

II-204 - REMOÇÃO DE NUTRIENTES DE EFLUENTE PROVENIENTE DA SUINOCULTURA UTILIZANDO SISTEMAS ALAGADOS CONTRUÍDOS

Fabiana de Amorim⁽¹⁾

Engenheira Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Mestre em Recursos Hídricos pela UFLA. Doutoranda em Recursos Hídricos pela UFLA.

Camila Ferreira Monteiro Chaves⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade Federal de Lavras. Bolsista de Iniciação Científica (CNPq).

Ronaldo Fia⁽³⁾

Engenheiro Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa. Doutor em Engenharia Agrícola pela UFV. Professor do Departamento de Engenharia da UFLA.

Lorena Mesquita Terra⁽⁴⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade Federal de Lavras. Bolsista de Iniciação Científica (CNPq).

Fátima Resende Luiz Fia⁽⁵⁾

Engenheira Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Mestre e Doutora em Engenharia Agrícola (Recursos Hídricos e Ambientais) pela UFV. Professora do Departamento de Engenharia da UFLA.

Endereço: Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG - CEP: 37.200-000 - Brasil - Tel: (35) 3829-1481 - e-mail: fabianadeamorim@yahoo.com.br; cfmchaves@hotmail.com; ronadofia@deg.ufla.br; : lorenamtterra@gmail.com; fatimarlf@deg.ufla.br.

RESUMO

Na pecuária brasileira tem se destacado a suinocultura, cuja produção de carne foi apontada como a terceira maior do mundo, e como contrapartida os sistemas produtivos são potencialmente poluidores ao ambiente. Os sistemas anaeróbios têm sido utilizados para tratamento de água residuária suinícola, necessitando de complementação para diminuir as cargas de nutrientes. Neste trabalho foi avaliado o efeito da utilização de um sistema alagado construído (SAC) no pós-tratamento de águas residuárias da suinocultura (ARS) quanto à remoção de nitrogênio (NTK) e fósforo (PT). O SAC foi construído com fibra de vidro, preenchido com brita zero, totalizando um volume útil de 237 L, e com 4 chicanas igualmente espaçadas, cultivado com capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*). O experimento foi conduzido em três fases, variando o tempo de detenção hidráulica (TDH) no SAC 146 h, 48 h e 13 h, respectivamente nas fases 1, 2 e 3. A taxa de aplicação superficial foi de 120, 130 e 464 kg ha⁻¹ d⁻¹ de NTK e 13, 51 e 240 kg ha⁻¹ d⁻¹ de PT em cada fase. Estatisticamente as eficiências de remoção de NTK e PT foram de aproximadamente 35%, não havendo diferença significativa entre as fases. Porém, em termos de carga removida, houve maior remoção com o aumento da carga aplicada. As características apresentadas pelo efluente do sistema nas diferentes fases não alcançaram os padrões ambientais para lançamento em cursos de água, dentre as variáveis avaliadas, podendo ser reutilizada no processo produtivo ou na agricultura.

PALAVRAS-CHAVE: Nutrientes, água residuária, RAFA, wetlands.

INTRODUÇÃO

Em razão do excesso de nitrogênio e fósforo, os dejetos de suínos podem acarretar problemas de eutrofização das águas superficiais, quando lançados em corpos de água, provocando perda de biodiversidade, contaminação das águas e doenças de veiculação hídrica (SEGANFREDO, 2007; WANG, 2009).

Quando empregado reator anaeróbio de fluxo ascendente (RAFA) no tratamento de águas residuárias da suinocultura, o efluente gerado nessa unidade ainda apresenta elevada concentração orgânica e de nutrientes como nitrogênio e fósforo (PEREIRA et al., 2010), sendo necessária utilização de unidades complementares para remover os excessos prejudiciais para dispor no ambiente ou posterior reúso dessas águas.

A aplicação de processos anaeróbio e aeróbio/anóxico em conjunto proporciona grande potencial para tratamento dessas águas residuárias. Entre os sistemas de pós-tratamento de efluentes agroindustriais destacam-se os Sistemas Alagados Construídos (SACs). São sistemas projetados e construídos para simular os processos naturais que envolvem a vegetação de zonas úmidas, solos, e os microrganismos associados auxiliando no tratamento de águas residuárias (KADLEC & WALLACE, 2008)

Os SACs têm potencial para remover nutrientes de águas residuárias da suinocultura (MATOS et al., 2010; BORIN et al., 2013), porque a vegetação e os organismos presentes neste ambiente podem adaptar-se às características das águas residuárias e utilizar os vários poluentes orgânicos e inorgânicos em processos metabólicos (KADLEC & WALLACE, 2008).

Assim, neste trabalho foi proposto avaliar o desempenho de um sistema alagado construído com escoamento subsuperficial horizontal (SAC), em escala piloto, quanto à remoção de nutrientes no tratamento de efluentes da suinocultura.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da UFLA. A água residuária proveniente da lavagem das baias da granja suinícola foi conduzida para o sistema de tratamento, constituído por tratamento preliminar (caixa de areia e peneira) e tratamento secundário (reator anaeróbio de fluxo ascendente - RAFA). Na saída do RAFA o efluente foi conduzido por gravidade para o SAC, que ficava dentro de casa de vegetação.

O SAC foi construído com fibra de vidro, possui dimensões 2,0 m x 0,5 m x 0,70 m, preenchido com brita zero, para o meio suporte, até a altura de 0,55 m, (volume de vazios de 0,494 m³ m⁻³) e 4 chicanas igualmente espaçadas, cultivadas com capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*). O escoamento subsuperficial ocorreu 0,05 m abaixo da superfície, totalizando um volume útil de 237 L (Figuras 1 e 2).

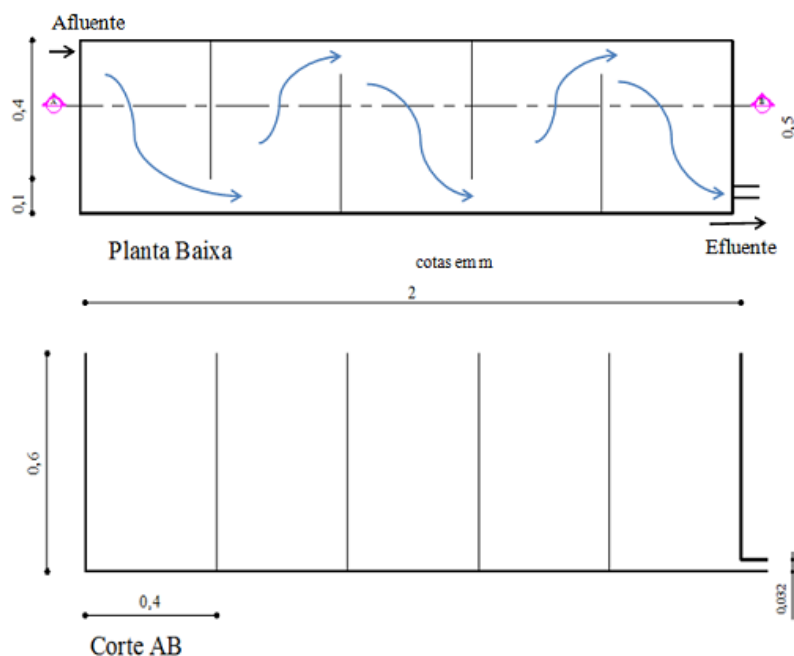


Figura 1: Diagrama esquemático do sistema alagado construído chicanado utilizado experimentalmente no pós-tratamento da água residuária da suinocultura.



Figura 2: Sistema alagado construído utilizado no pós-tratamento dos efluentes da suinocultura e cultivado com capim-tifton 85.

Para o estudo foram definidas três fases, com períodos de duração determinados ao longo do monitoramento. À medida que as concentrações efluentes se estabilizavam, em termos de remoção de DQOS, aumentava-se a vazão e consequentemente a taxas de aplicação superficial (TAS) e reduzia-se o TDH (Tabela 1).

Tabela 1. Características operacionais médias observadas no SAC nas diferentes fases de operação.

FASE	I (47 dias)	II (32 dias)	III (52 dias)
TDH (h)	146	48	13
TAS _{NTK} (kg ha ⁻¹ d ⁻¹ de NTK)	120	130	464
TAS _{PT} (kg ha ⁻¹ d ⁻¹ de PT)	13	51	240
Q (m ³ d ⁻¹)	0,039	0,118	0,446

Sendo: TDH - tempo de detenção hidráulica teórico; TAS_{NTK} – taxa de aplicação superficial de nitrogênio total Kjeldahl; TAS_{PT} – taxa de aplicação superficial de fósforo total; Q - vazão afluente.

As amostragens do afluente e efluente do SAC ocorriam duas vezes por semana, determinando-se os valores de pH, por potenciometria; nitrogênio total Kjeldahl (NTK) pelo processo semimicro Kjeldahl; fósforo total (PT) por colorimetria pelo método do ácido ascórbico. O ambiente da casa de vegetação foi monitorado por meio de um termo higrômetro. Diariamente, às 7 horas da manhã, foi obtida a temperatura instantânea do ar e do líquido em tratamento. As análises ocorriam no Laboratório de Análise de Água do Departamento de Engenharia (LADEG) e no Laboratório de Análise de Água Residuária do Núcleo de Engenharia Ambiental e Sanitária do DEG/UFLA.

Os dados foram submetidos ao teste de agrupamento de médias Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, com auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

Os valores de pH na ARS afluente e efluente de ambos os reatores mantiveram-se na faixa de 7,3 a 7,9, durante as três fases do experimento, dentro da faixa adequada ao desenvolvimento da microbiota responsável pela degradação da matéria orgânica. (KADLEC; WALLACE, 2008).

As concentrações do nitrogênio total Kjeldahl (NTK) e do fósforo total (PT) foram bastante variáveis durante as três Fases do experimento. As maiores concentrações afluentes de NTK foram observadas na Fase I, enquanto as maiores concentrações de fósforo foram observadas na Fase III. Tal fato se deve, provavelmente, ao manejo dos animais relacionados às fases de criação e à higienização das baias.

As variações afluentes refletiram, também, em variações nas concentrações efluentes tanto do reator anaeróbio quanto do SAC para os dois nutrientes. Reatores anaeróbios apresentam pequenas remoções tanto de nitrogênio quanto de fósforo (CHERNICHARO, 2007).

Tanto a carga removida quanto as eficiências de remoção de NTK no SAC foram iguais ($p > 0,05$). Quanto ao fósforo, o SAC apresentou maior remoção da carga afluente de PT na Fase III ($p < 0,05$). Apesar das eficiências de remoção ter sido iguais nas três fases de monitoramento (Tabela 2).

Tabela 2: Remoção de carga de nitrogênio total Kjeldahl (NTK) e fósforo total (PT), em g d^{-1} , e eficiência de remoção (%) de NTK e PT no sistema alagado construído (SAC) nas diferentes fases de monitoramento.

Fases	NTK (g d^{-1})	NTK (%)	PT (g d^{-1})	PT (%)
I	2,6 a	20 a	0,4 a	30 a
II	1,8 a	17 a	1,5 a	28 a
III	9,9 a	24 a	5,8 b	20 a

Para a mesma variável, médias seguidas de mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Vilas Bôas (2013) verificou remoção entre 24 e 48% de NTK e de 11 a 35% de PT da ARS, pré-tratada em reatores anaeróbios, em SAC cultivado com taboa. As concentrações médias afluentes variaram entre 25 e 74 mg L^{-1} de NTK e de 7 a 11 mg L^{-1} de PT. Matos et al. (2010) aplicaram 93 $\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ de nitrogênio total e 22 $\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ de PT em SAC cultivado com capim-tifton 85 e obtiveram 64% e 55% de remoção de nitrogênio total e PT. Dordio e Carvalho (2013) concluíram que maior TDH (3 e 9 dias) proporcionou maior remoção de nitrogênio amoniacal (35% e 47%) em SAC utilizado no tratamento da ARS, e que o cultivo de *Phragmites australis* aumentou estas eficiências para 54% e 75%, respectivamente. A concentração afluente foi de 392 mg L^{-1} de nitrogênio amoniacal.

Gonzales et al. (2009) utilizaram SAC para tratar ARS pré-tratada em tanque séptico e verificaram a remoção de 63 a 72% e de 12 a 15% para o nitrogênio total e PT. Para um TDH de 3 dias e concentração afluente de 700 mg L^{-1} de nitrogênio total e 66% de PT. Zhang e Wang (2013) obtiveram remoções entre 32 e 58% para o nitrogênio total e acima de 70% para o PT em TDH de 4 dias e concentrações afluentes de 120 mg L^{-1} de nitrogênio total e de 10 mg L^{-1} de PT.

As concentrações médias efluentes do sistema de NTK, nas três Fases, foram de $217 \pm 45 \text{ mg L}^{-1}$, $96 \pm 48 \text{ mg L}^{-1}$, e $86 \pm 58 \text{ mg L}^{-1}$. Apesar de não haver padrão de lançamento para fósforo na legislação ambiental (BRASIL, 2011; MINAS GERAIS, 2008), os valores efluentes do sistema foram elevados e poderão causar impactos nos corpos d'água que forem lançados.

Ainda é importante salientar que em razão do excesso de N e P, os dejetos de suínos podem acarretar problemas de eutrofização das águas superficiais, quando lançados em corpos de água, provocando perda de biodiversidade, contaminação das águas e doenças de veiculação hídrica (SEGANFREDO, 2007; VON SPERLING, 2005; WANG, 2009).

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

No sistema alagado construído, não houve diferença significativa entre as fases quanto à remoção de nutrientes em termos percentuais.

A carga removida aumentou com o aumento da carga aplicada.

Em ambas as fases não foram alcançados os padrões ambientais para lançamento em cursos d'água, dentre as variáveis avaliadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fapemig pelo apoio financeiro concedido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington: APHA, 2005.
2. BORIN, M.; POLITEO, M.; STEFANI, G. de. Performance of a hybrid constructed wetland treating piggery wastewater. **Ecological Engineering**, v. 51, n. 51, p. 229– 236, 2013.
3. BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 92, p. 89, maio 2011.
4. CHERNICHARO. C.A.L. **Reatores anaeróbios**. 2.ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2007. 380p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; v.5).
5. DORDIO, A.; CARVALHO, A. J. P. Constructed wetlands with light expanded clay aggregates for agricultural wastewater treatment. **Science of the Total Environment**, v. 463–464, p. 454-461, 2013.
6. FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
7. GONZALEZ, F. T. et al. Treatment of swine wastewater with subsurface-flow constructed wetlands in Yucatan, Mexico: influence of plant species and contact time. **Water SA**, v. 35, n. 3, p. 335–342, 2009.
8. KADLEC, R. H.; WALLACE, S. D. **Treatment wetlands**. Boca Raton: CRC Press, 2008.
9. MATOS, A. T.; FREITAS, W. S.; LO MONACO, P. A. V. Eficiência de sistemas alagados construídos na remoção de poluentes de águas residuárias da suinocultura. **Ambiente & Água**, v. 5, n. 2, p. 119-132, 2010.
10. MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Conjunta nº 1, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado**, Belo Horizonte, 07 maio 2008.
11. PEREIRA, E. L.; CAMPOS, C. M. M.; MOTERANI, F. Avaliação do desempenho físico-químico de um reator UASB construído em escala piloto na remoção de poluentes de efluentes da suinocultura. **Ambiente & Água**, v. 5, n. 1, p. 79-88, 2010.
12. SEGANFREDO, M. A. **A gestão ambiental na suinocultura**. Brasília, Embrapa Suínos e Aves, 2007.
13. VILAS BÔAS, R. B. **Avaliação de sistemas alagados construídos combinados com diferentes configurações**. 2013. 161p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade federal de Lavras, Lavras, 2013.
14. VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: DESA, 2005.
15. WANG, L. **A two-step fed sequencing batch reactor combined with pre-nitrification for treating swine**. 2009. 101 p. Dissertation (Msc Environmental Engineering) - University of Minnesota. Minnesota, Washington, 2009.
16. ZHANG, C.; WANG, Y. Purification effect of subsurface flow constructed wetland on livestock wastewater. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, v. 29, n.17, p. 160-168, 2013.