

## INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NA REMOÇÃO DE COR E TURBIDEZ EM LEITOS CULTIVADOS COM *EICHHORNIA CRASSIPES* PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS

JULYENNE MENEGHETTI CAMPOS<sup>1</sup>, VANESSA C. DA CRUZ<sup>2</sup>, JOSÉ TEIXEIRA FILHO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda em Eng. Agrícola, Mestra em Eng. Agrícola, Tecnóloga em Saneamento Ambiental, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, (0XX19) 3521-1019, [julyenne.mc@hotmail.com](mailto:julyenne.mc@hotmail.com)

<sup>2</sup>Bolsista de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI/CNPq), FEAGRI/UNICAMP, Campinas – SP.

<sup>3</sup>Engenheiro Civil, Professor livre-docente, Depto. de Água e Solos, FEAGRI/UNICAMP, Campinas – SP.

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014 - Campo Grande - MS, Brasil

**RESUMO:** Leitos cultivados são sistemas de tratamento com baixo custo de implantação, operação e manutenção, que podem ser utilizados para tratamento de águas superficiais em comunidades rurais e isoladas. Neste contexto, o presente projeto visou comparar a redução de cor e turbidez da água de uma lagoa por dois leitos cultivados – um com aguapé fixado à brita como meio suporte (LCA), e outro apenas com brita (LCB), para avaliar o potencial da *Eichhornia crassipes* na retenção destes parâmetros. Os fluxos de água, cor e turbidez foram monitorados na escala horária durante o período estudado. Os resultados mostraram uma carga média de cor retida de 20 e 40 g.dia<sup>-1</sup> PtCo para LCA e LCB, respectivamente, e uma retenção média de 30% de turbidez para o LCA e 57% de turbidez para o LCB. O experimento ocorreu no inverno com temperatura do ar variando entre 15,9 e 23,5°C, precipitação total de 2,8 mm e baixa radiação solar incidente. Apesar da influência da precipitação constante e da intensa cobertura de nuvens na região, os resultados mostraram retenções médias positivas de cor e turbidez, o que pode indicar que esse sistema de tratamento de águas superficiais pode ser uma alternativa nas comunidades isoladas.

**PALAVRAS-CHAVE:** aguapé, alagados construídos, escala horária.

## THE PRECIPITATION INFLUENCE IN COLOR AND TURBIDITY REMOVAL IN CONSTRUCTED WETLANDS WITH *EICHHORNIA CRASSIPES* FOR SURFACE WATER TREATMENT

**ABSTRACT:** Constructed wetlands are treatment system with low implementation, operational and maintenance cost, which can be used to treat surface waters in isolated rural communities. In this context, the present project aimed to compare the lagoon water turbidity and color reduction through two constructed wetlands – one with water hyacinth fixed in gravel as media support (LCA), and another with gravel only (LCB), to evaluate *Eichhornia crassipes* reduction potential of these parameters. The water flow rate, color and turbidity were monitored in a hourly scale during the studied period. The results showed an average charge of color retention of 20 to 40 g.day<sup>-1</sup>PtCo for LCA and LCB, respectively, and a average retention of 30% of turbidity for LCA and 57% for LCB. The experiment took place in winter with air temperatures ranging between 15,9 and 23,5 °C, total precipitation of 17mm and low incident solar radiation. Despite of the constant precipitation influence and intense cloud cover in the region, the results showed positive average retentions for color and turbidity, what indicate the surface water treatment system can be an alternative for isolated communities.

**KEYWORDS:** water hyacinth, constructed wetlands, hourly scale.

**INTRODUÇÃO:** Leitos cultivados são sistemas de tratamento com baixo custo de implantação, operação e manutenção, que geralmente são utilizados para tratamento de águas residuárias e esgotos domésticos, mas também podem ser utilizados para tratamento de águas superficiais em comunidades rurais e isoladas. Alguns fatores climáticos podem interferir na eficiência de tratamento por leitos cultivados, entre eles podemos citar a precipitação, que além de diluir a água que está passando pelo tratamento pode provocar deslocamentos do biofilme bacteriano, que segundo GIZ (2011), é o principal responsável pelo tratamento nesse tipo de sistema. A macrófita *Eichhornia crassipes*, mais conhecida como aguapé, é uma planta de fácil obtenção e apesar de ser considerada invasora em rios e lagos, de acordo com Lorenzi e Souza (2001), é uma planta ornamental e por isso aumenta a aceitação do sistema de tratamento pela população local. Neste contexto, o presente projeto visou comparar a redução de cor e turbidez da água de uma lagoa por dois leitos cultivados – um com aguapé fixado à brita como meio suporte (LCA), e outro apenas com brita (LCB), para avaliar o potencial da *Eichhornia crassipes* na retenção destes parâmetros.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O presente estudo foi realizado no Campo Experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (Campinas/SP), localizado à S22°48'57" e longitude W47°03'33", a 640 m de altitude. O sistema realizou o tratamento da água de um reservatório localizado na Faculdade, que armazena água de uma lagoa localizada próxima ao experimento. Os leitos cultivados foram instalados em reservatórios de fibra de vidro com dimensões de 3,13m x 1,61m x 0,52m (profundidade), volume de 2,3 m<sup>3</sup>, com 4,4 m<sup>2</sup> de área, capacidade de 2.100 L e volume útil de 1.050 L. O tempo de detenção hidráulica foi calculado pela divisão entre o volume total de esgoto que entrou no leito, pelo volume útil do leito. A água era bombeada da lagoa para o reservatório, e deste para uma caixa de armazenamento de onde a água percorria por gravidade para os leitos cultivados, conforme pode ser observado na Figura 1.



FIGURA 1. Caixa de armazenamento, leito controle com brita e leito cultivado com aguapé.

O período de amostragem realizado foi de 20 à 30 de agosto de 2013, com coletas diárias, de segunda à sexta-feira, das 8h às 16h (a cada duas horas). A cada coleta realizada era medida a vazão afluente e efluente ao leito pelo método direto, e as amostras coletadas foram armazenadas em garrafas plásticas de 300 mL até a realização da amostra composta diária. Os ensaios de cor aparente foram realizados nas amostras compostas, em espectrofotômetro *Hach* (DR-2010) programa n.º 120 “Color (PtCo) APHA”, comprimento de onda 455 nm, e os resultados foram gerados na unidade de medida “mg.L<sup>-1</sup> de PtCo” (platina e cobalto). O ensaio de turbidez também utilizou amostra composta, o turbidímetro *Hach* - 2100AN, e os resultados gerados com unidade de medida “NTU” (*Nephelometric Turbidity Unit*). Os ensaios foram realizados no Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia Agrícola (UNICAMP), e os dados de precipitação e temperatura média do ar da estação meteorológica da FEAGRI foram obtidos no CEPAGRI.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os gráficos de entrada e saída de cor e turbidez no leito controle com brita e no leito cultivado com aguapé estão apresentados na Figura 2. Na Figura 2 (a) é possível observar uma semelhança entre os gráficos de entrada de cor e turbidez, também entre os gráficos de saída dos parâmetros. A Figura 2 (b) também apresenta semelhança entre os gráficos de entrada e

saída dos parâmetros. A concentração média de cor na entrada do LCB e do LCA foi  $189 \text{ mg.L}^{-1} \text{ PtCo}$ , na saída foi  $136 \text{ mg.L}^{-1} \text{ PtCo}$  para LCB e  $175 \text{ mg.L}^{-1} \text{ PtCo}$  para LCA. A carga média de entrada de cor foi  $96,2 \text{ g.dia}^{-1}$  para o LCB e  $88,8 \text{ g.dia}^{-1}$  para o LCA, enquanto que a carga média de saída foi  $51,2 \text{ g.dia}^{-1}$  para o LCB e  $65,3 \text{ g.dia}^{-1}$  para o LCA. A turbidez média de entrada foi 19,8 e 19,5 NTU para LCB e LCA, respectivamente, enquanto que na saída foi 7,3 NTU para LCB e 11,2 NTU para LCA.

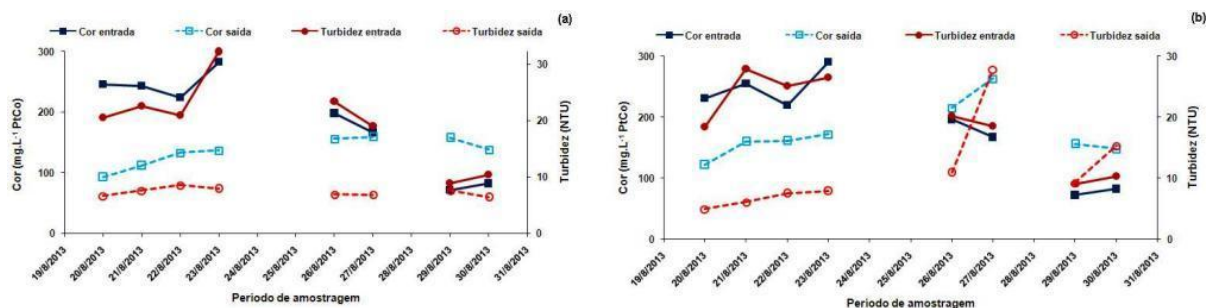


FIGURA 2. Concentrações de entrada e saída de cor e turbidez no LCB (a). Concentrações de entrada e saída de cor e turbidez no LCA (b).

As concentrações de cor afluyente variaram de 71 à  $290 \text{ mg.L}^{-1} \text{ PtCo}$ , e as concentrações de turbidez variaram de 8,9 à 32,3 NTU. Santos et al. (2013) trabalharam com água da mesma lagoa com valores de turbidez variando entre 8,7 e 58,4 NTU, próximos aos deste estudo, e concentrações de cor variando de 94 à  $364 \text{ mg.L}^{-1} \text{ PtCo}$ . Tratando a água dessa lagoa com filtros de areia e nãotecido, Santos et al. (2013) obtiveram remoções de cor variando entre 60,3 e 65,4%, e de turbidez variando de 64,4 a 70,2%, taxas de remoção maiores que deste estudo que obteve remoção máxima de 57% de turbidez e 5,4% de cor. Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios de vazão afluyente, TDH, remoção diária de cor e turbidez e precipitação total no período de amostragem do LCB, e na Tabela 2 estão apresentados os mesmos valores para o LCA. No dia 28/08/2013 não houve coleta de amostras, mas os dados de precipitação e temperatura média do ar foram apresentados nas tabelas para que se pudesse ter uma idéia do clima na segunda semana de coleta.

TABELA 1. Vazão média afluyente, TDH, remoção de cor, remoção de turbidez e precipitação total no período de amostragem do LCB.

Período de amostragem	Vazão média afluyente (L.h <sup>-1</sup> )	TDH (dias)	Remoção de cor (g.dia <sup>-1</sup> )	Remoção de turbidez (NTU)	Precipitação total (mm)	Temperatura média do ar (°C)
20/08/2013	49,2	2,1	111,0	13,9	0	19,9
21/08/2013	48,4	3,1	62,5	15,0	0	22,0
22/08/2013	47,9	2,3	66,6	12,4	0	22,9
23/08/2013	49,3	2,3	90,2	24,4	0	22,7
26/08/2013	44,8	3,3	23,7	16,5	2,8	11,9
27/08/2013	54,9	3,5	25,2	12,2	0	13,0
28/08/2013	-----	-----	-----	-----	0	16,9
29/08/2013	48,6	2,5	33,4	1,3	0	20,0
30/08/2013	48,8	2,4	-22,8	4,0	0	21,2
<b>Média</b>	<b>49,0</b>	<b>2,7</b>	<b>40,4</b>	<b>12,4</b>	<b>0,4</b>	<b>18,9</b>

É possível observar que o leito sem vegetação foi mais eficiente na retenção de cor e turbidez neste período de amostragem do que o leito cultivado com aguapé. Isso pode ter sido causado por um aumento de matéria orgânica proveniente de alguma planta em fase de decomposição, aumentando a carga de cor e turbidez da água, diminuindo a eficiência de retenção. Observa-se nas Tabelas 1 e 2 o decréscimo das taxas de remoção de cor e turbidez após o dia 26/08/13 que apresentou 2,8 mm de chuva e temperatura média do ar de 11,9 °C. Após a precipitação as taxas de remoção dos parâmetros no LCB reduziram, apresentando liberação de 22,8 g.dia<sup>-1</sup> de cor no dia 30/08, o mesmo ocorreu no LCA tendo apenas uma remoção positiva de 1 g.dia<sup>-1</sup> de cor no dia 27/08. Os dados indicam que a chuva promoveu deslocamento do biofilme aderido ao meio suporte, e por isso após a precipitação as taxas de remoção caíram, ocorrendo em alguns casos aumento de cor e turbidez na saída do leito.

TABELA 2. Vazão média de entrada, TDH, remoção de cor, remoção de turbidez e precipitação total no período de amostragem do LCA.

Período de amostragem	Vazão média afluente (L.h <sup>-1</sup> )	TDH (dias)	Remoção de cor (g.dia <sup>-1</sup> )	Remoção de turbidez (NTU)	Precipitação total (mm)	Temperatura média do ar (°C)
20/08/2013	41,6	2,4	61,1	13,5	0	19,9
21/08/2013	45,5	3,3	40,5	21,9	0	22,0
22/08/2013	36,9	2,5	35,5	17,6	0	22,9
23/08/2013	42,0	2,3	77,1	18,6	0	22,7
26/08/2013	40,5	3,6	2,4	9,3	2,8	11,9
27/08/2013	46,8	4,0	1,0	-9,3	0	13,0
28/08/2013	-----	-----	-----	-----	0	16,9
29/08/2013	44,9	2,3	-33,8	-0,2	0	20,0
30/08/2013	39,8	2,5	-26,1	-5,0	0	21,2
<b>Média</b>	<b>42,2</b>	<b>2,9</b>	<b>19,7</b>	<b>8,3</b>	<b>0,4</b>	<b>18,9</b>

Elias (2003) estudou uma Estação de Tratamento de Água composta por uma lagoa de aguapés, dois leitos cultivados com arroz, um sistema de filtração com posterior cloração, obtendo remoções máximas de 95% de turbidez e 96% de cor. Um leito de escala laboratorial cultivado com *Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes* para tratamento de águas superficiais foi estudado por Borges (2005), obtendo remoção máxima de 97% para cor e turbidez. Os autores apresentaram melhores remoções dos parâmetros do que os obtidos neste estudo, provavelmente pelas diferenças entre os tipos de tratamento ou também pela precipitação.

**CONCLUSÕES:** Concluiu-se neste estudo que leitos cultivados com *Eichhornia crassipes* são uma possível alternativa para tratamento de águas superficiais em comunidades rurais e isoladas, pois apesar de terem apresentado menor eficiência de remoção de cor e turbidez quando comparados ao leito controle, os resultados de outros autores que trabalharam com aguapé são elevados, por isso seria interessante a realização de estudos mais detalhados deste tipo de sistema. Também foi possível concluir que a precipitação teve uma influência negativa na retenção dos parâmetros, diminuindo a eficiência de retenção pelo deslocamento do biofilme.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem a CAPES e ao CNPq pelas bolsas de estudo concedidas, à CPG e ao LABSAN da Faculdade de Engenharia Agrícola – UNICAMP.

## REFERÊNCIAS

- BORGES, A. K. P. *Despoluição de águas superficiais e efluentes de piscicultura através de sistemas construídos de áreas alagadas (constructed wetland)*. 2005. 140f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas na área de concentração Microbiologia Aplicada) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, SP.
- ELIAS, J. M. *Análise da eficiência do sistema de “wetlands” construído na estação de tratamento de água para abastecimento público no município de Analândia*. 2003. 213f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, SP.
- GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH. *Technology review of constructed wetlands: Subsurface flow constructed wetlands for greywater and domestic wastewater treatment*. Sustainable sanitation – ecosan program. 36p. Eschborn, 2011.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. *Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras*. 1.088p. 3.<sup>a</sup> ed. Editora Plantarum. Nova Odessa, 2001.
- SANTOS, F. F. S.; PIRES, M. R.; PATERNIANI, J. E. S. Avaliação da filtração lenta em nãotecido sintético no tratamento de água. In: *27.º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Goiânia, GO, Brasil, 2013.