

AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA ALAGADO CONSTRUÍDO NO TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS PROVENIENTES DE PIAS DOMÉSTICAS

Walker Gomes Albuquerque¹
Paulo Ricardo Dantas²
Andreza Maiara Silva Bezerra³
Jéssica Araújo Leite Martildes⁴
Weverton Pereira de Medeiros⁵

^{1,2,3,4} Núcleo de Águas e Meio Ambiente - NAMA, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB, Brasil,
walker@ccta.ufcg.edu.br; paulord12@gmail.com
andrezamaiarasilva@gmail.com; jessmartildes@gmail.com

⁵ Universidade Federal da Paraíba, Pombal – PB, Brasil, weverton_cafu@hotmail.com

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 reuso 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.

Material e Métodos

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 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 iridoides* (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).

As análises realizadas para atestar a eficiência do sistema estão descritas na Tabela 1. As análises se procederam durante 1 mês, e foram realizadas semanalmente, totalizando quatro análises. Seus resultados foram analisados e feitos uma média dos mesmos.

Tabela 1. Parâmetros determinados e métodos utilizados

PARÂMETROS	MÉTODO INSTRUMENTAL
pH	Phmêtro
Turbidez	Turbidímetro
Condutividade Elétrica	Condutivímetro
Cor aparente	Colorímetro
Sólidos Totais	Gravimetria
Sólidos Voláteis	Gravimetria
Sólidos Sedimentáveis	Gravimetria
Demanda Química de Oxigênio	Refluxo Fechado
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Oxímetria
Coliformes Totais	Tubos Múltiplos

Resultados e Discussão

Avaliação do Sistema

A partir das análises realizadas nas análises da água cinza bruta e da 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

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 reuso 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 se verificou 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 dos mesmos 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.

Reuso 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 reuso apropriado para a água. No quadro 2 são descritos os valores mínimos para cada tipo de reuso não potável descritos pelo Manual da FIESP.

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 reuso em algumas atividades definidas no quadro 3.

Os parâmetros cor e turbidez apresentaram-se altos para a água cinza tratada pelo sistema, ficando bem acima dos valores recomendáveis pelo manual de reuso 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 µs/cm, esse valor é aproximado do valor mínimo para águas de reuso 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 reuso 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.

Quadro 2. Enquadramento da água de reuso

Parâmetros	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
	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 (μ S/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	≤ 1000/ml	< 1000/100ml* (< 200/100ml para gramados com contato direto)	2,2 NMP/100 mL (com recirculação)

Fonte: FIESP et al. (2005).

O pH com média de 7,14, ficou compreendido na faixa das quatro classes de reuso. Podendo ser utilizada para os fins de reuso 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 reuso 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 reuso presentes no manual da FIESP et al. (2005); não sendo considerados nessa análise.

Desta forma, o reuso mais adequado da água tratada pelo SAC proposto é o reuso 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 reuso é sem contato direto com humanos e animais, procedendo-se de forma indireta.

Conclusão

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 reuso 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 reuso 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 Reuso 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. 189f. Tese. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2008.