

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

Utilização do sistema “*wetland construído*” no tratamento de águas cinzas da máquina de lavar roupa

Emerson L. Leal¹, José A. Avila²; Marcelus A. A. Valentim³

Resumo - Devido a grande preocupação com a escassez de água no planeta, elaboramos um projeto que visa tornar o uso consciente da água proveniente da máquina de lavar roupas. Os “*Wetland Construídos*” (WC) são partes de um sistema dimensionado e construído para o tratamento de águas cinzas. Este trabalho relata o desempenho de quatro sistemas que foram instalados em duas residências, utilizando material reutilizado na sua construção (seis galões d’ água de 20 L) e utilizados com meios suporte: Carvão Ativado, Carvão Comum, areia e Brita. Cada sistema foi cultivado com macrófitas emergentes (*Cyperus papyrus* var. *Nanus*) conhecida popularmente como mini papiro. Foi possível reutilizar aproximadamente 83,2 litros de água/mês (1^o e 2^o meses de operação).

Palavras-chave: Wetland construído, reuso de águas cinzas, macrófitas.

Abstract - Because of the concern with shortage of water on the planet, we developed a project to reach the population in order to make conscious use of water from the washing machine. The Constructed Wetlands (WC) are parts of a system sized and constructed for treatment of greywater. This paper reports the performance of four wetland systems that were installed in two homes, using reused materials (4 gallons of water 20 L) with: activated carbon support, common coal, sand and rock. Each system has grown with macrophytes (*Cyperus papyrus* var. *Nanus*). It was possible to reuse approximately 83.2 liters of water / month.

Keywords:

Constructed Wetland, Greywater reuse, macrophytes.

¹ Fatec Tatuapé – Victor Civita. emerson.lima10@hotmail.com

² Fatec Tatuapé – Victor Civita. avillaprofessor@gmail.com

³ Fatec Tatuapé – Victor Civita. marcelus.valentim01@fatec.sp.gov.br

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.**1. Introdução**

O Brasil, apesar de seu potencial hídrico, vem apresentando problemas com o abastecimento de água, segundo um relatório da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a cultura (UNESCO), estima-se que as reservas hídricas no mundo podem encolher 40% até 2030 se não for utilizada de forma consciente. (PORTAL BRASIL, 2015).

O aumento no consumo de água nos centros urbanos vem gerando simultaneamente um maior volume de esgotos. Se não tiver um destino adequado, este resíduo pode poluir o solo e contaminar o ambiente aquático. Através desta realidade corrobora a necessidade de se desenvolverem novas tecnologias economicamente viáveis para o tratamento de águas residuárias, buscando o seu reuso.

Nesse sentido, o presente trabalho apresenta uma proposta de sistema de reuso da água da máquina de lavar roupa, que vise o tratamento “in loco”, de forma natural e com baixo custo, por meio do conceito do sistema “*Wetland Construído*”, reutilizando materiais (galões de água), com vistas a gerar uma água de reuso compatível para sua utilização em vasos sanitários, irrigação e lavagem de pisos e com potencial de armazenamento sem adição de produtos químicos (p. ex. cloro).

2. Referencial Teórico

O termo “sistemas naturais” vem sendo utilizado para os sistemas de tratamento de águas residuárias que tenham como componentes: força gravitacional, microrganismos, plantas e também algumas espécies animais. Bombas e tubulações fazem parte do sistema, mas a dependência por fontes externas de energia para a realização do tratamento não é prioritária (REED et al., 1995).

Em meados do século XX nos EUA, alguns pesquisadores começaram a estudar os “*Wetlands Construídos*” a partir da observação da aparente capacidade de tratamento das áreas de várzea e também antevieram a possibilidade do seu efluente como fonte de água e de nutrientes (USEPA, 1999 apud Valentim, 2003, p. 21).

Um dos seus principais componente, as macrófitas são aquáticas e podem ser emergentes e/ou flutuantes, devendo ter como características: fácil propagação e crescimento rápido, alta capacidade de absorção de poluentes, tolerância a ambiente eutrofizado, fácil colheita e valor econômico (VALENTIM, 2003). Estes

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

fatores foram considerados para a escolha do Mini Papiro (*Cyperus papyrus* var. *Nanus* – origem do Norte da África) para esta pesquisa.

Para o outro fator, o meio suporte, são utilizadas, na grande maioria dos sistemas instalados na Europa, EUA e Brasil a areia lavada e a brita. Apesar de ser o item de maior custo na implantação do sistema, eles permitem fluxo regular por grande período e sem entupimento (VALENTIM, 2003). Além destas características, a atuação efetiva deste no tratamento e melhoria da qualidade final do efluente é importante.

3. Método

Os Sistemas foram compostos por duas máquinas de lavar roupas (localizadas em casas distintas), e quatro módulos feitos com galão d' água reutilizados (Figura 1) para o tratamento da água cinza. Além disso, para a remoção dos fiapos, foram utilizados mais dois galões d' água como pré-filtros, preenchidos com brita, e por onde a água da máquina passou antes de ser colocada nos *wetlands*. O efluente era controlado por uma torneira, fixada a 5 cm da base.

O Sistema foi relativamente simples, com a intenção de que o sistema fosse econômico e eficiente.

Figura 1: Galões Vazios de 20L. (Fonte: Próprios autores)



Os módulos (Tabela 1) foram construídos utilizando-se material reutilizado (galão d' água de 20 L) e quatro tipos de meios suporte.

Tabela 1. “Wetlands construídos”, configuração do meio suporte e vegetação.

Wetland Construído	Meio Suporte	Vegetação
---------------------------	---------------------	------------------

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

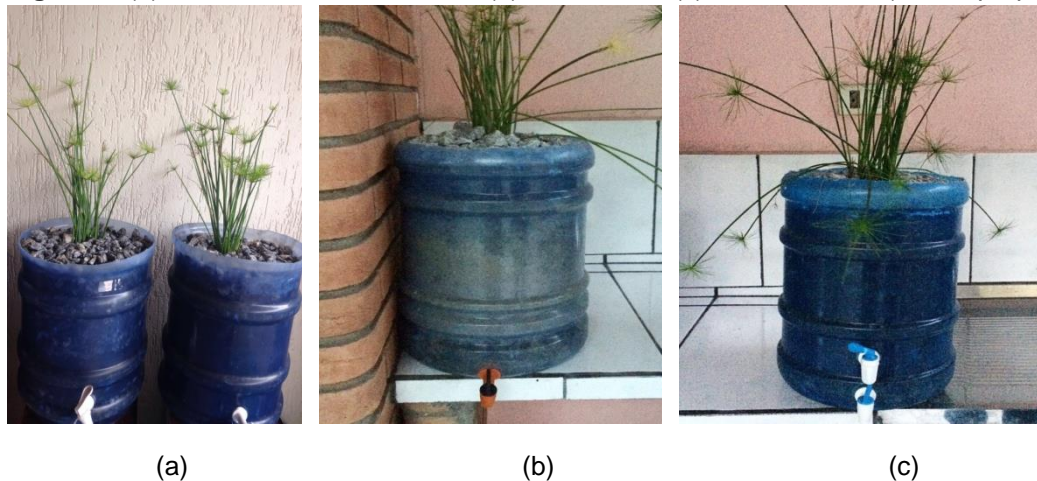
1	Carvão comum	Mini-papiro
2	Carvão ativado	Mini-papiro
1"	Areia média lavada	Mini-papiro
2"	Brita	Mini-papiro

Os galões já montados são apresentados na Figura 2.

Foi colocada uma camada de brita abaixo da torneira (para facilitar a drenagem), seguida do substrato-base na parte central do galão (servem como suporte para as raízes), e acima deste uma camada de brita até a parte superior do galão.

O sistema foi operado em batelada com ciclo de 05 dias (TDH), aplicando-se 5,2 L por ciclo do efluente, foram feitas três repetições para as análises de laboratórios.

Figura 2: (a) Carvão Ativado e Comum, (b) Brita, Areia, (c) Brita e Planta. (Fonte: próprios autores)

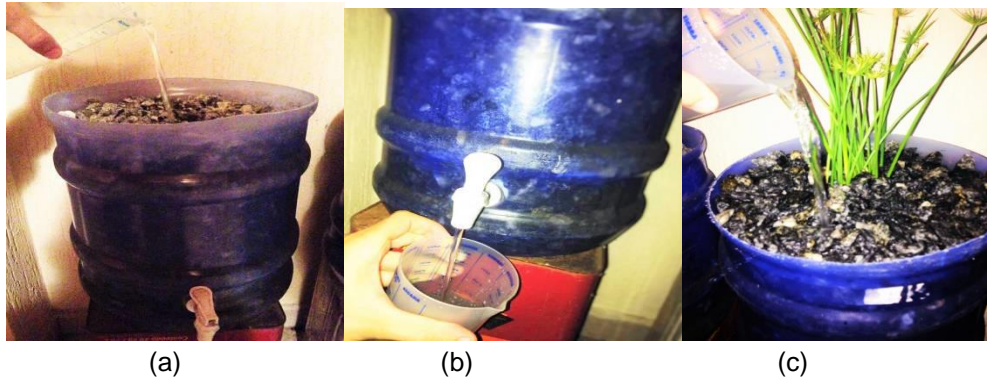


3.1. Funcionamento do sistema

Na Figura 3 é apresentado o sistema em funcionamento:

- (a): água da máquina de lavar roupa sendo aplicada no pré-filtro para a remoção dos resíduos sólidos grosseiros (fiapos, cabelo) que possam vir da máquina de lavar,
- (b): água drenada do pré-filtro
- (c): aplicação nos “*wetlands* construídos”

Figura 3: Funcionamento do sistema: (a) pré-filtro, (b) drenado, (c) colocação nos “*wetlands* construídos” (Fonte: Próprios autores)

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.**3.2. Macrófitas****3.2.1. Carvão Ativado e Carvão Comum**

Foi colocada uma muda do mini-papiro em cada um dos galões.

Este vem apresentando adaptação no módulo de carvão ativado, atingindo 35 cm de altura após quatorze semanas e brotação de mudas. A macrófita está apresentando adaptação no sistema de carvão comum, com uma média de crescimento de 33 cm de altura após quatorze semanas e brotação de mudas.

3.2.2. Areia e Brita

Foi utilizada uma muda do mini-papiro em cada galão.

O mini papiro vem apresentando boa adaptação no módulo de areia e de brita. Atingiu 30 cm de altura e 40 cm respectivamente, bem como brotação de novas mudas.

4. Resultados e Discussão**pH**

O pH não sofreu grandes variações nos “wetlands”. O sistema que apresentou maior variação foi do carvão ativado (Tabela 2), atingindo valores médios próximo à neutralidade.

Tabela 2. Valores médios do pH

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

Meio suporte	pH	DP	Diferença em relação a água da máquina (%)
Água da máquina #1	6,29	0,23	-
Carvão ativado	7,06	0,00	+12,2%
Carvão comum	6,18	0,24	-1,7%
Água da máquina #2	6,97	0,54	-
Areia	6,39	0,17	-8,3 %
Brita	6,42	0,06	-7,9 %

Tomando-se como base a Resolução CONAMA nº430 de Maio de 2011, que estabelece um valor de pH para lançamento de efluente entre 5 e 9, nota-se que os sistemas atenderiam o padrão.

Condutividade elétrica

A partir da análise da condutividade elétrica (Tabela 3), que indiretamente indica a quantidade de sólidos dissolvidos presentes no efluente, verificou-se que o sistema que apresentou melhor redução foi o com areia, que apresentou 38,3 % de redução.

Tabela 3. Valores médios da condutividade elétrica (CE).

Meio suporte	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	DP	Diferença em relação à água da máquina (%)
Água da máquina #1	7,72	3,34	-
Carvão ativado	8,84	0,11	+14,5%
Carvão comum	10,91	2,63	+41,3 %
Água da máquina#2	10,77	5,97	-
Areia	6,65	2,00	-38,3 %
Brita	14,40	0,99	+25,2 %

Em relação aos outros sistemas, houve aumento nos valores em relação ao efluente. Este aumento pode ser explicado pela solubilização dos elementos que constituem o substrato no qual a vegetação está fixada, bem como pela solubilização de substâncias associado ao processo biológico. (OLIVEIRA et al., 2015, p. 58)

Sólidos totais

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

Os sólidos totais (Tabela 4) apresentaram redução em todos os sistemas. O que apresentou maior diminuição deste parâmetro foi o sistema com areia, indicando sua maior capacidade de filtração em relação aos outros meios suporte.

Tabela 4. Valores médios dos sólidos totais (ST).

Meio suporte	ST (mg/L)	DP	Diferença em relação à água da máquina (%)
Água da máquina #1	1,6	0,64	-
Carvão ativado	0,75	0,85	- 47%
Carvão comum	0,78	0,10	- 49%
Água da máquina #2	1,8	0,06	-
Areia	0,6	0,22	- 33%
Brita	1,0	0,16	- 55%

Segundo Duarte (2006, p. 74) a determinação dos sólidos totais de uma água residuária se faz necessária para o controle da poluição hídrica, já que altas concentrações de sólidos podem afetar, de maneira significativa, a qualidade da água dos corpos receptores, pois aumenta a turbidez e diminui a saturação de oxigênio.

Custo do sistema

O custo total de implantação dos quatro sistemas foi de R\$ 117,20 e unitário R\$ 29,30. Pode-se observar baixo custo de implantação e, até o momento, não houve manutenção do sistema (troca de substrato e reposição das macrófitas).

Tabela 5. Custo total dos quatro sistemas

Material	Quantidade	Preço total (R\$)
Brita 1	5 sacos de 18 L	R\$ 17,50
Areia	1 saco de 20 kg	R\$ 3,10
Carvão ativado	2 kg	R\$ 35,00
Carvão comum	18 kg	R\$ 18,00
Galão	6	R\$ 24,00
Mini papiro	4	R\$ 19,60
TOTAL	-	R\$ 117,20

Utilização do cloro no tratamento da água: algumas considerações

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

A ATSDR (1997) publicou relatório indicando que em águas que recebiam cloro foi detectada a presença de clorofórmio. Estudos feitos em animais (ratos e camundongos), que inalaram e ingeriram uma grande quantidade deste elemento, indicaram que durante a gestação acabaram gerando aborto.

A base do sistema “wetland construído” é o tratamento natural do efluente, sem a adição de produtos químicos, evitando a geração de compostos prejudiciais à saúde.

5. Considerações finais

Pelos resultados obtidos, nota-se que o sistema que utilizou areia como meio suporte apresentou menores valores de sólidos totais, condutividade elétrica e valor de pH levemente ácido e boa adaptação da macrófita cultivada (mini papyrus).

O meio suporte carvão ativado apresentou efluente com pH próximo à neutralidade (7,06) e o carvão comum apresentou capacidade de filtração (sólidos totais) e liberação de sólidos dissolvidos, indiretamente identificados pelo aumento da condutividade elétrica.

Pode-se concluir, que um sistema que tenha areia lavada, carvão ativado e o mini-papyrus, poderá apresentar melhoria na qualidade do efluente final, contribuindo para seu armazenamento e reuso não-potável. A continuidade da pesquisa poderá confirmar esta hipótese.

Também pôde-se observar a viabilidade de reutilização de materiais para a confecção de sistemas “in-loco” de tratamento de águas cinzas para áreas reduzidas.

Há uma grande necessidade de investimento em inovação e tecnologia nas pequenas e médias cidades, sendo que os “wetlands construídos” surgem como alternativas em locais que não possuem tratamento de esgotos.

As condições climáticas do Brasil favorecem a sua aplicação. O “sistema wetland” destaca-se pela capacidade de remoção da poluição, conservar o ecossistema aquático, auxiliar na redução do aquecimento global, manter o equilíbrio do CO₂ e conservar a diversidade biológica. (DENNY, 1997)

6. Referências

Tendências, Expectativas e Possibilidades no Cenário Contemporâneo em Educação Profissional e Sistemas Produtivos.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). *Toxicological Profile for Chloroform*. Atlanta-U.S.A., 1997. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp6.pdf>. Acesso em: 27 de agosto de 2016.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. *Resolução n° 430*. Disponível em < http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol_lanceflue_30e31mar11.pdf > Acesso em: 14 de julho de 2016.

DUARTE, Anamaria de Sousa. *Reuso de água residuária tratada na irrigação da cultura do pimentão (Capsicum annun L.)*. 2006, 187f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba/SP, 2006.

DENNY, P. *Implementation of constructed wetland in developing countries*. *Water Science and Technology*, v. 35, n.4, p.27-34, 1997.

OLIVEIRA, D. M. C.; PERALTA, A. H.; CARDOSO, M. L.; CONSTANZI, R. N. Tratamento de água cinza através de um sistema alagado construído. *Revista Hipótese*, v. 1, p. 48-64, 2015.

PORTAL BRASIL. *Segundo Unesco, mundo precisará mudar consumo de água*. Disponível em < <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/03/segundo-unesco-mundo-precisara-mudar-consumo-de-agua> >. Acesso em: 14 de julho de 2016.

REED, Sherwood C.; CRITES, Ronald. W.; MIDDLEBROOKS, E. Joe. *Natural systems for waste management and treatment*. 2ª edição, McGraw-Hill, 1995. 433p.

VALENTIM, Marcelus Alexander Acorinte. *Desempenho de leitos cultivados ("constructed wetland") para o tratamento de esgoto*. 2003. 210f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola/ Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas/SP, 2003.