



Tratamento de água residuária de suinocultura em sistema alagado construído cultivado com *Heliconia-papagaio*

*Treatment of swine wastewater in constructed wetlands cultivated with *Heliconiapsittacorum**

SOELA, Débora Moro¹; LO MONACO, Paola Alfonsa Vieira¹; OZA, Eduardo France ¹; SANTOS, Millena Monteiro dos¹; FARIA JÚNIOR, Hélio Pena de¹; CORREA, Jorge Montoanelli²

¹ Instituto Federal do Espírito Santo -Ifes - campus Santa Teresa- ES;

Email: deboramoro.s@hotmail.com; paolalm@ifes.edu.br; eduardo.franceoza@hotmail.com; millena_monteiro@hotmail.com; heliopfj@ifes.edu.br; ²Universidade Federal do Espírito Santo – Campus Alegre - ES; Email:j.montoanelli@gmail.com;

Tema Gerador: Manejo de Agroecossistemas e Agricultura Orgânica

Resumo

Objetivou-se avaliar a eficiência de um Sistema Alagado Construído (SAC) cultivado com *Heliconia-papagaio* em comparação com um SAC testemunha (sem cultivo) no tratamento de águas residuárias de suinocultura. Os SAC's foram submetidos à uma taxa de carregamento orgânico de 100 kg ha⁻¹d⁻¹ de DBO, baseado no valor médio da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) da água residuária de suinocultura. Para avaliar a eficiência dos sistemas, análises de DBO, Sólidos Totais (ST), Sólidos Suspensos (SS), Turbidez (T) e Nitrogênio Total foram realizadas no afluente e no efluente aos SAC's, a cada 15 dias, durante o funcionamento dos sistemas. A eficiência média na remoção das variáveis foi calculada a partir das concentrações e vazões afluente e efluente. O cultivo de *Heliconia* em SAC's não apresentou diferenças estatísticas ($p < 0,05$) em relação à testemunha, na eficiência de remoção dos atributos avaliados.

Palavras-chave: eficiência; efluente; planta ornamental.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the efficiency of constructed wetlands systems (SAC's) grown with *Heliconiapsittacorum* in comparison to a control SAC (without cultivation) in the treatment of wastewater swine. The SAC's were submitted to an organic loading rate of 100 kg ha⁻¹d⁻¹, based on the mean value of the Biochemical Oxygen Demand (BOD) of the swine wastewater. In order to evaluate the efficiency of the systems, BOD, Total Solids (ST), Suspended Solids (SS), Turbidity (T), and Total Nitrogen analyzes were performed in the effluent and effluent to the SAC's every 15 days during Systems. The average efficiency in the removal of the variables was calculated from the influent and effluent concentrations and flows. The SAC *Heliconiapsittacorum* did not present statistical differences ($p < 0.05$) in relation to the witness in the efficiency of removal of the evaluated attributes.

Keywords: efficiency; effluent; plants ornamental.



Introdução

Dentre as diversas soluções propostas para tratamento de águas residuárias ricas em Material orgânico, como é o caso das provenientes de granjas suinícolas, distingue-se a sua disposição em sistemas alagados construídos (SAC's) (MATOS et al., 2010). De acordo com Matos et al. (2013), tais sistemas caracterizam-se por serem robustos, de baixo custo e de simples operação e manutenção.

A escolha da espécie vegetal é, juntamente com outras variáveis de dimensionamento, de fundamental importância para o sucesso do tratamento de águas residuárias em SACs. Recentemente, alguns trabalhos tais como os de Prata et al. (2013) e Zurita et al. (2009), vêm reportando o uso de plantas ornamentais em SACs, em razão da satisfatória eficiência na remoção de diversos poluentes de águas residuárias e pelo efeito paisagístico que proporcionam.

Na busca por outras plantas ornamentais que também possam apresentar satisfatória eficiência de remoção de sólidos ou nutrientes das águas residuárias de suinocultura em SACs, vislumbra-se a utilização da Helicônia-papagaio (*Heliconiapsittacorum*) nesses sistemas.

A Helicônia-papagaio é uma planta ornamental com elevada ocorrência no estado do Espírito Santo e se adapta muito bem em solos úmidos e ricos em matéria orgânica, fatores que favorecem o uso dessa espécie em sistemas alagados construídos no tratamento de águas residuárias de elevada carga orgânica, como as de suinocultura. Dessa forma, objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar a eficiência de SACs cultivados com Helicônia-papagaio e a influência da vegetação na remoção de poluentes de águas residuárias de suinocultura.

Metodologia

O experimento foi implantado e conduzido no setor de suinocultura do Instituto Federal do Espírito Santo – *campus* Santa Teresa.

Foram construídos 2 (dois) Sistemas Alagados Construídos (SAC's), um sem cultivo, que atuou como testemunha, e outro cultivado com Helicônia-papagaio (*H. psittacorum*), submetidos a uma taxa de carregamento orgânico (TCO) de água residuária de suinocultura de 100 kg.ha⁻¹.d⁻¹ de Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO. A aplicação desta taxa era baseada no valor médio da DBO da água residuária, o que correspondia a um tempo de detenção hidráulico (TDH) em torno de 1,3 dias.



Para a montagem dos SAC's, foram utilizados recipientes do tipo "cocho", confeccionados em polietileno de alta densidade (PEAD), com dimensões de 35 cm de altura, 49 cm de largura e 195 cm de comprimento. Como meio suporte, foi utilizada a brita # 0 (diâmetro – D60 = 7,0 mm, Coeficiente de Uniformidade D60/D10 = 1,6 e volume de vazios de 48,4%), até a altura de 30 cm, passando cada cocho a ter um volume útil de 0,118 m³.

A água residuária da suinocultura era armazenada em um reservatório de polietileno com capacidade de 2000 L, que fornecia a água residuária para 2 caixas de 100 L, funcionando com sistema de bóia, e posicionadas à montante dos 2 SAC's. No SAC foram plantadas um total de 5 (cinco) mudas da planta ornamental.

Após o plantio das mudas, o leito do SAC foi preenchido até a altura de 25 cm (deixando uma borda livre de 5 cm) com água da rede de abastecimento, para iniciar a adaptação das plantas ao meio suporte. Quinze dias (15) após o plantio, o SAC foi preenchido com água residuária de suinocultura, assim permanecendo por 45 dias, com a finalidade de adaptação das plantas ao novo meio suporte e ocorrer a formação do biofilme. Após esse período de adaptação do sistema, deu início a aplicação diária de água residuária de suinocultura na taxa pré-definida, dando início à fase experimental de monitoramento, a qual durou um período de 3 (três) meses. O SAC sem cultivo teve os mesmos tratamentos do SAC cultivado.

A taxa de aplicação da água residuária foi controlada, diariamente, por meio de uma válvula instalada na tubulação de condução da água residuária posicionada à montante dos SAC's, sendo as medições, para ajuste das vazões, efetuadas pelo método direto, utilizando-se um recipiente graduado.

Para avaliar a eficiência dos sistemas, análises de Demanda Bioquímica de Oxigênio, sólidos totais (ST), sólidos suspensos (SS), turbidez e Nitrogênio total (N-total) foram realizadas no afluente e no efluente dos SAC's, a cada 15 dias, durante o funcionamento do sistema, perfazendo um total de 6 amostras analisadas. Todas as análises foram feitas no Laboratório Qualidade de Água e Resíduos Sólidos do IFES – *campus* Santa Teresa, em conformidade com a Metodologia descrita por Matos (2015).

A eficiência (Ef) de remoção de poluentes foi calculada por meio da Equação (1), a partir das concentrações e das vazões afluentes e efluentes, obtidas nas diversas ocasiões em que foram coletadas as amostras.



$$Ef (\%) = \left[\frac{(C_A \times Q_A) - (C_E \times Q_E)}{(C_A \times Q_A)} \right] \times 100 \quad \text{Eq (1)}$$

Em que,

Ef - Eficiência de Remoção, em %;

C_A - Carga do Afluente, em mg L^{-1} ou UNT;

Q_A - Vazão do Afluente, L d^{-1} ;

C_E - Carga do Efluente, em mg L^{-1} ou UNT;

Q_E - Vazão do Efluente, L d^{-1} .

O experimento foi realizado no delineamento inteiramente casualizados (DIC), com 2 tratamentos (SACs) e com o número de repetições variando de acordo com a frequência amostral das variáveis monitoradas, totalizando 6 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo esta conclusiva, médias comparadas por meio do teste F, no caso de efeito significativo. As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa estatístico SAEG 9.1 (RIBEIRO JR., 2001).

Resultados e discussão

Na Tabela 1 estão apresentadas as eficiências de remoção da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Sólidos Suspensos (SS), Sólidos Totais (ST), Turbidez (T) e Nitrogênio total (N-total) da ARS, bem como o erro, desvio padrão e coeficiente de variação, durante o período de monitoramento do SAC cultivado com Helicônia e do SAC sem cultivo.

Tabela 1. Eficiências médias de remoção da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Sólidos Suspensos (SS), Sólidos Totais (ST), Turbidez (T) e Nitrogênio total (N-total) da ARS, no período de monitoramento dos SACs.

Variável	Tratamentos	Média ± Erro Padrão	DP	CV
DBO (mg.L^{-1})	SAC - Helicônia	82.4 ± 7.5	18.3	22.2%
	SAC - Sem cultivo	73.1 ± 6.5	16.0	21.9%
SS (mg.L^{-1})	SAC - Helicônia	81.5 ± 4.2	10.2	12.6%
	SAC - Sem cultivo	71.5 ± 11.2	27.5	38.4%
ST (mg.L^{-1})	SAC - Helicônia	80.6 ± 5.4	13.3	16.5%
	SAC - Sem cultivo	67.6 ± 8.0	19.5	28.9%
	SAC - Helicônia	83.4 ± 5.3	13.0	15.5%
T (UNT)	SAC - Sem cultivo	74.2 ± 7.9	19.3	26.0%



N_{total} (mg.L ⁻¹)	SAC - Helicônia	82.3 ± 6.6	16.1	19.6%
	SAC - Sem cultivo	73.0 ± 9.4	23.1	31.7%

*Tratamentos comparados por meio do teste F, ao nível de 5% de probabilidade, não sendo verificadas diferenças significativas.

De acordo com a Tabela 1, verifica-se que, de um modo geral, não houve diferença estatística ($P < 0,05$) entre os SAC's quanto às eficiências médias dos atributos avaliados. Apesar de não ter havido diferença, ocorreu tendência de maior eficiência de remoção de DBO, ST, T e N-total no SAC cultivado com Helicônia, quando comparado ao SAC sem cultivo.

Considerando os padrões de lançamento de DBO (60 mg L⁻¹) ou tratamento com eficiência de remoção de DBO em, no mínimo, 60%, estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente Nº430/2011 (Brasil, 2011), verifica-se que os efluentes de todos os SAC's atenderam aos padrões de lançamento quanto à remoção de DBO.

Mesmo não havendo diferença estatística, o SAC cultivado com Helicônia apresentou maior eficiência na remoção de turbidez (83,4%) em relação ao SAC não cultivado (74%). Tal Resultado já era esperado em razão da elevada eficiência de remoção obtida nos sólidos suspensos (Tabela 1), atributo altamente correlacionado com a turbidez. De acordo com Metcalf&Eddy (2003), os SAC's são eficientes na remoção de SS em decorrência da sedimentação nos interstícios, retenção por restrição ao escoamento (filtração) e adesão aos grânulos do Material suporte.

De maneira semelhante às outras variáveis, não houve diferença estatística ($P < 0,05$) entre os tratamentos, porém, verifica-se uma maior eficiência de remoção de N-total no SAC cultivado com Helicônia em relação ao não cultivado. De acordo Rossmann (2011), o melhor desempenho de SAC's vegetados em relação aos não vegetados na remoção de nitrogênio é decorrente da absorção deste nutriente pelas plantas e possivelmente, à presença de maior quantidade e diversidade de micro-organismos nos SACs vegetados, proporcionando melhores condições de desenvolvimento a estes. A maior quantidade e diversidade de micro-organismos certamente potencializam os processos de decomposição e transformação das diferentes formas de nitrogênio e, conseqüentemente, diversificam ainda mais os caminhos da remoção.

Conclusão

O cultivo de Helicônia em SAC's não apresentou diferenças estatísticas ($p < 0,05$) na eficiência de remoção dos atributos avaliados, quando comparados ao SAC sem cultivo, durante o período de funcionamento dos sistemas.



Referências Bibliográficas

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 430 de 13 de maio de 2011. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, 16 maio 2011.

MATOS, A. T.; FREITAS, W. S.; LO MONACO, P.A.V. Eficiência de alagados construídos na remoção de poluentes de águas residuárias da suinocultura. **Ambi-Água**, Taubaté, v.5, n.2, p.119-132, 2010.

MATOS, A.T.; CHAGAS, R.C.; AZEVEDO, A.A.; LO MONACO, P.A.V.; ZAPAROLI, B.R. Desempenho agrônômico do lírio amarelo cultivado sob diferentes taxas de aplicação de esgoto doméstico em sistemas alagados construídos. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.21, n.1, p.79-88, 2013.

MATOS, A. T. **Manual de análise de resíduos sólidos e águas residuárias**. Viçosa: Editora UFV, 1ª ed., 2015, 149p.

METCALF & EDDY. Inc. *Wastewater Engineering treatment Disposal Reuse*. 4. ed. New York, McGraw - Hill Book, 1815p. 2003.

PRATA, R. C. C.; MATOS, A. T.; CECON, P. R.; LO MONACO, P. A. V.; PIMENTA, L. A. Tratamento de esgoto sanitário em sistemas alagados construídos cultivados com lírio amarelo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.33, n.6, p. 1144-1155, 2013.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 301p.

ROSSMANN, M. Sistemas alagados construídos para tratamento de águas residuárias do processamento dos frutos do cafeeiro: eficiência e caracterização das comunidades microbianas. 2011. 77f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011, 77.

ZURITA, F.; ANDA, J.D.; BELMONT, M.A. Treatment of domestic wastewater and production of commercial flowers in vertical and horizontal subsurface-flow constructed wetlands. **Ecological Engineering**, Amsterdam, v.35, n.5, p.861-869, 2009.