

## TRATAMENTO DE EFLUENTE DE SUINOCULTURA COM AS MACRÓFITAS AQUÁTICAS *PISTIA STRATIOTES* E *SALVINIA* SP.

**Juliana Mara Costa<sup>1</sup>, Júnior Dasoler Luchesi<sup>2</sup>, Edionei Maico Fries<sup>3</sup>, Fábio Bittencourt<sup>4</sup>, Aldi Feiden<sup>5</sup>, Wilson Rogério Boscolo<sup>6</sup>**

**RESUMO:** Para o tratamento dos ativos ambientais, dentre eles os dejetos suínos, há grande variedade de sistemas de tratamentos. Uma alternativa é a utilização de macrófitas aquáticas. O presente trabalho objetivou avaliar a eficiência das macrófitas aquáticas *Pistia stratiotes*, *Salvinia* sp. e sua interação no tratamento de efluente de suinocultura. O experimento foi conduzido em 24 recipientes com 80L do efluente, perfazendo 3 tratamentos e 8 repetições, instalados em uma casa de vegetação com abertura lateral, com tempo de detenção hidráulica (TDH) de 4 dias. Foram avaliados os parâmetros de fósforo total, amônia, nitrato, nitrito e ortofosfato do efluente de cada unidade experimental e verificado o ganho de biomassa médio das macrófitas. Houve redução das variáveis avaliadas de qualidade de água, porém não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. A *Salvinia* sp. demonstrou-se mais eficiente para produção de biomassa, 158,60g/m<sup>2</sup> dia, em relação a *Pistia stratiotes*, 96,40g/m<sup>2</sup> dia, quando submetidas ao efluente da suinocultura, apresentando-se eficientes na remoção dos nutrientes quando individuais ou sob interação.

**PALAVRAS-CHAVE:** plantas aquáticas; meio ambiente; tratamento de resíduos

## TREATMENT OF SWINE EFFLUENT WITH AQUATIC MACROPHYTES *PISTIA STRATIOTES* AND *SALVINIA* SP

**SUMMARY:** For the treatment of environmental assets, among them the pig manure, there is great variety of treatment systems. An alternative is the use of aquatic macrophytes. This study aimed to evaluate the efficiency of macrophytes *Pistia stratiotes* e *Salvinia* sp. and their interaction in the treatment of swine effluent. The experiment was conducted in 24 containers of 80L of the effluent, making 3 treatments and 8 replicates, installed in a side opening greenhouse, with 4 days of hydraulic retention time (HRT). Were evaluated the parameters of total phosphorus, ammonia, nitrate, nitrite and orthophosphate in the effluent of each treatment and found the improve of average gain in macrophytes biomass. There was a reduction of water quality variables, but no significant difference between treatments. The *Salvinia* sp. demonstrated to be more efficient for biomass production, 158.60 g/m<sup>2</sup> day, for *Pistia stratiotes*, 96.40 g/m<sup>2</sup> days, when subjected to the pig farming effluent, performing efficient to nutrients remove when individual or in interaction.

**KEYWORDS:** aquatic plants; enviroment; waste treatment

### INTRODUÇÃO

<sup>1</sup>Mestranda em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Engenheira agrônoma, Bolsista do Programa Universidade sem Fronteiras, pesquisadora do Grupo de Estudos de Manejo na Aqüicultura/GEMAq, Campus de Toledo, Unioeste, Toledo, PR, [juh\\_agro@hotmail.com](mailto:juh_agro@hotmail.com)

<sup>2</sup>Engenheiro de Pesca, pesquisador do Grupo de Estudos de Manejo na Aqüicultura/GEMAq, Campus de Toledo, Unioeste, Toledo-PR.

<sup>3</sup>Graduando em Engenharia de Pesca, Bolsista do Programa Universidade sem Fronteiras, Campus de Toledo, Unioeste, Toledo-PR

<sup>4</sup>Doutorando, Zootecnista, pesquisador do Grupo de Estudos de Manejo na Aqüicultura/GEMAq, Campus de Toledo, Unioeste, Toledo-PR.

<sup>5</sup>Doutor, Engenheiro Agrônomo, CECE, Campus de Toledo, Unioeste, Toledo-PR.

<sup>6</sup>Doutor, Zootecnista, CECE, Campus de Toledo, Unioeste, Toledo-PR.

Trabalho submetido como resumo expandido para o I ANISUS 2010.

Segundo (GIROTTI & MIELE, 2004), a suinocultura brasileira vem se desenvolvendo e se modernizando, alcançando elevados níveis de produtividade por meio de uma trajetória de incremento tecnológico expressivo, desde o manejo do rebanho e nutrição até a sanidade e o melhoramento genético. Em 2008 o Brasil exportou US\$1,48 bilhões, um crescimento de 20% em relação a 2007, que foi de US\$ 1,23 bilhões, crescimento impulsionado principalmente pelo processo de urbanização da população de países emergentes, especialmente a China.

O Paraná destaca-se na produção de suínos, sendo auto-suficiente na produção dos principais insumos utilizados para a alimentação dos animais, e possuindo cerca de 135 mil propriedades suinícolas e um rebanho estimado em 6,07 milhões de animais. O Estado do Paraná ocupa a 3ª posição no ranking nacional Brasileiro, perdendo apenas pelos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (BUSCH, 2009).

As atividades de suinocultura no Estado do Paraná, especificamente na região de Toledo, estão cada vez mais representativas quanto aos efeitos multiplicadores de renda e emprego, sendo uma atividade predominante nas pequenas propriedades, tornando-se responsável por empregar uma quantidade significativa de mão-de-obra familiar (ROESSLER & CESCINETTO, 2003).

Porém, essa expansão sem a preocupação com os descartes dos resíduos pode gerar problemas ambientais complexos e que demandam um planejamento de medidas concretas de proteção ambiental. Como afirma (BELLI FILHO et al., 2001), as principais consequências da falta de controle na produção suinícola são a degradação ambiental pela contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas por nitrogênio e fósforo, a poluição do ar (emissão de odores) e a presença de insetos.

A inadequação dos sistemas intensivos de produção de suínos pode levar a sérios desequilíbrios ecológicos, como a morte de peixes e animais habitantes do meio aquático circundante, em função da redução do teor de oxigênio dissolvido na água, bem como toxicidade das plantas terrestres e/ou aquáticas. Portanto, a composição química e o volume dos dejetos são fatores de grande importância para o estabelecimento do sistema de manejo, armazenagem, tratamento, distribuição e utilização, destes dejetos visando à máxima redução do poder poluente, (PEREIRA, 2003).

Quanto ao tratamento dos ativos ambientais, dentre eles os dejetos suínos, o Brasil tem hoje uma grande variedade de sistemas de tratamentos à disposição no mercado, por exemplo, lagoas de decantação, biodigestores, esterqueiras, entre outros. O objetivo do tratamento de águas residuária é remover poluentes que possam prejudicar o ambiente aquático, que atuam diretamente na redução expressiva da quantidade de oxigênio dissolvido nesse ambiente impactado.

A maioria desses poluentes, os que demandam oxigênio, são considerados compostos orgânicos, porém os poluentes inorgânicos, como por exemplo, a amônia, também geram grandes preocupações devido à importância de suas consequências (GRADY et al., 1999), sendo que valores de amônia não ionizada acima de 0,20 mg/L induzem a toxicidade crônica, podendo levar à diminuição do crescimento e da resistência a doenças. Níveis entre 0,70 e 2,40 mg/L podem ser letais (KUBITZA, 1999).

Uma alternativa é a utilização de plantas aquáticas. Entre as vantagens desse tipo de sistema biológico de tratamento, com macrófitas, destaca-se a alta eficiência e o baixo investimento.

Diversos estudos vêm sendo realizados comprovando a eficiência das macrófitas aquáticas no tratamento de efluentes (PEREIRA, 2004; HENRY-SILVA, 2001; KIVAISI, 2001; REDDING et al., 1997). A alta capacidade de produção de biomassa de macrófitas aquáticas em ambientes com altos níveis de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, tem gerado interesse na comunidade científica em sua utilização em sistemas de tratamento (PISTORI, 2009).

Macrófitas aquáticas são vegetais que durante a evolução transferiram-se do ambiente terrestre para o ambiente aquático (ESTEVES, 1998), e quando comparado as

comunidade terrestres, relacionado à diversidade de espécies, as de meio aquático apresentam riqueza biológica reduzida (WETZEL, 2001).

A *Salvinia* sp., é uma macrófita comumente utilizada sob esse aspecto, pois em condições favoráveis, domina o ambiente, através de seu grande potencial de propagação vegetativa, colonizando extensas superfícies de água (GARDNER & AL-HAMDANI, 1997).

Outra macrófita que vem gerando diversos estudos é a alface d'água, sendo muito difundida. Segundo (POTT & POTT, 2000) a *Pistia stratiotes* é considerada uma espécie cosmopolita tropical e subtropical, sendo amplamente distribuída no Brasil, ocorrendo tanto em ecossistemas aquáticos naturais como em ambientes aquáticos impactados por atividades antrópicas (HENRY-SILVA & CAMARGO, 2000), como reservatórios e viveiros.

O presente trabalho objetivou avaliar a eficiência das macrófitas aquáticas *P. stratiotes*, *Salvinia* sp. e sua interação no tratamento de efluente de suinocultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na UNIOESTE – Campus Toledo, em uma casa de vegetação aberta lateralmente, coberta com polietileno transparente de 0,15 mm de espessura.

O estudo foi conduzido com duas espécies de macrófitas aquáticas, *P. stratiotes* e *Salvinia* sp., coletadas em sistemas naturais não poluídos no Centro de Pesquisa em Aqüicultura Ambiental – CPAA, em Toledo, de onde foram transportadas até o local do experimento com freqüente disposição de água para evitar o stress hídrico, sendo posteriormente depositadas em tanques de 25 mil litros, processo realizado 30 dias antes da instalação do sistema, período destinado à adaptação biológica das espécies ao novo ambiente (ESPINOZA-QUINONÉS et al., 2005).

Para a instalação do experimento, as plantas foram retiradas dos tanques e deixadas sobre uma tela, para que o excesso da água fosse drenada, e assim, submetidas à pesagem de 500g/unidade experimental e distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos, *P. Stratiotes*, *Salvinia* sp. e sua interação, com oito repetições, sendo o período experimental de 19/06 a 19/08/2009.

No sistema experimental foram utilizados 24 tanques de concreto, com capacidade de 80 litros cada um. O efluente foi armazenado em tambores de 200 L dispostos acima dos tanques, o qual lançava a água para o sistema com fluxo controlado e contínuo, a fim de apresentar um TDH de 4 dias.

O efluente utilizado foi proveniente de suinocultura, localizada na linha Três Bocas, no município de Toledo, na região oeste do Estado do Paraná, a qual apresenta um sistema de tratamento de dejetos de suínos denominado de BSI - Biossistema Integrado.

O BSI dispõem de dois biodigestores, um tanque de sedimentação, dois tanques para criação de algas e um tanque para piscicultura, sendo o último o efluente tratado.

Foram avaliados os parâmetros de P-total, amônia, nitrato, nitrito e ortofosfato do efluente, bem como a ganho de biomassa das plantas (GB), com o tempo de detenção hidráulica (TDH) de 4 dias.

Os parâmetros físico-químicos da água, pH, condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e oxigênio dissolvido (mg/L), foram mensurados semanalmente e a temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) da água monitorada diariamente às 8, 11, 14 e 17 horas. Para determinação do fósforo total, ortofosfato, amônia, nitrito e nitrato seguiram-se o proposto pela (*Standard methods for the examination of water and wastewater*, 2005).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de significância, em caso de diferença foi aplicado teste de Tukey pelo programa estatístico SAEG (SAEG, 1997).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efluente de suinocultura apresentou valores iniciais médios de 0,38 mg/L de P-total, 0,4 mg/L de nitrogênio amoniacal, 0,91 mg/L de nitrato, 0,18 mg/L de nitrito e 0,38 mg/L de ortofosfato. De acordo com (MANHÃES, 1996), constata-se o valor de P-total inferior se comparado aos parâmetros químicos de dejetos de suínos avaliados pela Embrapa, que relata o valor médio de 320 mg/L de P-total. Fato provavelmente relacionado às etapas de tratamento do próprio sistema encontrado na propriedade.

Segundo a resolução nº 357/05 do CONAMA, as águas da Classe II devem atender aos parâmetros de 0,050 mg/L de P-total, 2,0 mg/L de nitrogênio amoniacal para  $7,5 < \text{pH} \leq 8$ , 10,0 mg/L de nitrato e 1,0 mg/L de nitrito. Tal fato constata a carga excessiva de P-total no efluente, havendo a necessidade de outro tratamento do mesmo aliado aos já existentes na propriedade.

O pH não apresentou variações acentuadas entre os tratamentos, apresentando valor entre 6,6 e 6,7. O pH de efluentes em sistema de tratamento biológico tendem a reduzir por processos de oxidação biológica.

A condutividade elétrica variou de 117,8 a 119,9  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , não apresentando variações representativas.

Em relação ao oxigênio dissolvido, verificou-se uma variação de 2,91 a 2,96 mg/L entre os tratamentos, valores próximos aos observados por (REDDY & DEBUK, 1985), que em sistemas de tratamento de efluente com macrófitas verificaram as concentrações de 2,4 a 3,9 mg/L. Segundo (ESTEVES, 1998), as baixas concentrações de oxigênio dissolvido podem ocorrer em decorrência do consumo deste na decomposição da matéria orgânica.

A temperatura da água aferida para os horários de 8h, 11h, 14h e 17h situou-se em, aproximadamente, 15,9; 18,4; 21,2 e 22,1 °C, respectivamente, não apresentando valores com diferenças representativas entre os tratamentos e durante o período experimental.

Houve redução significativa do P-total, com valores entre 86,13 e 90%, do nitrogênio amoniacal 88,75 e 90,6%, do nitrato 6,26 e 70,31% e do nitrito 94,88 e 95,94%, para os quais os melhores resultados apresentados foram os de alface d'água, e do ortofosfato entre 50,26 e 73,15%, sendo esse último o melhor resultado obtido com a salvinia. Valores próximos aos encontrados por (REIDEL, 2004), onde a redução do nitrogênio amoniacal foi entre 86,14% e 97,74% e do P-total com 81% de redução máxima, para um tempo de detenção de 7 e 10 dias. Para o P-total, a redução deu-se mais representativa se comparada à encontrada por (HUSSAR et al., 2004), que apresentou uma redução média de 43,30% em teste de remoção de macronutrientes de efluente de piscicultura em leitos cultivados com *Typha spp.*

Os níveis de redução dos parâmetros químicos do efluente não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Porém, quanto ao P-total para o tratamento com salvinia, o valor médio foi de 0,0527 mg/L, estando acima do permitido, podendo-se concluir que, para o tratamento desse efluente, a macrófita mais eficiente foi a alface d'água, reduzindo para níveis médios de 0,038 e 0,045 mg/L de P-total sozinha ou em interação, respectivamente.

Em relação ao ganho de biomassa, a *Salvinia sp.* demonstrou-se mais eficiente para produção de biomassa, sendo de 158,60 g/m<sup>2</sup> dia em relação a *P. stratiotes*, que apresentou valor médio de 96,40 g/m<sup>2</sup> dia.

No tratamento em que houve a interação das duas plantas, ambas apresentaram redução no crescimento, sendo essa mais acentuada para alface d'água, que apresentou valores de ganho de biomassa médio de 63,60 g/m<sup>2</sup> dia, enquanto a *Salvinia sp.* apresentou redução para 148,40 g/m<sup>2</sup> dia, fato justificável pela competição por espaço, nutrientes e luz, e uma possível alelopatia que possa ter interferido representativamente no crescimento da *P. stratiotes*, como observa (INDERJIT & DAKSHINI, 1999), que sugerem haver diversas variáveis devido à complexidade dos fenômenos alelopáticos, fazendo com que a competição e a alelopatia operem de maneira simultânea ou em seqüência, (DAKSHINI & INDERJIT, 1999).

**Tabela 1.** Parâmetros de qualidade de água do efluente após o respectivo tratamento pelas macrófitas aquáticas *P. stratiotes*, *Salvinia* sp. e interação de ambas.

Variáveis	Macrófitas aquáticas			CV (%)
	<i>P. stratiotes</i>	<i>Salvinia</i> sp.	Interação	
Fósforo total	0,038 a	0,0527 a	0,0405 a	29,513 ns
Amônia	0,0376 a	0,0426 a	0,0450 a	85,374 ns
Nitrato	0,2701 a	0,3142 a	0,8530 a	124,458 ns
Nitrito	0,0073 a	0,0092 a	0,0091 a	69,945 ns
Ortofosfato	0,0112 a	0,0102 a	0,0189 a	85,043 ns

Parâmetros seguidos de letras distintas na mesma linha diferem entre si ( $P \leq 0,05$ ).

## CONCLUSÕES

A *Salvinia* sp. demonstrou-se mais eficiente para produção de biomassa, 158,60 g/m<sup>2</sup> dia, em relação a *Pistia stratiotes*, 96,40 g/m<sup>2</sup> dia, quando submetidas ao efluente da suinocultura, apresentando-se eficientes na redução dos parâmetros de qualidade de água avaliados, quando individuais ou sob interação.

## REFERÊNCIAS

- BELLI FILHO, P.; CASTILHOS, A.B.; COSTA, R.H.R. Tecnologias para o tratamento de dejetos suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, p.166-170, 2001.
- BUSCH, A. P. B. [Online] SUINOCULTURA Disponível em <[http://www.suinoculturaindustrial.com.br/PortalGessulli/AppFile/Material/Relatorio/suinos\\_pr09\\_09.pdf](http://www.suinoculturaindustrial.com.br/PortalGessulli/AppFile/Material/Relatorio/suinos_pr09_09.pdf)> 2009. Acesso em: 04/02/2010
- Clesceri, L. S.; Greenberg, A. E.; Eaton, A. D. **Standard methods for the examination of water an wastewater**. Edition Apha, v.21, p.1220, 2005.
- DAKSHINI, K.M.M.; FOY,C.L.; INDERJIT. **Allelopathy: one component in a multifaceted approach to ecology**. Principles and practices in plant ecology. Boca Raton, CRC Press, p.3-14, 1999.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- ESPINOZA-QUIÑONES, F. R.; ZACARKIM, S. M.; PALACIO, S. M.; OBREGÓN, C. L.; ZENATTI, D. C.; GALANTE, R. M.; ROSSI, N.; ROSSI, F. L.; PEREIRA, I. R. A.; WELTER, D. C.; RIZZUTTO, M. A. **Removal of heavy metal from polluted riverwater using aquatic Macrophytes *Salvinia* sp.** Braz. J. Physics, v. 35, n. 3B, p. 744-746, 2005.
- GARDNER, J.L.; AL-HAMDANI, S.H. Interactive effects of aluminum and humic substances on salvinia. **Journal of Aquatic Plant Management**, v.35, p.30-34, 1997.
- GIROTTI, A. F.; MIELE, M. **Situação atual e tendências para a suinocultura brasileira nos próximos anos**. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia-SC, v.1, p.1-4, 2004.

HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A.F.M. Composição química de quatro espécies de macrófitas aquáticas e possibilidade de uso de suas biomassas. **Naturalia**, v.26, p.111-125, 2000.

HENRY-SILVA, G. G. **Utilização de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) no tratamento de efluentes de piscicultura e possibilidades de aproveitamento da biomassa vegetal**. 2001. Dissertação (Mestrado) - Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Jaboticabal, 2001.

HUSSAR, G. J.; CONCEIÇÃO, C. H. Z.; PARADELA, A. L.; BARIN, D. J.; JONAS, T. C.; SERRA, W.; GOMES, J. P. R. Uso de leitos cultivados de vazão subsuperficial na remoção de macronutrientes. **Engenharia Ambiental**. Espírito Santo do Pinhal, v.1, p.25-34, 2004.

INDERJIT; DAKSHINI, K.M.M. **Biossays for allelopathy: interactions of soil organic and inorganic constituents**. Principles and practices in plant ecology. Boca Raton, CRC Press, p.35-44, 1999.

KIVAISI, A.K. The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review. **Ecol. Eng.**, v.16, p.545-560, 2001.

KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes**. 3. ed. Jundiaí: Degaspari. p.97, 1999.

MANHÃES, F. C. Resultados de análises laboratoriais do Centro Nacional de pesquisa de Suínos e Aves. Concórdia-SC. Disponível em <[http://www.cnpsa.embrapa.br/pn-ma/pdf\\_doc/7PauloArmando\\_agua.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/pn-ma/pdf_doc/7PauloArmando_agua.pdf)> 1996. Acesso 08 de março de 2010.

PEREIRA, A.M.M. **Influência da velocidade de corrente no tratamento de efluentes de carcinicultura com macrófita aquática *Pistia stratiotes***. Dissertação de Mestrado. UNESP, Jaboticabal, Brasil, p.42, 2004.

PEREIRA, E.R. **Desempenho e caracterização microbiana do processo de dois estágios com reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB) tratando águas residuárias de suinocultura**. 2003. 103 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

PISTORI, R. E. T. **Crescimento das macrófitas aquáticas flutuantes *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, *Pistia stratiotes* L. e *Salvinia molesta* (Mitchell) em diferentes concentrações de nutrientes**. Tese de Doutorado. Jaboticabal, Centro de Aqüicultura. p.79, 2009.

POTT, V.J.; POTT, A. **Plantas aquáticas do Pantanal**. Corumbá: EMBRAPA. p.353, 2000.

REDDING, T.; TODD, S.; MIDLEN, A. The treatment of aquaculture wastewater – A botanical approach. **Journal of Environmental Management**, v.50, p.283-299, 1997.

REDDY, K.R.; DEBUK, T.A. Nutrient removal potencial of selected aquatic macrophytes. **Journal of Environmental Quality**, v.14, p.459-462, 1985.

REIDEL, A. **Pós-tratamento de efluentes de agroindústria em sistema com aguapé *Eichhornia crassipes* (Mart. Solms) e sua utilização na piscicultura.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo-PR, 2004.

ROESSLER, M. R. V. B.; CESCINETTO, E. A. A produção de suínos e as propostas de gestão de ativos ambientais: o caso da região de Toledo – PR. **Revista GEPEC**, v.7, p.1-19, 2003.

SAEG. **Sistema para análises estatísticas e genéticas.** Universidade Federal de Viçosa. (Manual do usuário). Viçosa-MG, edição 7.1, p.150, 1997.

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. Washington, DC: **American Public Health Association (Apha)**, v.19, p.1220, 2005.

WEIRICH, C. E. **Influência da temperatura sobre a produção de biomassa de plantas aquáticas em tratamento de efluente Agroindustrial.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon-PR, 2009.

WETZEL, R. A. Limnology lake and river ecosystems. 3. ed. California – USA: **Academic Press**. p.1006, 2001.