

WETLANDS CONSTRUÍDOS PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA CINZA

Danielle Martins Cassiano de Oliveira (*), Ricardo Nagamine Costanzi

* Universidade Tecnológica Federal do Paraná, danielle.martins.cassiano@gmail.com

RESUMO

Na atualidade, o reúso das águas torna-se necessário pela escassez dos recursos hídricos. Os *wetlands* construídos são uma alternativa para viabilizar a reutilização de água e também, podem contribuir para a paisagem local. Este trabalho tem o objetivo de analisar a eficiência de um *wetland* de fluxo subsuperficial horizontal seguido de um *wetland* de fluxo vertical para o tratamento de águas cinzas provenientes de máquina de lavar roupa. O efluente foi inserido no sistema em um reservatório pulmão que abastecia o sistema de tratamento de *wetlands*. As análises realizadas foram semanais com os parâmetros de pH, turbidez, condutividade, cor aparente, sólidos totais, sólidos voláteis, sólidos suspensos e demanda química de oxigênio (DQO). Os resultados apresentam uma eficiência para cor aparente, turbidez e DQO acima de 90%.

PALAVRAS-CHAVE: *Wetlands* construídos, Reúso, Águas cinzas.

INTRODUÇÃO

A preservação das águas naturais tem sido um tema de grande relevância para sociedade. Com a recente seca que atinge o sudeste brasileiro prejudicando a maioria das cidades, a conservação de água é destaque como forma de garantir a qualidade de vida da população.

Uma estratégia para a melhor gestão dos recursos hídricos é o reúso da água, pois evita a captação de água de melhor qualidade para atividades que não necessitam de águas com qualidade superior, conseqüentemente ocorre a preservação dos mananciais (TEXEIRA, 2003).

Neste contexto, o reúso da água através de tratamentos com *wetlands* construídos torna-se uma alternativa para minimizar o consumo da água. *Wetlands* construídos são ecossistemas artificiais com a utilização de diferentes tecnologias, partindo do princípio de funcionamento de sistemas naturais capazes de modificar e melhorar a qualidade das águas (SALATI et al., 2009). Esse tipo de tratamento possui muitas vantagens econômicas e operacionais. Sua construção é barata e de fácil manutenção. Estes sistemas são tolerantes à variações hidráulicas e a carga de contaminantes. (DORNELAS, 2008).

Nos sistemas de *wetlands* são utilizadas plantas aquáticas para o tratamento do efluente gerado. Estas plantas crescem na água ou próximas aos corpos d'água, podendo ser submersas, imersas ou flutuantes. São muito importantes para o sistema aquático e tem grande participação nos processos biogeoquímicos destes ambientes (Weis e Weis, 2004).

Os *wetlands* construídos podem ser associados a sistemas individuais que possibilitem gerar um efluente com características de melhor qualidade, para o lançamento em corpos hídricos ou receptores ou ainda reutilizados na irrigação de jardins, campos e culturas (SILVA, 2007).

O objetivo deste trabalho é analisar a eficiência de remoção no tratamento de águas cinzas provenientes da máquina de lavar roupas com um sistema de *wetland* construído de fluxo horizontal seguido de um *wetland* de fluxo vertical.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de *wetland* foi construído na casa de vegetação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus Londrina, localizado sob as coordenadas geográficas de latitude 23°18'2854''S e longitude 51°06'5066''O. O sistema completo é composto de um reservatório, um *wetland* construído de fluxo subsuperficial horizontal seguido de um *wetland* construído de fluxo vertical.

RESERVATÓRIO DE ENTRADA

O reservatório utilizado possuía altura de 0,3 m, largura de 0,3 m e comprimento de 0,45 m, com capacidade útil de 40,5 L. O sistema era abastecido a cada dois dias com 20 litros de águas cinza proveniente da máquina de lavar roupa de uma residência com 4 moradores. O controle de vazão de entrada era realizado por válvula hidráulica.

WETLAND CONSTRUÍDO DE FLUXO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL

Para a construção do *wetland* construído de fluxo subsuperficial horizontal utilizou-se reservatório com altura de 0,3 m, largura de 0,3 m e comprimento de 0,45 m. A base do sistema foi preenchida com pedrisco, cujo diâmetro era de 4,8 mm, na zona central e com pedra brita nº 0 nas laterais. A espécie de planta escolhida para este tratamento foi a planta aquática *Cyperus Papyrus*.

WETLAND CONSTRUÍDO DE FLUXO VERTICAL

O *wetland* construído de fluxo vertical também foi construído a partir de reservatório com as mesmas dimensões do *wetland* de fluxo horizontal. Foi montado um esquema seqüencial vertical constituído de 0,06 m de brita nº 0, 0,03 m de pedrisco, 0,18 m de areia grossa e 0,015 m de pedrisco novamente. A espécie inserida para a *wetland* construída de fluxo vertical foi a *Heliconia Rostrata*.

A figura 1 mostra o *wetland* construído composto do reservatório, *Wetland* construído de fluxo subsuperficial horizontal e *Wetland* construído de fluxo vertical.



Figura 1: Wetland Construído

OPERAÇÃO

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 possuía uma saída segregada para permitir a realização da coleta. O sistema foi regado com águas cinza de dois em dois dias com uma vazão média de 10,8 L.d⁻¹. As amostras foram coletadas durante um mês para as análises das variáveis: pH, turbidez, condutividade, cor aparente, sólidos totais, sólidos voláteis, sólidos suspensos e demanda química de oxigênio (DQO).

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos através das análises estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1: valores na entrada, no sistema intermediário e na saída do sistema.

	Entrada	Intermediário	Saída
--	---------	---------------	-------

pH	7,53 ± 0,73	7,12 ± 0,13	7,27 ± 0,48
Turbidez (UNT)	66,50 ± 43,40	24,48 ± 11,00	4,04 ± 4,03
Condutividade (µS.cm⁻¹)	243,44 ± 113,18	300,20 ± 62,19	384,03 ± 32,75
DQO (mg.L⁻¹)	794,70 ± 361,35	249,62 ± 151,44	40,87 ± 40,23
Cor aparente (uC)	309,25 ± 252,48	109,50 ± 64,07	19,67 ± 18,48
Sólidos Totais (mg.L⁻¹)	552,00 ± 368,86	364,50 ± 74,57	299,00 ± 74,70
Sólidos Dissolvidos (mg.L⁻¹)	274,66 ± 361,97	257,50 ± 157,54	114,67 ± 53,12
Sólidos Suspensos (mg.L⁻¹)	36,00 ± 27,34	17,33 ± 10,10	6,00 ± 6,93
Sólidos voláteis (mg.L⁻¹)	31,75 ± 24,96	12,08 ± 8,82	3,50 ± 4,36

O pH apresentou valores médios no sistema com uma propensão alcalina e valores máximos absolutos próximos de 8,5 no sistema intermediário em algumas amostras. Na saída ocorreu uma maior variação do que no sistema intermediário. Isso pode ter ocorrido devido a forma de funcionamento do sistema, pois o efluente na saída possui um tempo de detenção maior, ocorrendo uma maior influência de águas cinza irrigadas anteriormente a coleta. Outro fator importante na variável pH é a variação de material suporte ao longo do sistema: brita seguida de areia. O pH do efluente tratado se enquadra no padrão de potabilidade da água de acordo com a portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, a qual varia de 6 a 9,5. O maior valor de pH obtido na saída foi de 7,8.

A turbidez na entrada do sistema foi maior do que nas coletas intermediária e final com uma variação de 20 a 120 UNT (Figura 2). A variação nos valores de turbidez diminui conforme a água residuária atravessa o sistema de tratamento. Dessa forma, a turbidez na saída do *wetland* vertical variou entre 1 e 10 UNT, resultando em uma turbidez média de 4,04 UNT, valor que representa 94% de remoção de turbidez.

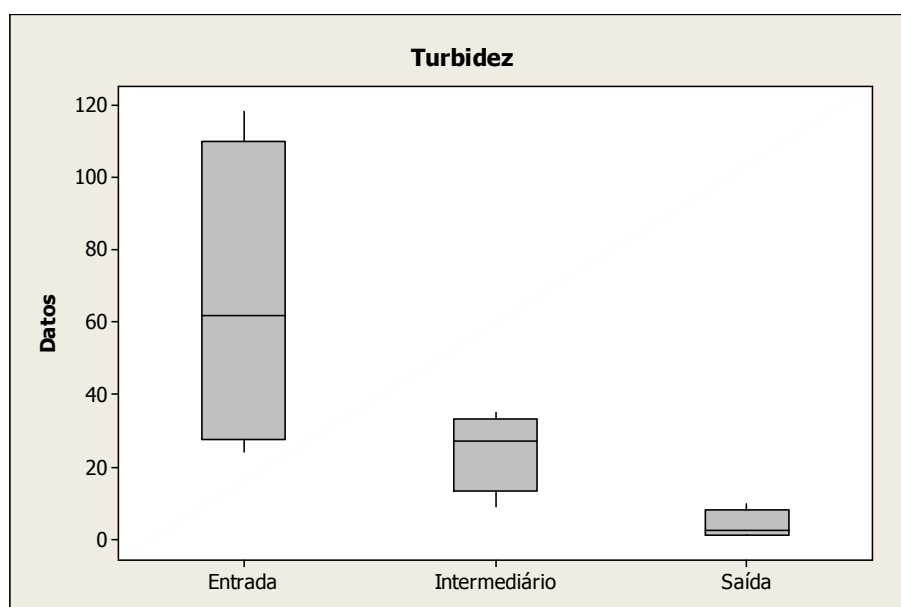


Figura 2: Valores de turbidez da entrada, sistema intermediário e saída.

Quanto maior o valor da turbidez maior será a quantidade de sólidos suspensos presentes nas águas cinza. Assim, como a turbidez diminuiu ao passar pelo tratamento, também, os sólidos suspensos (SST) diminuiram de acordo com a equação 1 com um fator de correlação (r^2) de 0,762.

$$\text{SST} = 0,493 \times \text{Turbidez} + 4,151$$

equação (1)

A condutividade aumenta conforme atravessa o sistema de tratamento com uma condutividade inicial média de $243,44 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e final de $384,03 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ provavelmente pela sequência dos elementos que constituem o substrato no qual a vegetação está fixada, bem como pela solubilização de substâncias associado ao processo biológico. A condutividade elétrica indica as quantidades de sais existentes na água. Houve uma grande variação de valores encontrados nas águas cinza utilizadas, com valores entre 95 e $370 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Esta elevada variação também foi encontrada por Alexandre et al. (2011) devido a sujidade das roupas.

A demanda química de oxigênio (DQO) diminuiu gradativamente (Figura 3). A entrada apresentou uma variação de 1.100 a $400 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ com um valor médio na saída de $40,87 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Houve uma eficiência de remoção de DQO de aproximadamente 95%, a qual pode ser considerada relativamente alta para sistemas de tratamento de águas cinza.

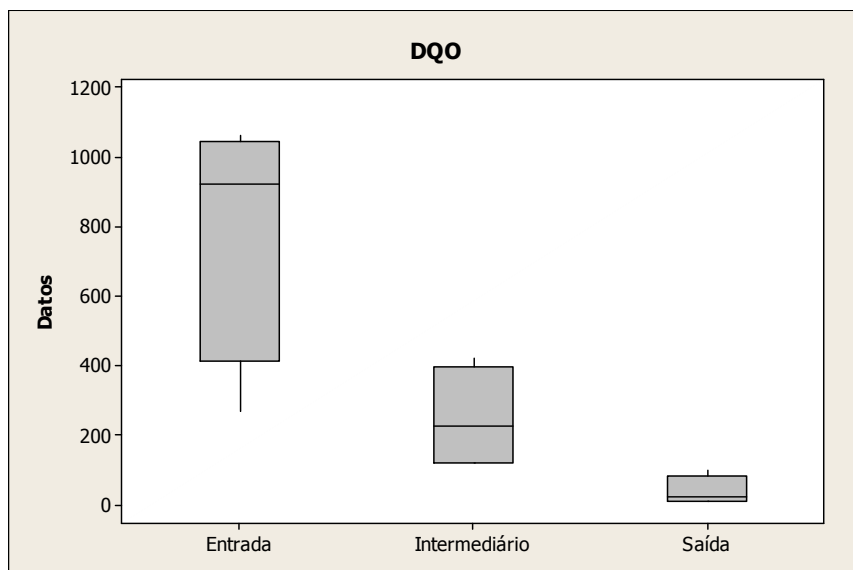


Figura 3: Valores de DQO de entrada, intermediário e de saída.

Para a variável cor aparente também houve redução com um valor médio na entrada de 309 UC e na saída de 19,67 UC. A eficiência de remoção de cor aparente foi de 94%.

A cor aparente (CA) apresentou uma forte correlação com os sólidos dissolvidos, ou seja, quanto maior os valores de cor aparente das águas cinza, maior a concentração de sólidos dissolvidos (SDT). A equação 2 apresentou uma correlação (r^2) de 0,865.

$$\text{SDT} = 1,064 \times \text{CA} + 108,3$$

equação (2)

Os sólidos apresentaram uma diminuição de forma geral. Os sólidos totais tiveram uma redução de 46%, já para os sólidos dissolvidos a redução foi de 59%. Os sólidos suspensos apresentaram uma redução de 83% e para os sólidos voláteis a redução foi de 89%. A maior eficiência de remoção encontrada foi para os sólidos voláteis, o que pode indicar uma remoção da carga biodegradável. Os sólidos dissolvidos no efluente final apresentaram valor médio de $114,67 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, que pode ser enquadrado no padrão de potabilidade de água.

CONCLUSÃO

A partir das análises dos resultados obtidos pelo sistema de *wetland* com a utilização de um *Wetland* construído de fluxo subsuperficial horizontal seguido de um *Wetland* construído de fluxo vertical pode-se concluir que este sistema possui viabilidade técnica e econômica para utilização no reúso de águas cinza de sistemas residenciais e condominiais.

A qualidade de água produzida permite o seu reúso na lavagem de pisos e nos sistemas hidráulicos de descarga sanitária com o uso de desinfecção simplificado, adição de hipoclorito de sódio. A eficiência de remoção dos parâmetros cor aparente, turbidez e DQO apresentaram eficiências médias maiores que 90%. Alguns destes parâmetros enquadraram-se nas normas de padrão de potabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DORNELAS, F. L. **Avaliação do desempenho de wetlands horizontais subsuperficiais como pós-tratamento de efluentes de reatores UASB**. 2008. 101f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.) - Escola de Engenharia da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
2. TEIXEIRA, P. C. **Emprego da flotação por ar dissolvido no tratamento de efluentes de lavagem de veículos visando a reciclagem da água**. 2003.199f. Dissertação (Mestrado em Concentração de Saneamento e Meio Ambiente) – Comissão de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.
3. ALEXANDRE, E. C. F.; PEREIRA, A. V.; CASTRO, M. L. L. Caracterização e tratamento de águas cinza com fins não potáveis. **Anais do IX Seminário de Iniciação Científica, VI Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação e Semana Nacional de Ciência e Tecnologia**. Goiás, 2011.
4. BRASIL. Ministério da Saúde (2011). Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Disponível em: <http://bvmsms.saude.gov.br/bvms/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 25 mar. 2014.
5. SILVA, S. M. **“Wetlands Construídos” de fluxo vertical com meio suporte de solo natural modificado no tratamento de esgotos domésticos**. 2007. 231f. Dissertação (Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos). Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.
6. WEIS, J. S.; WEIS, P. Metal uptake, transport and release by wetland plants: implications for phytoremediation and restoration. **Environ. Int**, v.30, p. 685-700, 2004.