

**DESENVOLVIMENTO DE ÁREA ALAGADA CONSTRUÍDA (JARDIM FILTRANTE)
PARA TRATAMENTO DE EFLUENTE DA PRODUÇÃO AQUÍCOLA**

M. F. dos S. Brandão^{1,*}, W. T. L. da Silva².

¹ Universidade Federal de São Carlos, Rod. Washington Luís - km 235, CEP: 13565-905, São Carlos, São Paulo

² Embrapa Instrumentação, Rua XV de Novembro, nº 1.452, CEP: 13560-970, São Carlos, São Paulo

* Autor correspondente, e-mail: maynaferraz@live.com

Resumo: O crescente aumento por proteína animal no Brasil, impulsionou o crescimento de práticas como a piscicultura. Esta atividade utiliza-se de uma alta gama de tecnologias para maximizar a produção, sendo que algumas destas tecnologias podem causar impactos ambientais nocivos à biodiversidade aquática. Com o objetivo de minimizar estes impactos, o presente trabalho propôs um sistema piloto para tratamento de efluente da piscicultura e reuso na própria atividade, reduzindo a quantidade de água utilizada. Os primeiros resultados deste sistema piloto, ainda sem a presença das plantas, indicam boa eficiência em filtragem reduzindo a quantidade de turbidez e de algas no efluente, mas ainda baixa remoção de sais dissolvidos na água.

Palavras-chave: Aquicultura em tanque escavado, Área alagada construída, Tratamento de efluente, Reuso da água.

**DEVELOPMENT OF CONSTRUCTED WETLAND (FILTERING GARDEN) FOR THE
EFFLUENT TREATMENT IN AQUICULTURE**

Abstract: The growing increase in animal protein in Brazil has driven the growth of practices such as fish farming. This activity uses a high range of technologies to maximize production, and some of these technologies can cause harmful environmental impacts to aquatic biodiversity. In order to minimize these impacts, the present work proposed a pilot system for the treatment of fish farming effluent and reuse in the activity itself, reducing the amount of water used. The first results of this pilot system, even without the presence of plants, indicate good filtering efficiency reducing the amount of turbidity and algae in the effluent, but still low removal of dissolved salts in the water.

Keywords: Excavated tank aquaculture, Constructed wetland, Effluent treatment, Water reuse

1. Introdução

A demanda por proteína animal vem aumentando expressivamente no Brasil e no mundo, substituindo parte da alimentação de proteínas vegetais (SIDONIO et al., 2012), onde para suprir esta demanda, práticas como aquicultura (produção comercial de pescado) têm-se expandido.

Em decorrência da adição de insumo para a maximização da produção, a aquicultura apresenta impactos ambientais dentre elas a alteração da biodiversidade, introdução de nutrientes na água, introdução de compostos farmacológicos para tratamento de parasitas e infecções (HENRY-SILVA & CAMARGO, 2008).

Com o intuito de minimizar os problemas elencados será utilizado o sistema do tipo “Wetland”, também conhecidos como “Jardim Filtrante”, onde a água a ser tratada passa através de um leito de areia e brita, onde são plantadas macrófitas aquáticas (ZHI & JI, 2012).

Segundo Trein *et al.* (2015) os “Wetlands” construídos são sistemas concebidos e construídos para utilizar os processos naturais, que envolvem a vegetação, material filtrante e microorganismos, para auxiliar no tratamento de águas residuárias, onde a combinação de processos físicos, químicos e biológicos promovem a depuração de águas residuárias (Vymazal & Kropfelová,

2008). Este trabalho tem o objetivo de avaliar o uso da tecnologia “Jardim Filtrante” na remoção de sólidos suspensos, algas e outros contaminantes, visando tratamento e reuso da água no próprio sistema produtivo.

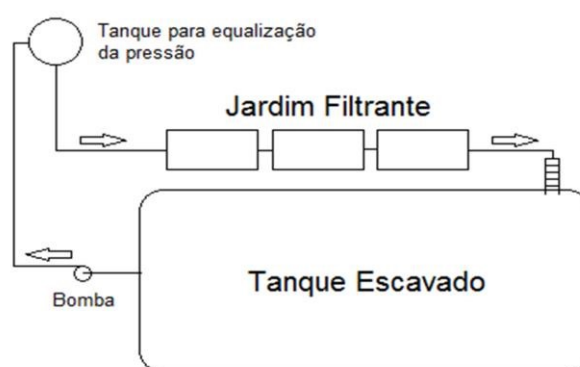
2. Materiais e Métodos

2.1. Descrição do sistema piloto

O sistema piloto, do tipo área alagada construída (“Wetland”) para tratamento de efluente oriundo do tanque de piscicultura foi instalado no Sítio São João, uma pequena propriedade rural familiar, localizada no município de São Carlos/SP (22°09’16.1”S 47°50’49.0”W), o qual possui um tanque escavado de volume aproximado de 600 m³ (Figura 1a). A propriedade faz parte da Bacia do Ribeirão Feijão, que é o principal manancial de abastecimento do município de São Carlos (SAAE, 2019).



(a)



(b)

Figura 1. (a) Imagem de satélite da propriedade Sítio São João: A- Sistema piloto e B- tanque escavado cujo efluente será tratado (fonte: Google Maps). (b) Croqui do sistema piloto.

O sistema piloto foi idealizado com o princípio de possibilitar tratamento do efluente e reuso no próprio tanque de piscicultura, promovendo uma ciclagem da água e, conseqüentemente, reduzindo a quantidade de água utilizada.

A partir da bomba existente no tanque de piscicultura o efluente é transportado para o tanque de equalização da pressão. Por gravidade, o efluente irá para o sistema piloto composto pelas 3 caixas de madeira (2,4 m³ cada, aproximadamente) preenchidas com argila expandida, onde ao final da terceira caixa o efluente passará por uma escada de aeração, retornando ao tanque de piscicultura (Figura 1b). O volume útil de cada caixa é de 0,96 m³. A coleta de amostra será realizada nos 4 pontos indicados, sendo eles: antes da caixa 1 (P1); entre as caixas 1 e 2 (P2); entre as caixas 2 e 3 (P3) e após a caixa 3 (P4), conforme mostrado na Figura 2.

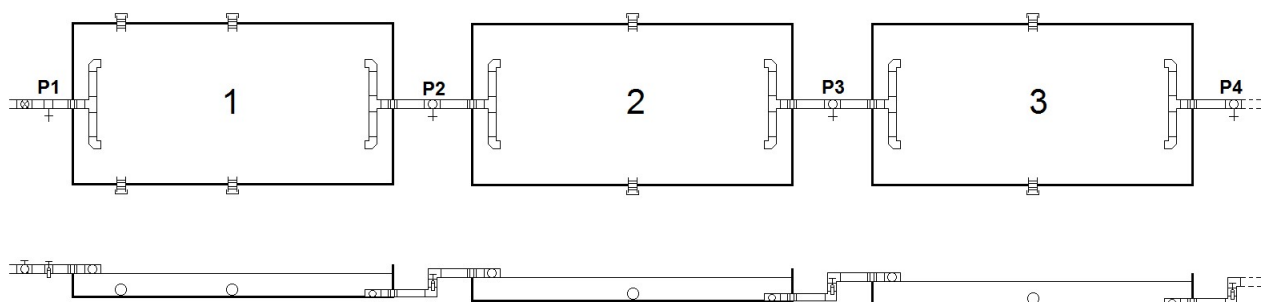


Figura 2. Disposição dos tanques sobre o solo e pontos de coletas. Na imagem, P1, P2, P3 e P4, correspondes aos pontos de amostragem P1 a P4, respectivamente.

2.2 Metodologia de coleta e análises

A coleta das amostras foi realizada em triplicata para cada ponto, em frascos âmbar de 1L revestidos externamente com papel alumínio e refrigerado após a coleta. Antes da coleta, as torneiras relativas a cada ponto, eram abertas por aproximadamente 30 segundos, para assegurar representatividade na coleta.

Nos laboratórios da Embrapa Instrumentação, foram realizadas as análises referentes à turbidez utilizando o Microprocessador portátil Turbidímetro (HI 93703) da marca Hanna Instruments, espectroscopia UV/VIS utilizado o Espectrofotômetro (UV-1601PC) da marca Shimadzu; condutividade elétrica utilizado o condutivímetro digital de bancada (CG2000) da marca Gehaka com constante célula $K=1$ e solução padrão KCl $0,01 \text{ Mol L}^{-1}$ ($1317 \mu\text{S cm}^{-1}$) e pH utilizado o pHmetro de bancada (pHB-500) da marca IonLab. Para a turbidez, os frascos foram agitados antes da análise. Para as demais análises, as amostras foram deixadas em repouso para precipitação dos sólidos sedimentáveis. Todas as análises ocorreram sem a necessidade de diluição das amostras. Para análise de UV/Vis, fez-se varredura de 800 a 400 nm.

3. Resultados e Discussão

As amostras foram retiradas do sistema piloto após 30 dias de funcionamento do mesmo, onde a partir das análises realizadas obtivemos os dados mostrados na Tabela 1 para os parâmetros da condutividade elétrica, pH e turbidez.

Tabela 1. Dados amostrais dos parâmetros de condutividade elétrica, pH e turbidez.

Pontos amostrais	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	pH	Turbidez (FTU)
P1	$35,3 \pm 0,2$	6,7	$47,7 \pm 2,1$
P2	$41,4 \pm 0,7$	6,5	$38,8 \pm 2,8$
P3	$41,5 \pm 0,3$	6,5	$22,1 \pm 4,3$
P4	$40,4 \pm 0,2$	6,5	$13,2 \pm 1,3$

No Brasil não há legislação que defina valor limite aceitável para a condutividade elétrica da água, mas de acordo com estudos de Gasparotto (2011) as amostras contaminadas por esgotos apresentam o valor para a condutividade elétrica variando entre 100 a $10.000 \mu\text{S cm}^{-1}$. Seguindo esta afirmação, valores inferiores de condutividade podem indicar uma boa qualidade da água. As análises referentes à condutividade indicam que as amostras apresentam valores médios variando de 35,3 a $41,5 \mu\text{S}$, como mostra a Tabela 1, podendo ser classificadas como efluentes com uma boa qualidade frente a este parâmetro. Para este parâmetro, os resultados mostraram que sem as plantas não foi possível a retirada de sais do efluente.

Segundo a Resolução nº 357 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) de 2005 o valor permitido para o pH de águas doces pode variar de 6,0 a 9,0 e esta variação permite a manutenção adequada para a vida aquática (GASPAROTTO, 2011). O valor médio encontrado para o pH, mostrado da Tabela 1, enquadra-se nos valores permitidos pela legislação e indica que o efluente apresenta boa qualidade em relação a este parâmetro.

Os valores de turbidez, apresentados na Tabela 1, apresentaram uma alteração expressiva nos valores variando de $47,7 \pm 2,1$ FTU no P1 até $13,2 \pm 1,3$ FTU no P4 sendo uma redução de 72% da turbidez. Este fato relaciona-se com a presença da argila expandida no sistema piloto, que se infere que tenha realizado o processo de filtragem e sorção das microalgas presentes no efluente da piscicultura. Vale destacar que no momento da coleta das amostras não havia sido plantado as macrófitas.

A análise do UV/Vis seguiu a metodologia utilizada por Couceiro *et. al* (2016) sendo observado o comprimento de onda de absorção da clorofila, Figura 3a. Os valores médios e desvio padrão da intensidade das bandas em cada ponto podem ser visualizados na Figura 3b.

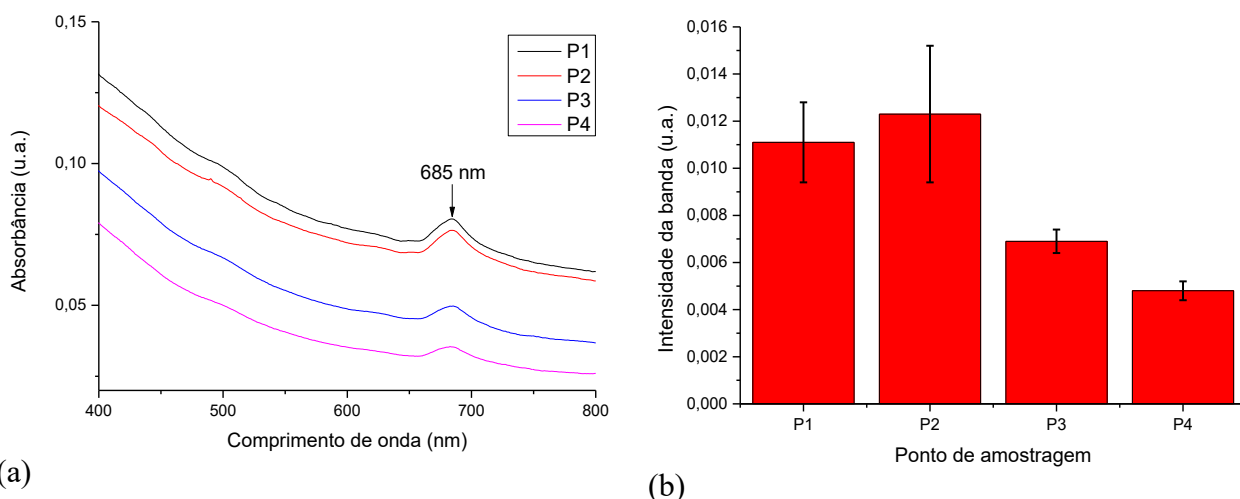


Figura 3. (a) Trecho do comprimento da onda correspondendo a faixa de absorção da clorofila e (b) intensidade da absorbância banda (685 nm) em cada ponto amostrado.

O comprimento de 685 nm corresponde a faixa de absorbância da clorofila, sendo possível visualizar que no P1, P2, P3 e P4 há presença de algas mas ocorre uma redução da absorção nos pontos respectivamente, podendo este fato ser relacionado com a redução expressiva da turbidez no P3 e P4. Os P1 e P2 não apresentam diferença significativa entre eles, fato a ser melhor investigado.

4. Conclusões

Baseado nos resultados obtidos, as conclusões preliminares do presente trabalho são que há eficiência na redução de algas pela ação de filtragem da argila expandida presente no sistema, sendo esta afirmação sustentada pelos valores obtidos de turbidez em cada ponto amostrado, bem como com aproximadamente 72%, de redução da intensidade de absorbância da clorofila. Observou-se também, por outros parâmetros de qualidade da água (pH e CE) se mantém pelo sistema piloto, haja visto que não apresentaram alterações significativas. O efluente tratado, apresentou qualidade superior em comparação ao efluente bruto, entretanto, ainda se tornam necessárias outras análises de qualidade de água, bem como o efeito da futura adição de macrófitas aquáticas ao sistema.

Agradecimentos

Autores agradecem ao BNDES e EMBRAPA pelo financiamento do projeto (BRS-Aqua / SEG 21.17.02.001.05.02.07).

Referências

- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). (2005) Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de março. p. 58-63.
- COUCEIRO, G. C.; BUSTAMANTE, Y. B.; CARVALHO, J. A.; ¹, TEIXEIRA, D. P.; DOS SANTOS, P. M.; JUNIOR, M. B.; SIMIONI, A. R. Extração e quantificação das clorofilas A e B nas folhas da *Xanthosoma Sagittifolium*. XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência. Vale do Paraíba, 2016.
- GASPAROTTO, F. A. Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP. Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 90. 2011.
- HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Impacto das atividades de aquicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas – relato de caso. Boletim do Instituto de Pesca, v. 34, n.1, p. 163 - 173, 2008, São Paulo.
- SAAE, Serviço Autônomo de Água e Esgoto. Mananciais. Disponível em: <https://www.saaesaocarlos.com.br/saaesc/index.php/agua/mananciais>. Acesso em: jul. de 2019.

- SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L.; MORCH, R.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J.; BURNS, V.; JÚNIOR, A. J. A.; MUNGIOLI, R. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. BNDES Setorial, n. 35, p 421-463, 2012.
- TREIN, C. M.; PELISSARI, C.; HOFFMANN, H.; PLATZER, C. J.; SEZERINO, P. H. Tratamento descentralizado de esgotos de empreendimentos comercial e residencial empregando a ecotecnologia dos wetlands construídos. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 351-367, 2015.
- VYMAZAL, J.; KROPFELOVÁ, L. Wastewater treatment in constructed wetlands with horizontal sub-surface flow. Republica Tcheca: Springer, 2008.
- ZHI, W.; JI, G. Constructed wetlands, 1991 – 2011: A review of research development, current trends, and future directions. Science of the Total Environment, v. 441, p. 19– 27, 2012.