

TRATAMENTO E REÚSO DE ÁGUA CINZA PROVENIENTE DE PIA DOMÉSTICA ATRAVÉS DE UMA SISTEMA DE ALAGADO CONSTRUÍDO

Paulo Ricardo Dantas (1); Andreza Maiara Silva Bezerra (2); Weverton Pereira de Medeiros (3); Walker Gomes de Albuquerque (4)

¹Universidade Federal de Campina Grande, paulord12@gmail.com; ²Universidade Federal de Campina Grande, andrezamaiarasilva@gmail.com; ³Universidade Federal da Paraíba, weverton_cafu@hotmail.com.br; ⁴Universidade Federal de Campina Grande, walker@ccta.ufcg.edu.br.

RESUMO

A atual crise hídrica que faz com que a quantidade de água disponível seja reduzida, faz com que a sociedade modifique suas prioridades de uso da água; o reúso de águas é um fator imprescindível para que haja um maior aproveitamento desse bem, além de uma forma de reduzir o consumo exclusivo de águas de abastecimento. Desta forma, alguns tratamentos de águas residuárias podem ser indicados para a reutilização das mesmas. Os sistemas de alagados construídos vêm como uma alternativa de viabilizar o reúso, sendo uma opção de baixo custo de operação e manutenção, além de possuírem eficácia na remoção de impurezas da água. Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a eficiência de um sistema de alagado construído utilizando como substratos resíduos da construção civil e planta ornamental, no tratamento de águas cinza provenientes de pias domésticas, além de direcionar a água tratada para um reúso não potável. A água cinza foi inserida no sistema por meio de um reservatório inicial com água coletada na cantina da Universidade Federal de Campina Grande campus de Pombal. Foram analisados parâmetros físico-químicos e microbiológico para atestar a eficiência do sistema. Alguns parâmetros tiveram redução de cerca de 60, sendo o caso da demanda química de oxigênio, e acima de 90% sendo este para a análise de sólidos sedimentáveis, por gravimetria. Já para o reúso verificou-se que a água tratada poderia ser reutilizada na lavagem de agregados, preparação de concreto, compactação do solo e controle de poeira, caracterizando assim, como água de reúso classe 2.

Palavras chave: Água residuária, Eficiência de remoção; Resíduos da construção civil.

1 INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Alagados Construídos (SACs) são reservatórios preenchidos com materiais porosos, de alta condutividade hidráulica, geralmente constituídos por brita, que serve de suporte para o cultivo de plantas. Dentre os componentes fundamentais dos SACs estão as plantas, o substrato e o biofilme de bactérias formado no meio, responsáveis, direta ou indiretamente, pela ocorrência dos mecanismos de remoção de poluentes associados a esses sistemas (MARQUES, 1999). Para Zanella (2008), a utilização de plantas ornamentais para o tratamento em sistemas de wetlands (Ou SAC's) construídos é viável, agregando efeito estético ao sistema de tratamento o que permite tirar proveito paisagístico para o sistema proposto.

Considerando que os resíduos da construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas dos municípios; a sua viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reutilização, reciclagem e beneficiamento destes resíduos; e ainda a necessidade urgente de que no município seja Implementado Sistema de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos, que proporcionem benefícios de ordem social, econômica e ambiental

O reúso de águas cinzas é altamente recomendável para reduzir o consumo de água potável em edificações. A água cinza que passa pelo tratamento no SAC, pode ser reutilizada de forma não potável, agregando valor ao Sac e cooperado para a redução de consumo de água potável.

Objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência de um sistema de alagado construído em série utilizando como substratos resíduos da construção civil, no tratamento de águas cinza provenientes de pias de cozinha, além de direcionar a água tratada a um reúso adequado.

2 METODOLOGIA

O projeto foi desenvolvido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, campus de Pombal PB, no período de 07 de novembro a 05 de dezembro de 2016. Foram captadas amostras de água de pias das cozinhas da lanchonete situada na praça da alimentação da UFCG-campus Pombal. A coleta de água foi feita em baldes plásticos de 20 L de capacidade. Estes eram situados embaixo das pias da cozinha dos estabelecimentos, onde, foi desmontado provisoriamente o sifão e a água cinza era disposta diretamente no balde até enchê-lo completamente. Em seguida, a água captada foi direcionada para um reservatório (reservatório de entrada) de altura de 0,20 m, largura de 0,45m e comprimento de 0,30 m, com capacidade útil de 27,0 L.

Para a construção SACs de fluxo subsuperficial horizontal foi utilizado um reservatório plástico com capacidade de 27 L. A base do sistema foi preenchida com telhas e tijolos cerâmicos triturados (nas laterais), e com pedriscos (na zona central). A espécie de planta escolhida para este tratamento a planta ornamental *Dietes iridioides* (conhecida como Moréia). Já o SACs de fluxo vertical também foi construído a partir de reservatório com as mesmas dimensões do SACs de fluxo horizontal. Neste, foi montado um esquema sequencial vertical constituído de solo para a planta, areia, pedrisco e restos de concreto no sistema e a espécie utilizada é a *Asparagus densiflorus Sprengeri* (conhecida como Aspargo-alfinete). Na imagem 1 é demonstrado como o sistema ficou após a construção.

Foi realizada uma etapa de adaptação das plantas para funcionamento adequado do sistema durante três semanas. A inserção de águas cinza teve início no vigésimo dia de operação. A amostragem do sistema foi realizada por meio de coleta simples. Cada reservatório possui uma saída segregada para permitir a realização da coleta. No período de análises, o sistema foi abastecido com 20 litros de água cinza.



Figura 1- Esquema do Sistema de Alagado Construído (SACs)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Foram utilizados métodos instrumentais para a realização das seguintes análises:

- pH: Phmêtro de bancada;
- Turbidez: Turbidímetro;
- Condutividade Elétrica: Condutivímetro;
- Cor aparente: Colorímetro;
- Sólidos totais: Gravimetria;
- Sólidos voláteis: Gravimetria;
- Sólidos sedimentáveis: Gravimetria;
- Demanda química de oxigênio: Refluxo Fechado;
- Coliformes totais: Tubos Múltiplos.

Os resultados obtidos em cada uma das análises foram analisados e feito uma média dos mesmos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação do Sistema

A partir das análises realizadas para a água cinza bruta e para água cinza pós tratamento pelo SAC, foram analisadas as diferenças entre os valores dos parâmetros, podendo ser visualizados no quadro 1.

Quadro 1 - Resultados médios dos parâmetros analisados

	Água Cinza Bruta	Sistema Horizontal	Sistema Vertical
Cor (uC)	1167,3	1088,8	659,25
Turbidez (UNT)	481,5	341,25	169,75
Cond. Elétrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	440,2	458,8	547,5
pH	7,61	7,32	7,14
Sólidos Totais ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1078,17	1003,0	804,77
Sólidos Voláteis (mg/L)	937,9	805,67	514,7
Sólidos Sedimentáveis (ml/L)	5,47	1,7	0,375
DQO ($\text{mg O}_2/\text{L}$)	1076,0	879,57	423,87
Coliformes Totais (NMP/100ml)	2400	1609	1609

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017.

O sistema horizontal é caracterizado como a primeira etapa do sistema proposto. Já o sistema vertical é a etapa final, em que a água que sai deste é considerada como tratada pelo sistema.

A água proveniente de pias de cozinha contém alta carga de matéria orgânica advindas de alimentos. Esse tipo de água, por muitas vezes é considerada como águas negras ou até mesmo por águas cinzas escuras. Para esse trabalho, consideramos a água de pias de cozinha como águas cinza, assim como alguns trabalhos pesquisados, mas com a possibilidade apenas de reúso não potável.

Oliveira et al., 2015, em sua pesquisa, analisou a eficiência de uma SAC no tratamento de águas cinzas provenientes de máquina de lavar. Em nível de comparação da eficiência do SAC em estudo, foi comparado o nível de diminuição dos parâmetros por seu trabalho. Apesar da origem da água cinza ser diferente, é possível verificar a eficiência do sistema.

Em todos os parâmetros, com exceção da condutividade elétrica, os valores obtidos na água que passa pelo sistema foram bem menores do que a água cinza bruta. O parâmetro com maior influência no resultado foi a DQO, tendo um nível de diminuição da demanda bem elevado. Na cor e turbidez também é possível verificar o nível de tratamento do sistema.

Oliveira et al. 2015, encontrou na análise de cor o valor de 309 uC para água cinza bruta, e após o tratamento pelo SAC, o mesmo ficou com média de 20 µC. Já para o SAC do nosso trabalho, a água cinza bruta teve média de 1167,3uC e 659,25uC ao passar pelo sistema. Desta forma é verificado que para esse parâmetro houve uma grande redução nos valores obtidos nas análises; tendo uma variação em redução de aproximadamente 43%.

Para a demanda química de oxigênio, a diferença entre o valor da água cinza bruta e da água que passou pelo sistema foi de aproximadamente 652,13 mg O₂/L. Esse valor corresponde a cerca de 60% de redução de DQO.

O pH teve um valor de 7,61 para a água cinza bruta, ao passar pelo sistema o mesmo ficou com 7,14, chegando próximo a neutralidade. Essa variação correspondeu a aproximadamente 6% de redução do pH. Já no trabalho de Oliveira et al. 2015, foi encontrado cerca de 3,45% de redução desse parâmetro.

Os sólidos voláteis foi um parâmetro que verificou-se uma grande diminuição; a porcentagem foi de cerca de 45% de redução no sistema proposto, sendo maior do que no trabalho de Oliveira et al. 2015 em que o sistema diminuiu em 43% de sólidos voláteis da água cinza.

Um parâmetro com grande destaque foram os sólidos sedimentáveis. Nas análises realizadas, os sólidos que eram decantados diminuíram ao passar pelo sistema, chegando a cerca de 93% de diminuição em relação a água cinza bruta. O valor de sólidos sedimentáveis da água cinza inicial foi de 5,475 ml por litro, já ao passar pelo sistema a mesmo ficou com média de 0,3 ml/L.

Para coliformes totais a diminuição do mesmo só foi perceptível ao passar pelo sistema completo, no caso ao passar pelo sistema vertical. O valor obtido ao final do processo foi de 1609 NMP/100ml, caracterizando uma diminuição de 33% dos coliformes totais presentes na água cinza escura.

Notou-se que o sistema horizontal tem uma pequena influência no objetivo do sistema completo, necessitando que a água passe pelo sistema vertical para que obtenha uma maior diminuição dos parâmetros analisados. Desta forma, não foi aprofundado análise dos valores obtidos pelo sistema horizontal.

3.2 Reúso de água

Tomando como base o Manual de Conservação de água em edificações, serão comparados os valores obtidos na água cinza tratada pelo sistema com os valores do Manual; sendo assim foi possível determinar um reúso apropriado para a água. No quadro 2 são descritos os valores mínimos para cada tipo de reúso não potável descritos pelo Manual da FIESP.

Quadro 2: Enquadramento da água de reúso

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Parâmetros	Descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos, fins ornamentais, lavagem de roupas e de veículos.	Lavagem de agregados, preparação de concreto, compactação do solo e controle de poeira.	Irrigação de áreas verdes e rega de jardins.	Resfriamento de equipamentos de ar condicionado (torres de resfriamento).
Cor	< 10 uC		< 30 uC	
Turbidez	< 2 UNT		< 5 UNT	
Condutividade			700 < EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$) < 3000	
pH	Entre 6,0 e 9,0	Entre 6,0 e 9,0	Entre 6,0 e 9,0	Entre 5,0 e 8,3
DQO				75 mg O ₂ /L
Coliformes	Não Detectáveis	$\leq 1000/\text{ml}$	< 1000/100ml* (< 200/100ml para gramados com contato direto)	2,2 NMP/100 mL (com recirculação)

Fonte: FIESP et al., 2005.

Com a finalidade de reutilizar a água tratada pelo sistema proposto, os resultados das análises obtidas após o tratamento pelo SAC foram comparados aos valores considerados padrões para o reúso em algumas atividades definidas no quadro 2.

Os parâmetros cor e turbidez apresentaram-se altos para a água cinza tratada pelo sistema, ficando bem acima dos valores recomendáveis pelo manual de reúso utilizado. Para as classes 2 e 4 não foram estabelecidos valores mínimos para cor e turbidez.

A média da condutividade elétrica foi de 547,5 $\mu\text{s}/\text{cm}$, esse valor é aproximado do valor mínimo para águas de reúso classe 3. Em diferentes dias as águas cinzas sofrem interferências, podendo mudarem seus valores de acordo com os componentes da água; desta forma é possível utilizar essa água para o reúso de classe 3, em que consiste na irrigação de áreas verdes e rega de jardins. Não foram estabelecidos valores mínimos de condutividade para as classes 1, 2 e 4.

O pH com média de 7,14, ficou compreendido na faixa das quatro classes de reúso. Podendo ser utilizada para os fins de reúso previstos.

Para a demanda química de oxigênio o valor obtido na água que passou pelo sistema foi bastante elevado, cerca de 423 mg O₂/L, ficando bem acima do valor para água de reúso classe 4. Para as classes 1, 2 e 3 não foram estabelecidos valores mínimos de DQO.

Os coliformes totais ficaram com um valor acima dos requisitos para a água de reúso presentes no manual da FIESP et al (2005); não sendo considerados nessa análise.

Desta forma, o reúso mais adequado da água tratada pelo SAC proposto é o reúso para lavagem de agregados, preparação de concreto, compactação do solo e controle de poeira, caracterizado pela classe 2. Como não foram estabelecidos padrões de cor, turbidez, condutividade e DQO para esse fim, entende-se que os valores não afetariam a reutilização da água, já que este reúso é sem contato direto com humanos e animais, procedendo-se de forma indireta.

4 CONCLUSÕES

O sistema de tratamento pelo Sistema de Alagado Construído visando tratar e reutilizar águas cinza se mostrou eficiente na diminuição dos valores dos parâmetros analisados, com proximidade de atendimento ao reúso para construção civil como preparação de concreto, compactação do solo e controle de poeira, etc.

Sendo assim, o sistema de SAC construído com fluxo subsuperficial horizontal seguido de um de fluxo vertical possui viabilidade técnica e econômica para a utilização no reúso de águas cinzas provenientes de pias domésticas, além de ser esteticamente interessante para o local em que o sistema seria implantado.

A remoção dos parâmetros de turbidez, sólidos sedimentáveis e DQO foram as com maiores destaques, com mais de 60% de redução dos seus valores médios para a água tratada quando comparados a água cinza bruta.

Por fim, incentiva-se a utilização desses tipos de sistemas em tratamentos de água, até mesmo procurar técnicas e alternativas para que os SACS possam também tratar águas provenientes de outras fontes.

REFERÊNCIAS

FIESP et al. **Conservação e Reúso da Água em Edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005. 152 p.

MARQUES, D. M. Terras úmidas construídas de fluxo subsuperficial. In: CAMPOS, R.(Coord.). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 409-435.

OLIVEIRA, D. M.C.; PERALTA, A.H.; CARDOSO, M. L.; CONSTANZI, R.N. Tratamento de Água Cinza Através de um Sistema de Alagado Construído. **Revista Hipótese**, Itapetininga, v. 1, n.2, p. 48-64, 2015.

ZANELLA, L. **Plantas ornamentais no pós tratamento de efluentes sanitários: Wetlands Construídos utilizando brita e bambu como suporte**. 2008. 189 f. Tese - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.