ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE EFLUENTE DE SUINOCULTURA MANEJADO COM PLANTAS AQUÁTICAS

Camila Dias Pinaffi; Carlos Henrique dos Santos

Universidade do Oeste Paulista, Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional, Presidente Prudente, SP.
E-mail: camila_pinaffi@hotmail.com.

RESUMO

As plantas aquáticas representam uma possibilidade de manejo de efluentes de suinocultura. O objetivo do estudo foi analisar os parâmetros físico-químicos deste efluente manejado com as plantas aquáticas *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia auriculata*. O experimento ocorreu no Campus II/UNOESTE. Os tratamentos foram caracterizados como: T1 = Testemunha - apenas 50% DLS; T2 = 50% DLS + *E. crassipes*; T3 = 50% DLS + *P. stratiotes*; T4 = 50% DLS + *S. auriculata*. O experimento foi estruturado em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram analisados: pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e turbidez. Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao Teste de Tukey, 5% de probabilidade. Os valores de pH nos tratamentos com plantas apresentaram valores adequados, as concentrações de OD foram maiores no testemunha, houve redução da condutividade elétrica e a redução da turbidez foi maior nos tratamentos com plantas.

Palavras-chave: macrófitas, dejetos suínos, impacto ambiental.

ANALYSIS OF PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS OF SUINOCULTURE EFFLUENT MANAGED WITH AQUATIC PLANTS

ABSTRACT

Aquatic plants represent a possibility of handling swine effluents. The objective of the study was to analyze the physico-chemical parameters of this effluent handled with the aquatic plants *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* and *Salvinia auriculata*. The experiment took place in Campus II / UNOESTE. The treatments were characterized as: T1 = Witness - only 50% DLS; T2 = 50% DLS + *E. crassipes*; T3 = 50% DLS + *P. stratiotes*; T4 = 50% DLS + *S. auriculata*. The experiment was structured in a randomized block design, with four replications. The following parameters were analyzed: pH, dissolved oxygen, electrical conductivity and turbidity. The results were submitted to analysis of variance and Tukey's test, 5% probability. The values of pH in the treatments with plants presented adequate values, the concentrations of OD were higher in the control, there was a reduction of electrical conductivity and the reduction of turbidity was higher in the treatments with plants.

Keywords: macrophytes, swine manure, environmental impact.

INTRODUÇÃO

Com a gradativa ascensão da população mundial, a produção de alimentos torna-se uma necessidade eminente. Nessa perspectiva, a suinocultura vem atingindo patamares relevantes, pois representa um setor de grande importância econômica e social (GONZATTO et al., 2013). Com este avanço, o volume de dejetos (efluentes) aumentou, causando grandes problemas ambientais, principalmente pela disposição direta desses dejetos no solo. Conforme Zhang et al. (2012), esta prática executada sem o gerenciamento correto pode resultar na contaminação dos compartimentos do meio ambiente, pois as áreas agrícolas para a eliminação são limitadas.

Diante disto, verifica-se a necessidade de estudos em busca de um manejo adequado dos efluentes de suinocultura e de sistemas de tratamento que assegurem e promovam benefícios na redução do seu poder poluente. Uma alternativa que tem se revelado eficiente e de baixo custo é a fitorremediação, técnica capaz de empregar sistemas vegetais fotossintetizantes e sua microbiota, com o fim de desintoxicar ambientes poluídos (DINARDI et al., 2003).

As macrófitas aquáticas, por necessitarem de altas concentrações de nutrientes para seu desenvolvimento, destacam-se nesta modalidade de tratamento, sendo capazes de melhorar a qualidade das águas poluídas por meio dos mecanismos de absorção e assimilação. As plantas são capazes de remover nutrientes, muitos dos quais ficam presos no sistema por sucessivos ciclos de crescimento, morte e decomposição (KADLEC et al., 2005), além de formarem uma densa rede capaz de reter as mais finas partículas em suspensão (LEITÃO JÚNIOR et al., 2007).

Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar os parâmetros físico-químicos (pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e turbidez) de efluente de suinocultura manejado com as plantas aquáticas *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia auriculata*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em área localizada a 475 m de altitude, com clima definido como Aw, conforme classificação de Köppen, no Campus II da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), Presidente Prudente – SP.

Para a composição dos tratamentos foi utilizado efluentes da suinocultura, caracterizados físico-quimicamente *in natura* (Tabela 1), do centro zootécnico, Campus II/UNOESTE. Os tratamentos foram constituídos de 16 recipientes PVC (0,32 m³), e caracterizados como: T1 = Testemunha - 50% de DLS e 50% de água; T2 = 50% de DLS e 50% de água + *E. crassipes*; T3 = 50% de DLS e 50% de água + *P. stratiotes*; T4 = 50% de DLS e 50% de água + *S. auriculata*, distribuídos em delineamento em blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas constituem os tratamentos (sem e com a presença de plantas aquáticas) e as subparcelas, os períodos de coleta do efluente para análise química (0, 7, 14, 21 e 30 dias).

Tabela 1. Valores médios das amostras de efluente *in natura* destinadas à caracterização físico-química

Parâmetros	Valores
pH	7,39 ± 0,12
OD (mg L ⁻¹)	0,65 ± 0,03
Condutividade elétrica (μS cm ⁻¹)	4480,06 ± 0,05
Turbidez (NTU)	642,17 ± 96,84

As plantas aquáticas foram coletadas em propriedades pertencentes à região do Oeste Paulista, São Paulo. No local do experimento, as plantas foram submetidas à aclimação ambiental em caixas com água, durante uma semana. Posterior a este período, iniciou-se o

tratamento, e a quantidade de plantas inseridas em cada caixa foi determinada para manter uma ocupação de 80% das unidades experimentais, conforme relatos de Henry-Silva e Camargo (2008).

Durante o período experimental (março e abril de 2016), foram coletadas semanalmente 16 amostras do efluente, sendo uma amostra por caixa, acondicionada em garrafas plásticas descartáveis com tampa lacre de 500 ml.

As análises realizadas foram: potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE) e turbidez, sendo utilizados pHmetro digital de bancada, marca Micronal, oxímetro portátil, marca Hanna Instruments, condutivímetro digital de bancada, marca Hanna Instruments, turbidímetro portátil microprocessado, marca Quimis, respectivamente.

A eficiência dos tratamentos na redução da condutividade elétrica e turbidez foi calculada conforme a Equação 1:

$$E (\%) = \frac{Ci - Cf}{Ci} \times 100 \quad (1)$$

Em que: E = Eficiência de remoção (%); Ci = Concentração inicial (mg L⁻¹); Cf = Concentração final (mg L⁻¹).

Considerou-se os valores de concentração inicial, a média obtida nas análises da primeira coleta (0 dia), e os de concentração final, a média obtida nas análises da última coleta (30 dias).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se um incremento dos valores de pH (Tabela 2) nos tratamentos ao longo dos 30 dias de experimentação, o que também pode ser explicado pela elevada perda de água pela evapotranspiração e conseqüentemente a concentração de bases no efluente.

Tabela 2. Médias de interação entre tratamentos e período de coleta, para pH dos tratamentos com efluente de suinocultura, na presença de *E. crassipes*, *P. stratiotes*, *S. auriculata*

Tratamentos	Potencial Hidrogeniônico (pH)				
	Período de Coleta				
	Início	7 dias	14 dias	21 dias	30 dias
Testemunha	7,36 aC	7,86 aC	8,03 aB	9,14 aA	9,31 aA
<i>E. crassipes</i>	7,35 aA	7,54 bcA	7,50 bA	7,28 cA	7,51 cA
<i>P. stratiotes</i>	7,32 aC	7,71 abA	7,62 bAB	7,37 cBC	7,63 bcAB
<i>S. auriculata</i>	7,34 aD	7,42 cCD	7,66 bBC	8,16 bA	7,80 bB

dms para colunas = 0,26; CV(%) = 1,79 classificação com letras minúsculas. dms para linhas = 0,28; CV(%) = 1,78 classificação com letras maiúsculas. Foi aplicado o Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Observa-se ainda na Tabela 2, que os valores de pH obtidos nos tratamentos com as macrófitas aquáticas são inferiores aos obtidos na testemunha, sendo que aqueles observados no tratamentos com presença de plantas sempre oscilam entre pH 7,0-8,0. Conforme Shah et al. (2015), um pH de 6,0-9,0 é o mais adequado para o desempenho de macrófitas aquáticas. De acordo com a Resolução CONAMA 430/2011, os valores de pH do efluente de qualquer fonte poluidora, para serem lançados diretamente no corpo receptor, devem estar entre 5,0 e 9,0. Desta

forma, os resultados encontrados nos tratamentos com as espécies vegetais estão de acordo com os exigidos pela legislação, embora o tratamento testemunha (sem plantas) tenha ultrapassado esse limite a partir do período de 21 dias.

Na Tabela 3 observa-se acréscimo da concentração de OD dissolvido ao longo dos 30 dias, sendo que este aumento foi maior no período de 14 e 21 dias, onde a cobertura vegetal não havia atingido toda a superfície do reservatório. Semelhantemente ao observado no primeiro ciclo, os valores do tratamento testemunha foram maiores que os demais tratamentos com espécies vegetais. Reddy e DeBusk (1985) também verificaram que, em sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas de grandes lâminas foliares, como *E. crassipes*, *P. stratiotes* e *H. umbellata*, em decorrência do sombreamento e da decomposição da matéria orgânica por organismos aeróbios, as concentrações de OD foram baixas (2,4-3,9 mg L⁻¹).

É interessante destacar que as concentrações de OD registradas no tratamento com *S. auriculata* foram maiores quando comparadas às demais espécies (Tabela 3). Provavelmente, por possuir pequenas lâminas foliares e talvez, por restringir menos a entrada de luz no efluente, permitiu melhor oxigenação do efluente.

Tabela 3. Médias de interação entre tratamentos e período de coleta, para OD dos tratamentos com efluente de suinocultura, na presença de *E. crassipes*, *P. stratiotes*, *S. auriculata*

Tratamentos	Oxigênio Dissolvido (mg L ⁻¹)				
	Período de Coleta				
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias	30 dias
Testemunha	0,55 aB	2,02 aB	7,31 aA	7,68 aA	6,96 aA
<i>E. crassipes</i>	0,62 aB	1,06 aB	4,05 bA	5,68 abA	2,85 bAB
<i>P. stratiotes</i>	0,83 aB	0,96 aB	6,78 aA	3,69 bB	2,37 bB
<i>S. auriculata</i>	0,77 aB	1,05 aB	6,26 abA	6,24 abA	4,59 abA

dms para colunas = 2,57; CV(%) = 40,04 classificação com letras minúsculas. dms para linhas = 2,90; CV(%) = 28,43 classificação com letras maiúsculas. Foi aplicado o Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Nota-se pequena redução da condutividade elétrica no decorrer do tempo de avaliação (Tabela 4). Observa-se, ainda, que não houve diferença estatística entre a *E. crassipes* e *P. stratiotes* ao final dos 30 dias, e que a redução da CE foi mais expressiva no tratamento testemunha, que não apresentava espécies vegetais.

Tabela 4. Médias de interação entre tratamentos e período de coleta, para CE dos tratamentos com efluente de suinocultura, na presença de *E. crassipes*, *P. stratiotes*, *S. auriculata*

Condutividade Elétrica (µS cm ⁻¹)						
Tratamentos	Período de Coleta					E (%)
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias	30 dias	
Testemunha	1319,50 aA	1160,00 bB	979,25 bC	645,25 cD	767,00 bD	41,9
<i>E. crassipes</i>	1358,00 aA	1321,75 abA	1288,50 aA	858,00 abB	969,75 aB	28,6
<i>P. stratiotes</i>	1293,25 aA	1270,50 abA	1205,25 aAB	795,50 bcC	1062,50 aB	17,8
<i>S. auriculata</i>	1356,50 aA	1422,25 aA	1327,50 aA	1005,00 aB	937,25 abB	30,9

dms para colunas = 196,81; CV(%) = 6,50 classificação com letras minúsculas. dms para linhas = 145,56; CV(%) = 15,47 classificação com letras maiúsculas. Foi aplicado o Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. E (%): Eficiência de remoção

Possivelmente, neste período, a taxa de perda de água pela evapotranspiração foi maior, e de acordo com Sposito (2013) a absorção de água pelas plantas aquáticas, e também a perda pela

evaporação direta para a superfície, proporciona concentração de bases no efluente e, conseqüentemente pouca expressividade na diminuição da condutividade elétrica. Ainda, no período de 30 dias foi constatada elevação da CE quando comparado ao de 21 dias para o tratamento com a espécie *P. stratiotes* (Tabela 4). Provavelmente as espécies vegetais já estavam em processo de decomposição, e segundo Martins e Pitelli (2005), o aumento da condutividade elétrica do efluente pode decorrer da liberação de nutrientes durante o processo de decomposição das plantas.

Em relação à turbidez, na Tabela 5 observa-se que a espécie *E. crassipes* apresentou melhores resultados no período de 21 dias, com uma eficiência de remoção de 78,1%. A *P. stratiotes* demonstrou resultados mais eficazes na redução da turbidez no período de 7 a 21 dias, sem diferença estatística entre eles, sendo que a taxa de remoção em 7 dias foi de 80,4%. Já a *S. auriculata* obteve menores valores de turbidez no período de 30 dias, alcançando uma eficiência de 75,4%. Provavelmente, a eficiência dos sistemas com *E. crassipes* e *P. stratiotes* na redução da turbidez foi mais elevada pois, conforme Henry-Silva e Camargo (2008), o grande desenvolvimento radicular dessas duas espécies e à pouca profundidade dos tanques criaram condições favoráveis para a adsorção e precipitação do material particulado em suspensão. Ainda de acordo com Henry-Silva e Camargo (2008), a eficiência dos sistemas com *E. crassipes* e *P. stratiotes* na redução da turbidez do efluente de carcinicultura foi de 80,2% e 75,2%, respectivamente.

Tabela 5. Médias de interação entre tratamentos e período de coleta, para turbidez dos tratamentos com efluente de suinocultura, na presença de *E. crassipes*, *P. stratiotes*, *S. auriculata*

Turbidez (NTU)						
Tratamentos	Período de Coleta					E (%)
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias	30 dias	
Testemunha	243,00 aA	69,90 aC	103,82 aC	182,00 aB	183,00 aB	24,7
<i>E. crassipes</i>	235,75 aA	78,08 aBC	92,48 aBC	51,53 cC	131,75 abB	44,1
<i>P. stratiotes</i>	215,25 aA	42,28 aC	54,38 aBC	62,00 cBC	99,48 bcB	53,8
<i>S. auriculata</i>	252,33 aA	86,45 aBC	94,53 aBC	126,05 bB	62,10 cC	75,4

dms para colunas = 52,36; CV(%) = 22,01 classificação com letras minúsculas. dms para linhas = 54,41; CV(%) = 25,01 classificação com letras maiúsculas. Foi aplicado o Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. E (%): Eficiência de remoção

CONCLUSÕES

A redução nos valores dos parâmetros físico-químicos do efluente de suinocultura pelas plantas aquáticas ocorreu de modo distinto para cada espécie e entre os períodos de coleta semanal, sendo que:

- Os valores de pH nos tratamentos com plantas aquáticas apresentaram valores adequados à legislação.
- As concentrações de OD foram superiores no tratamento testemunha.
- Houve redução da condutividade elétrica conforme os períodos de coleta.
- A redução da turbidez foi maior nos tratamentos com plantas aquáticas.

REFERÊNCIAS

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução Conama nº 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera

a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 92, de 16/05/2011, p.89.

DINARDI, A. L. et al. Fitorremediação. In: FÓRUM DE ESTUDOS CONTÁBEIS, 3., 2003, Rio Claro. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003.

GONZATTO, R. et al. Volatilização de amônia e emissão de óxido nitroso após aplicação de dejetos líquidos de suínos em solo cultivado com milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 9, p. 1590-1596, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000900009>

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 181-188, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000200002>

KADLEC, R. H. et al. Nitrogen spiraling in subsurface-flow constructed wetlands: implications for treatment response. **Ecological Engineering**, v. 25, p. 365-381, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2005.06.009>

LEITÃO JÚNIOR, A. M. et al. Sistema de tratamento alternativo de efluentes utilizando macrófitas aquáticas: um estudo de caso do tratamento de efluentes frigoríficos por *Pistia stratiotes* e *Eichhornia crassipes*. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 8, n. 23, ed. esp., p. 8-19, 2007.

MARTINS, A. T; PITELLI, R. A. Efeitos do manejo de *Eichhornia crassipes* sobre a qualidade da água em condições de mesocosmos. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 233-242, 2005.

REDDY, K. R.; DEBUSK, T. A. Nutrient removal potential of selected aquatic macrophytes. **Journal of Environmental Quality**, v. 14, n. 4, p. 459-462, 1985. <https://doi.org/10.2134/jeq1985.00472425001400040001x>

SHAH, M. et al. Performance assessment of aquatic macrophytes for treatment of municipal wastewater. **Journal of the South African Institution of Civil Engineering**, v. 57, n. 3, p. 18-25, 2015. <https://doi.org/10.17159/2309-8775/2015/V57N3A3>

SPOSITO, T. H. N. **Parâmetros físico-químicos do efluente de ETE do distrito urbano de Montalvão/SP manejado com aguapé**. 2013. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente.

ZHANG, Y. G. et al. Pig production in subtropical agriculture. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, n. 5, p. 1016-1024, 2012. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4679>