

## REMOÇÃO DE NUTRIENTES EM REATORES BIOLÓGICOS UTILIZADOS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE SUINOCULTURA

Fabiana de Amorim<sup>1</sup>; Ronaldo Fia<sup>2</sup>, Camila Ferreira Monteiro Chaves<sup>3</sup>, Juliano Rezende Mudadu Silva<sup>4</sup>, Fátima Resende Luiz Fia<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Mestranda em Recursos Hídricos UFLA/MG, fabianadeamorim@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola e Ambiental, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia - UFLA

<sup>3</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária UFLA/MG.

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária UFLA/MG.

<sup>5</sup> Engenheira Agrícola, Prof<sup>a</sup>. Doutora, Depto. de Engenharia - UFLA.

Apresentada no  
XLIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - CONBEA 2014  
27 A 31 de julho de 2014

**RESUMO:** A crescente demanda por alimentos fez com que a agropecuária moderna acentuasse a sua participação nos impactos negativos provocados ao ambiente, principalmente pelo lançamento de nutrientes nos corpos de água. O presente trabalho avaliou a eficiência de remoção de nitrogênio (NTK) e fósforo (P), em escala piloto, composto por um reator UASB e um sistema alagado construído (SAC), com tempos de detenção hidráulica de 2,6 e 8,2 dias. O UASB foi inoculado com lodo do tratamento anaeróbio de dejetos da suinocultura e recebeu uma taxa de carregamento orgânico de  $1 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  de DQO proveniente de efluentes da suinocultura. Durante 60 dias de monitoramento foram observados valores de pH próximos a neutralidade. O UASB e o SAC apresentaram eficiências médias de remoção de 14% e 20% para o NTK, e 13% e 30% para o P, respectivamente. A eficiência global de remoção do sistema foi de 28% de N e 37% de P. O sistema teve remoção satisfatória de nutrientes, principalmente por se tratar de um período de partida do sistema e pelo fato da remoção de nutriente ser limitada em sistemas biológicos convencionais.

**PALAVRAS-CHAVE:** sistema alagado construído, nitrogênio, fósforo.

## NUTRIENTS REMOVAL IN BIOLOGICAL REACTORS USED IN SWINE WASTEWATER TREATMENT

**ABSTRACT:** The growing demand for food has made modern agriculture accentuate their participation in negative impacts to the environment, especially by the release of nutrients into water bodies. The present study evaluated the removal efficiency of nitrogen (NTK) and phosphorus (P) in the pilot-scale of an UASB and a constructed wetland (SAC). The hydraulic retention time was 2.6 and 8.2 days. UASB was inoculated with sludge from the anaerobic treatment from swine manure and received an organic loading rate of  $0.64 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  of COD. During 60 days monitoring, pH values close to neutrality were observed. UASB and SAC showed average removal efficiencies of 14% and 20% for NTK, and 13% and 30% for P, respectively. Removal efficiency of the system was 28% for NTK and 37% for P. The system showed satisfactory removal of nutrients, especially because it is a period starting the system and because the nutrient removal is limited in conventional biological systems.

**KEYWORDS:** constructed wetland, nitrogen, phosphorus.

## INTRODUÇÃO

Sistemas anaeróbios têm sido estudados para o tratamento de efluentes de suinocultura devido às elevadas eficiências de remoção de matéria orgânica com baixo custo quando comparados aos processos aeróbios. Entre os sistemas anaeróbios encontram-se o reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) (PEREIRA et al., 2011; PEREIRA et al., 2010; CAMPOS et al., 2006).

No entanto, as limitações do processo anaeróbio estão relacionadas à remoção de nutrientes (CHERNICHARO, 2007). Assim, há necessidade de se estabelecer sistemas de pós-tratamento com o intuito de remover principalmente nitrogênio e fósforo. Dentre estes sistemas encontram-se os sistemas alagados construídos (SAC). Os SAC agem como um filtro horizontal, constituído por canais de baixa permeabilidade com material poroso, como areia ou brita, e dá suporte às plantas macrófitas emergentes. A eficácia dos SAC está relacionada com a baixa velocidade de escoamento e a grande área específica do meio suporte, além da possível extração de nutrientes pelas plantas (KADLEC & WALLACE, 2008). Estes sistemas têm sido utilizados com sucesso no tratamento de águas residuárias da suinocultura (MATOS et al., 2010; FIA, 2009).

O objetivo neste experimento foi determinar as eficiências operacionais do sistema de reatores sequenciais em escala piloto, constituído por um reator USAB e um SAC vegetado com capim Tifton-85 (*Cynodon* spp.), utilizados no tratamento de águas residuárias da suinocultura (ARS) quanto à capacidade de remoção de nitrogênio e fósforo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para condução deste experimento, parte do efluente, após passar pelo tratamento primário (desarenador e peneira) e tanque de acidificação da estação de tratamento de efluentes da suinocultura da UFLA (PEREIRA et al., 2011), foi bombeado para um reservatório com capacidade de 1.000 L e depois, por gravidade escoado para outro reservatório de 1.000 L de capacidade. Deste último, a ARS foi bombeada por meio de bomba dosadora à solenóide para um reator UASB, construído em fibra de vidro com volume útil de 96 L, posteriormente escoava para o SAC. O SAC foi constituído por caixa de fibra de vidro com dimensões de 2,0 m x 0,5 m x 0,70 m (comprimento x largura x altura), e foi preenchido com brita zero (diâmetro D-60 = 7,0 mm e volume de vazios inicial médio de  $0,494 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) até a altura de 0,55 m e o nível de água foi mantido a 0,05 m abaixo da superfície do material suporte (FIA et al., 2014). Foi cultivado o capim tifton-85 (*Cynodon* spp.) (FIA, 2009; MATOS et al., 2010). As mudas da planta utilizada foram provenientes do Setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da UFLA. A densidade de plantio foi de 25 propágulos por  $\text{m}^2$ . O sistema de tratamento foi instalado dentro de uma casa de vegetação.

Na partida do sistema, o reator UASB foi inoculado com 39 L de lodo proveniente do UASB da estação de tratamento da ARS da UFLA, para alcançar a carga orgânica biológica (COB) de  $0,1 \text{ kg kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$  medida como  $[\text{DQO}][\text{SSV}]^{-1}[\text{DIA}]^{-1}$  (CHERNICHARO, 2007). A carga orgânica volumétrica (COV) média foi de  $0,65 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  de DQO, e o tempo de detenção hidráulica médio (TDH) foi de 2,6 dias no UASB. O SAC operou com TDH médio de 8,2 dias.

Determinou-se no afluente e efluente de cada unidade experimental, duas vezes por semana durante 60 dias, os valores de potencial hidrogeniônico (pH), por potenciometria; e semanalmente os valores de nitrogênio total Kjeldahl (NTK) pelo método microKjeldahl; e de fósforo total (P) por espectrometria após digestão ácida da amostra (APHA et al., 2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor médio e o desvio padrão de pH na ARS afluente ao sistema e foi de  $7,8 \pm 0,3$ , enquanto os efluentes do UASB e do SAC apresentaram o mesmo valor médio igual a  $7,9 \pm 0,2$ . Tais valores mostraram-se adequados ao desenvolvimento da microbiota anaeróbia e aeróbia responsável pela degradação da matéria orgânica (CHERNICHARO, 2007).

Sistemas anaeróbios apresentam reduzida capacidade de remoção de nutrientes. Assim, as concentrações de nitrogênio total Kjeldahl (NTK) efluentes do UASB tenderam à mesma variação

afluente de NTK (Figura 1). O SAC apresentou menores valores efluentes até os 45 dias de monitoramento, quando passou a se observar as mesmas concentrações efluentes do UASB.

Semelhante ao NTK, as concentrações de fósforo (P) efluente do UASB também seguiram a mesma tendência da concentração na ARS. Já no SAC, as concentrações efluentes de P foram relativamente constantes ao longo dos 60 dias de monitoramento (Figura 1).

Estas observações podem ser consideradas normais, tendo em vista que as unidades estavam passando por ajustes internos em termos de arraste de lodo no UASB e pela formação de biofilme no meio suporte do SAC.

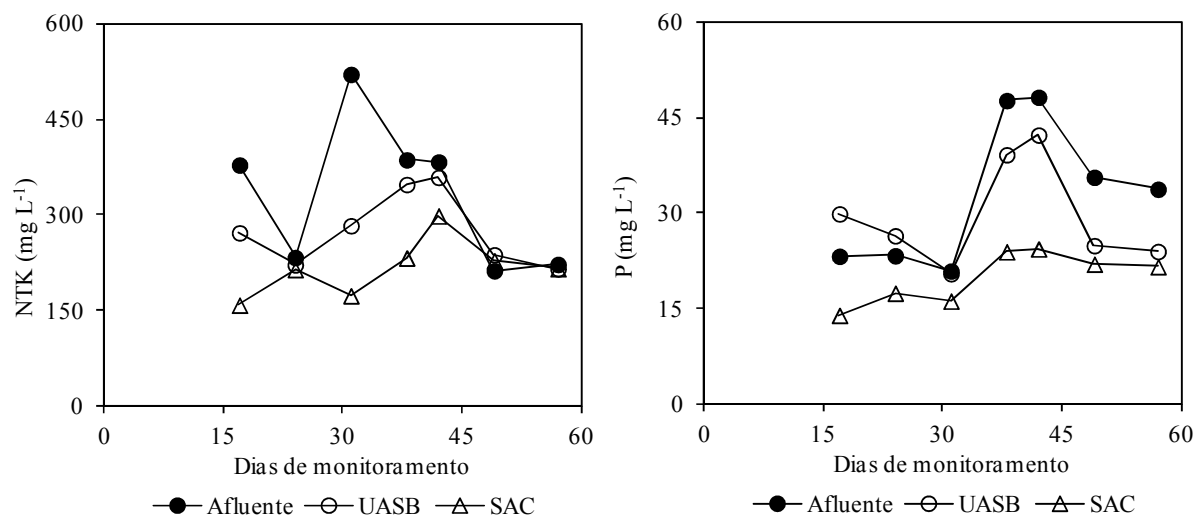


Figura 1. Variação dos valores de nitrogênio total Kjeldahl (NTK) e de fósforo total (P) observados na água residuária da suinocultura afluente ao sistema de tratamento e efluente do reator UASB e do sistema alagado construído (SAC) durante o período de partida das unidades experimentais.

A variação afluente verificada na Figura 1 contribuiu para as baixas eficiências médias de remoção de NTK e P no período de partida (Tabela 1). Tal fato está relacionado provavelmente ao arraste de sólidos do sistema em fase inicial de adaptação do lodo utilizado como inóculo à carga orgânica aplicada. Além disso, o lodo utilizado como inóculo é rico em nitrogênio e fósforo contribuindo ainda mais para as menores eficiências de remoção destes nutrientes no sistema.

Tabela 1. Valores médios e desvios padrões de eficiência de remoção de nitrogênio total Kjeldahl (NTK) e fósforo total (P), em %, pelo reator UASB, pelo sistema alagado construído (SAC) e pelas duas unidades em conjunto durante o período de partida do sistema.

Variáveis	UASB	SAC	UASB-SAC
NTK	14±17	20±18	28±27
P	13±13	30±16	37±11

Confirmando a baixa capacidade de reatores anaeróbico na remoção de nutrientes, PEREIRA et al. (2011) ao avaliarem um reator UASB tratando ARS pré-tratada em reator anaeróbico compartimentado verificaram remoção de NTK de 8% e não observaram eficiência média de remoção de P, para uma COV aplicada de 1,77 kg m<sup>-3</sup> d<sup>-1</sup> de DQO. No entanto, DUDA & OLIVEIRA (2011) verificaram 55% e 42% de remoção de nitrogênio total e fósforo total ao aplicarem 12,4 kg m<sup>-3</sup> d<sup>-1</sup> de DQO proveniente de ARS em reatores anaeróbios sequenciais.

MATOS et al. (2010) verificaram em SAC cultivados com diferentes espécies vegetais e TDH de 4,8 dias e utilizados no tratamento de ARS pré-tratada em filtros orgânicos, eficiência de remoção de nitrogênio total e fósforo total de 59 e 50%. Já FIA (2009) também utilizando SAC em escala piloto cultivado com capim-tifton 85 no tratamento de ARS pré-tratada em lagoa anaeróbica, verificou após um TDH de 12 dias remoção de NTK de 39% e de P de 74%.

VYMAZAL (2007), em uma ampla revisão sobre o tema, verificou que em média os SACs removem de 40 a 55% do N e de 40 a 60% do P aportado ao sistema e proveniente de efluentes

domésticos. As eficiências de remoção de DBO podem variar em SACs construídos em escala plena de 85 a 95% (VYMAZAL, 2009).

Apesar das baixas eficiências de remoção de NTK e P observadas, estas podem ser consideradas satisfatórias, principalmente por se tratar de um período de partida do sistema e pelo fato da remoção de nutriente ser limitada em sistemas biológicos convencionais.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que o sistema de tratamento da água residuária da suinocultura composto por um reator UASB seguido de um sistema alagado construído apresentou eficiência satisfatória de remoção de nitrogênio total Kjeldahl (28%) e fósforo total (37%), principalmente por se tratar de um período de partida do sistema, em que ocorre a adaptação da microbiota ao ambiente de tratamento e à limitação dos sistemas biológicos convencionais de tratamento quanto à remoção de nutrientes.

## AGRADECIMENTOS

Os autores do projeto agradecem à UFLA, à FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio financeiro concedido à pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- APHA - American Public Health Association; AWWA - American Water Works Association; WEF - Water Environment Federation. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21th. ed. Washington. D.C.: APHA/AWWA/WEF, 2005, [s.n.].
- CAMPOS, C. M. M.; CARMO, F. R.; BOTELHO, C. G.; COSTA, C. C. Desenvolvimento e operação de reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) no tratamento dos efluentes da suinocultura em escala laboratorial. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.1, p.140-147, 2006.
- CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios**. 2. ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2007. 380 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 5).
- FIA, F. R. L. **Modelos de remoção de matéria orgânica e nutrientes de águas residuárias da suinocultura em sistemas alagados construídos**. 2009. 146 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.
- FIA, R.; VILAS BOAS, R.B.; CAMPOS, A.T.; FIA, F.R.L.; SOUZA, E.G. Removal of nitrogen, phosphorus, copper and zinc from swine breeding waste water by bermudagrass and cattail in constructed wetland systems. **Engenharia Agrícola**, v. 34, p. 126-137, 2014.
- KADLEC, R.H.; WALLACE, S.D. **Treatment Wetlands**. 2nd ed. Florida: CRC Press, 2008. 1016p.
- 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. **Revista Ambiente & Água**, v. 5, n. 2, p. 119-132, 2010.
- 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.
- PEREIRA, E.L.; CAMPOS, C.M.M.; MOTERANI, F.; OLIVEIRA NETO, A.M. Eficiência de um sistema de reatores anaeróbios no tratamento de efluentes líquidos de suinocultura. **Acta Scientiarum. Technology**, v.33, n.3, p.287-293, 2011.
- VYMAZAL, J. Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. **Science of the Total Environment**, v.380, p.48–65, 2007.
- VYMAZAL, J. The use constructed wetlands with horizontal sub-surface flow for various types of wastewater. **Ecological Engineering**, v.35, p.1-17, 2009.