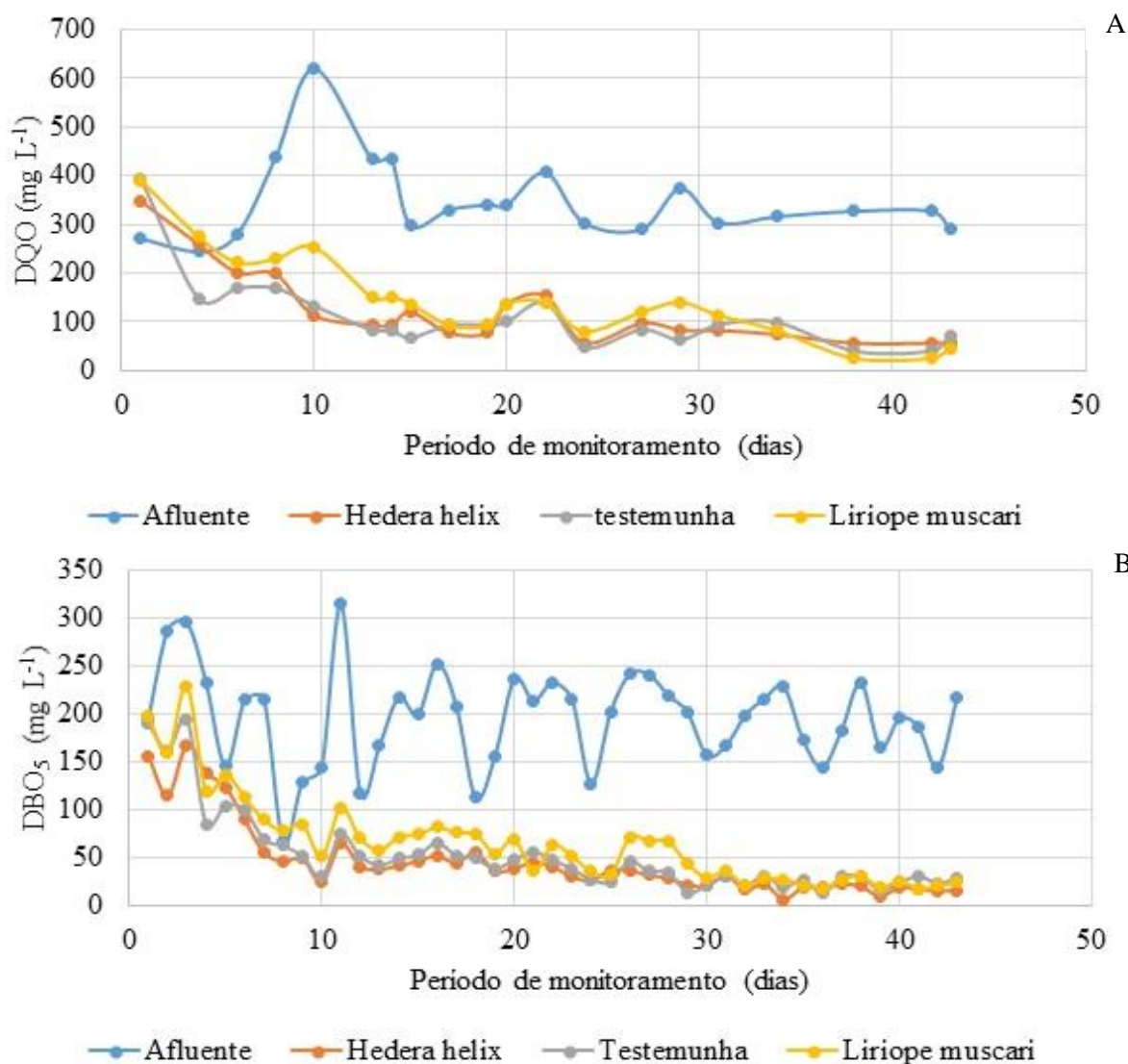


Figura 2. Gráficos com as reduções de DQO (mg.L⁻¹) (imagem A) e DBO₅ (mg.L⁻¹) (imagem B) em relação ao tempo de monitoramento.

Tabela 2. Teste de Tukey à 5%, para as leituras dos parâmetros avaliados (DBO₅ e DQO) no tratamento de águas cinzas com a utilização de filtros de areia intermitente

Amostragem	DBO ₅	DQO
Afluyente	195,4546 ^a	343,6222 ^a
Testemunha	51,7926 ^{bc}	112,1778 ^b
<i>Hedera helix</i>	45,5551 ^c	121,2667 ^b
<i>Liriope muscari</i>	64,8481 ^b	144,0222 ^b

N=4; Letras minúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

De modo semelhante, a análise estatística conduzida para o parâmetro DBO₅, mostrou que as maiores médias foram observadas para o

afluyente. Diferentemente dos resultados de DQO, houve diferença entre os tratamentos para DBO₅, e o filtro intermitente com a presença de *H. helix*

foi o que apresentou as menores médias, e portanto, os resultados mais eficientes

Quando avaliadas estatisticamente as porcentagens de remoção para o parâmetro DQO, observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3). Já o mesmo não pode ser

(Tabela 2).

observado para o parâmetro DBO₅, que apresentou maior remoção no filtro testemunha e o filtro contendo *L. muscari*.

Tabela 3. Teste de Tukey à 5%, para as remoções dos parâmetros avaliados (DBO₅ e DQO) no tratamento de águas cinzas com a utilização de filtros de areia intermitente

Amostragem	DBO ₅	DQO
Testemunha	74,3058 ^a	64,3304 ^a
<i>Hedera helix</i>	66,9121 ^b	63,7871 ^a
<i>Liriope muscari</i>	77,1302 ^a	60,7263 ^a

N=4; Letras minúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

A eficiência na remoção de DBO₅ observada na coluna contendo a espécie de gramínea (*L. Muscari*) pode estar relacionada a uma maior atividade microbiana na rizosfera da planta devido à sua estrutura radicular. Como outras espécies gramíneas, *L. Muscari* tende a ter um sistema radicular fibroso que fornece uma grande área de contato para o desenvolvimento microbiano. Ademais, *L.muscari* é popularmente utilizada como planta de forração em jardins (NESOM, 2010), dessa forma, o reuso de águas cinzas na irrigação de jardins com a presença de *L. Muscari* apresenta-se como fator contribuinte na remediação das águas cinzas.

Como parte do processo de fitorremediação, os microorganismos têm um papel importante para a biodegradação de compostos orgânicos e inorgânicos. Enquanto *L. Muscari* hospeda uma grande quantidade de microorganismos, *H. helix* não forma um extenso sistema radicular subterrâneo devido às suas propriedades de escalada e ao sistema radicular aéreo (WAGGY, 2010), conseqüentemente, *H. helix* não proporciona a mesma qualidade de tratamento biológico quando comparada a *L. muscari*.

Quando confrontados os valores encontrados no presente estudo para os parâmetros DQO e DBO₅, observa-se que a instrução normativa CONAMA nº 430 (BRASIL, 2011) que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes no Brasil não contempla o reuso de águas cinzas, entretanto, de acordo com o Manual de Conservação e Reuso da água em edificações (BRASIL et al., 2005), as águas cinzas utilizadas para irrigação, rega de jardim e lavagem de pisos são classificadas como “Água de Reuso classe 3” e devem apresentar características como, por exemplo, ausência de mau cheiro, ausência de componentes que prejudiquem plantas ou que estimulem o desenvolvimento de pragas, entre outras. Além disso, é necessário que as águas cinzas apresentem teores de DBO₅ inferiores a 20 mg L⁻¹, no presente manual não são estabelecidos valores limitantes de DQO.

Os valores observados no presente estudo evidenciam que os teores de DBO₅ reduziram durante o período de avaliação para todos os tratamentos avaliados, alcançando níveis inferiores a 20 mg L⁻¹ a partir do 31^o, 32^o e 34^o dia para os tratamentos

testemunha, *L. Muscari* e *H. helix*, respectivamente. Esses dados sugerem que a utilização de filtros de areia intermitente, com ou sem a associação de plantas, apresentam eficiência de tratamento e podem ser utilizados no tratamento de águas cinzas com vista ao reúso na irrigação de jardins.

Conclusões

A partir do estudo realizado pode-se considerar que a eficiência de remoção de DBO₅ e DQO estão intimamente relacionadas com o tempo, isso porque as maiores reduções foram observadas com o passar do tempo..

Além disso, o uso filtros de areia intermitente com a associação de plantas e sem a associação atingiu a expectativa de remoção para reúso das águas em jardins. Entretanto, como as espécies de gramíneas tem maior área de contato radicular, o espécime *L. muscari* apresentou melhor desempenho para o tratamento do que se comparado a *H. helix*.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenadoria de Apoio ao Profissional de Educação Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de graduação sanduíche na *Mercer University*, Geórgia – Estados Unidos, durante o período da pesquisa.

Referências

AL-HAMAIEDEH, H. D.; BINO, M. Effect of treated grey water reuse in irrigation on soil and plants. **Desalination**, v. 256, n. 1-3, p. 115-119, 2010.

ALLEN, L.; CHRISTIAN-SMITH, J.; PALANIAPPAN, M. **Overview of greywater reuse: The potential of**

greywater systems to aid sustainable water management. Califórnia: Pacific Institute, 2010. 41 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional das Águas; FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de conservação e reúso de água em edificações**. São Paulo: Prol, 2005. 152p. Disponível em: http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/manual_agua.pdf. Acesso em: 02 abr. 2018.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução CONAMA nº430 de 13 de maio de 2011**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em 17 mar. 2018.

BRUURSEMA, T. **The new NDF 350 and 350-1**. Plumbing Systems & Design, 2011. Disponível em: https://www.nsf.org/newsroom_pdf/SU_PSD_Magazine_Article_LT_EN_350_351_LSU-2722-0911.pdf. Acesso em 15 mar. 2018.

CARVALHO, N. L.; HENTZ, P.; SILVA, J. M.; BARCELLOS, A. L. Reutilização de águas residuárias. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, n. 2, p. 3164-3171, 2014.

CASTRO, F. R.; CARISSIMI, E. Sistema de Filtração para redução de DQO de Águas Cinzas. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA**, v. 1, p. 237-244, 2011.

CHRISPIM, M. C.; NOLASCO, M. A. Greywater treatment using a moving bed biofilm reactor at university campus in Brazil. **Journal of Cleaner**

Production, v. 142, n. 1, p. 290-296, 2016.

DICKINSON, N. Phytoremediation. **Encyclopedia of applied plant sciences**, v.3, p. 327-331, 2017.

ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; MOGENS, H.; LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. **Urban Water**, v. 4, n.1, p. 58-104, 2002.

FERRAZ, M. F. A.; SILVA, E. M. da. Estudo da viabilidade de um sistema de tratamento para reutilização de água em finalidades domiciliares diversas. **Revista Eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**, v. 19, n.3, p. 702-712, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FIORI, S.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. Avaliação qualitativa e quantitativa do reuso de águas cinzas em edificações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30, 2006.

GONCALVES, R. F.; FRANCI, T. K. Reuso de água cinza em edificações de interesse social. **Hydro (São Paulo)**, p. 58-62, 2014.

HACH. **Water Analysys Handbook**. Colorado, Estados Unidos, 2008, 1642p.

NESOM, G. L. Overview of Liriope and Ophiopogon (Ruscaceae) Naturalized and commonly cultivated in the USA. **Phytoneuron**, v. 56, 2010, p. 1-31.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. OMS - **Water global analysis and assessment of sanitation and drinking water (GLAAS) 2014** – report. Investing in water and sanitation:

increasing access, reducing inequalities, 2014. Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/glaas_report_2014/en/. Acesso em 12 mar. 2018.

ORSI, M. do C. V. L.; SARUBO, R. S. Captação e tratamento de águas pluviais para uso não potável. **Revista Sapere**, São Paulo, v. 2, 2010.

PIDOU, M. **Processos de membranas híbridas para reuso de água**. 256p. Tese (Doutorado em Sistemas Sustentáveis) - Centro de Ciências da Água, Universidade de Cranfield, Londres, UK, 2006.

RHODEN, A. C.; FELDMANN, N. A.; MUHL, F. R.; RITTER, A. F. S.; MOREIRA, A. A importância da água e da gestão dos recursos hídricos. **Revista Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, v. 1, n. 1, 2016.

SOUZA FILHO, J. C. M.; MENEZES, C. S.; SILVA, J. B.; MAGALHÃES FILHO, F. J. C.; NOVAES, T. A. C.; PAULO, P. L. Sistema híbrido de wetlands construídos tratando água cinza. In: II ECOSANLAC - CONFERÊNCIA LATINO AMERICANA EM SANEAMENTO SUSTENTÁVEL, 2012, Vila Velha - ES. Anais. Vila Velha, 7p.

WAGGY, M. A. **Hedera helix**. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory. Disponível em: <https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/vine/hedhel/all.html>. Acesso em 12 fev. 2018.