

## REMOÇÃO DE POLUENTES DE ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA EM SISTEMA ALAGADO CULTIVADO COM ESPÉCIES ORNAMENTAIS

JUCIARA O. LOPES<sup>1</sup>, JOSÉ ÂNGELES M. DE OLIVEIRA<sup>2</sup>, MAURÍCIO L. MONTALVÃO<sup>3</sup>, FELICIANO P. DOS SANTOS<sup>4</sup>, DANILO P. RIBEIRO<sup>5</sup>

<sup>1</sup>: Acadêmica do Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG, Campus Januária, MG, Fone: (038) 99921-9416, e-mail: juciaraloliveiralopes@yahoo.com.br.

<sup>2</sup>: Acadêmico do Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, IFNMG, Campus Januária - MG.

<sup>3</sup>: Acadêmico do Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, IFNMG, Campus Januária - MG.

<sup>4</sup>: Acadêmico do Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, IFNMG, Campus Januária - MG.

<sup>5</sup>: Eng.º. Agrônomo, Dr. em Engenharia Agrícola, Departamento Ciências Agrárias, IFNMG, Campus Januária-MG.

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a eficiência de remoção de poluentes de água residuária da suinocultura por tratamento complementar em sistema alagado construído cultivado com espécies ornamentais no Norte de Minas Gerais. As espécies utilizadas foram, lírio-do-brejo, caninha do brejo e trapoeraba-roxa, cultivadas em um SAC de 10 m de comprimento, por 1 m de largura, 0,25 m de profundidade e preenchido com brita zero. O SAC foi dividido, ao longo do comprimento, em 3 blocos, com três parcelas de 1,0 m<sup>2</sup>, com uma espécie cada, totalizando 9 parcelas e três repetições. Avaliou-se, mensalmente, em amostras coletadas no afluente e efluentes a condutividade elétrica (CE) e concentrações de demanda química de oxigênio (DQO), fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na). No afluente foram encontradas concentrações médias (mg L<sup>-1</sup>) de DQO 337,8, P 8,1, K 107,9 e Na 43,6 e CE de 2,23 mS cm<sup>-1</sup>, no efluente as concentrações (mg L<sup>-1</sup>) foram de DQO 107,7, P 3,25, K 95,2 e Na 39,25 e CE de 1,72 mS cm<sup>-1</sup>. As eficiências de remoção foram de DQO 68%, P 60%, K 11,8% e Na 10%. Assim, o SAC cultivado com espécies ornamentais apresenta aceitáveis eficiências de remoção de poluentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** biofertilizante, esgoto, jardins filtrantes.

## POLLUTANTS REMOVAL OF SWINE WASTEWATER BY CONSTRUCTED WETLAND CULTIVATED WITH ORNAMENTAL SPECIES

**ABSTRACT:** This work carried out with the aim to evaluating the efficiency of swine breeding wastewater pollutants removal by complementary treatment in a constructed wetland (CW) cultivated with ornamental species. In North of Minas Gerais state, the species, *Hedychium coronarium*, *Cana indica* and *Tradescantia pallida*, were cultivated in a wetland with 10 m long, 1 m width, 0.25 m depth and filled with gravel zero. The CW was divided, along the length, in 3 blocks, with three plots of 1.0 m<sup>2</sup> each one, with one specie each, totaling 9 plots and 3 replicates. The wastewater electrical conductivity (CE) and concentrations of biochemical oxygen demand (DQO), phosphorus (P), potassium (K) and sodium (Na) were evaluated monthly in samples collected in the affluent and effluents. In the affluent, were found concentrations (mg L<sup>-1</sup>) of DQO 337.8, P 8.1, K 107.9 and Na 43.6 and

CE of 2.23 mS cm<sup>-1</sup>, in the effluent concentrations (mg L<sup>-1</sup>) were DQO 107.7, P 3.25, K 95.2 and Na 39.25 and CE of 1.72 mS cm<sup>-1</sup>. The removal efficiencies were DQO 68%, P 60%, K 11.8% and Na 10%. Thus, CW cultivated with ornamental species provide acceptable pollutant removal efficiencies.

**KEYWORDS:** biofertilizer, sewage, filtering gardens.

## INTRODUÇÃO

O uso da água na produção de suínos gera grande quantidade de efluentes líquidos oriunda em sua maioria da higienização dos ambientes. Com isso, dentre os recursos ambientais passíveis de impacto pela atividade suinícola, os recursos hídricos são os mais afetados devido ao elevado potencial poluidor do efluente (PALHARES; CALIJURI, 2007).

De maneira geral águas residuárias da suinocultura possuem elevada concentração de nitrogênio, fósforo e potássio, e demanda de oxigênio. O elemento fósforo e a alta demanda de oxigênio são os maiores causadores de impactos nos corpos hídricos. O fósforo é responsável pelo processo de eutrofização das águas e a demanda de oxigênio pela redução do oxigênio disponível (MERTEN; MINELLA, 2002).

Existem diversas alternativas para tratamento de águas residuárias, sendo estas os sistemas anaeróbios, sistemas aeróbios e sistemas conjugados, muitas delas de custo elevado e complexas, e outras alternativas de baixo custo e simples. A busca por alternativas de tratamento de água residuária, que apresente baixo custo e alta eficiência têm-se tornado necessária, já que o produtor não vê na preservação ambiental algo de atrativo, principalmente quando os mesmos estão descapitalizados em decorrência das constantes crises que afetam o setor (SERAFIM; GUIMARÃES FILHO, 2012).

Um sistema de tratamento de água residuária que possui baixo custo e alta eficiência é o Sistema Alagado Construído (SAC) ou “*constructed wetlands*”. O SAC é constituído por reservatórios preenchidos com materiais porosos (brita ou cascalho), podendo apresentar escoamento horizontal (superficial ou subsuperficial) ou vertical. O meio poroso serve de suporte para o desenvolvimento radicular das plantas e do biofilme aderido, que constituem os mecanismos biológicos de remoção da matéria orgânica (CHAGAS et al., 2012).

A vegetação implantada nos SAC atua como extratora de macro e micronutrientes necessários para o seu crescimento, além de poder transferir oxigênio para o substrato, permitindo a formação de sítios aeróbios em torno de rizomas e raízes (FIA et al., 2010). O cultivo de espécies ornamentais pode ser uma alternativa para aumentar a aceitação pelo tratamento e por sistemas alagados construídos. Diante do exposto, neste trabalho teve-se como objetivo estudar a eficiência do sistema de tratamento do tipo alagado construído cultivado com três espécies ornamentais adaptadas ao Norte de Minas Gerais na remoção de poluentes presentes na água residuária da suinocultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental de Tratamento de Efluentes do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) – Campus Januária, localizada no setor de suinocultura. No local há 4 sistemas alagados construídos (SACs) com dimensões de 10,0 m de comprimento, 1,0 m de largura e 0,25 m de profundidade, preenchidos com brita número zero, escavados no solo e impermeabilizados com lona de casa de vegetação. Em

cada sistema tem uma caixa de polietileno de 1000 L que distribui água residuária continuamente na extremidade do SAC. A água residuária aplicada nos SACs provem de uma lagoa que recebe o efluente de um biodigestor anaeróbio que trata o efluente da suinocultura.

O experimento foi conduzido em um dos SACs, onde foram cultivadas três espécies de plantas ornamentais: a caninha do brejo (*Canna-indica*), caracterizada pela sua rusticidade e capacidade de desenvolver em ambientes úmidos e solos férteis e pelas suas exuberantes florescências, o lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*) encontrado na região em brejos, locais férteis e úmidos e tem flores muito perfumadas e a trapoeraba-roxa (*Tradescantia pallida purpúrea*) planta caracterizada pelas sua cor roxa que se desenvolve bem em diversos ambientes, apreciando também solos férteis e úmidos. O SAC, ainda, foi sombreado por 2 camadas de sombrite 50%.

As plantas foram dispostas no leito a partir de 0,5 m em relação ao comprimento, onde a partir de então cada espécie de forma aleatória ocupou 1 m<sup>2</sup> com 5 plantas, cada espécie equivale a um tratamento, a cada 3 m é constituído um bloco com os 3 tratamentos, totalizando 3 blocos e 9 parcelas, que pelas avaliações periódicas proporciona repetições ao longo do tempo. As espécies foram implantadas aleatoriamente no SAC no dia 14 de julho de 2016. No bloco 1 ficaram lírio-do-brejo (de 0,5 a 1,5 m de comprimento do SAC), caninha do brejo (de 1,5 a 2,5 m) e trapoeraba-roxa (de 2,5 a 3,5 m), no bloco 2 foram trapoeraba-roxa (de 3,5 a 4,5 m), caninha do brejo (4,5 a 5,5 m) e lírio-do-brejo (5,5 a 6,5 m) e no bloco 3 caninha do brejo (6,5 a 7,5), trapoeraba-roxa (7,5 a 8,5) e por fim lírio-do-brejo (8,5 a 9,5 m). Até se constatar o satisfatório pegamento, o experimento foi conduzido com água limpa e no dia 26 de agosto realizou-se a uniformização, deixando-se um broto por planta (FIGURA 1A), para o início da aplicação da água residuária. As plantas foram podadas em intervalos de 90 dias.



FIGURA 1. Sistema alagado cultivado após uniformização das plantas ornamentais no início da aplicação de água residuária da suinocultura tratada por biodigestão (A), e no dia anterior à terceira poda que coincidiu com o final da coleta de água (B).

O SAC ainda possui um sistema de coleta de amostra, no final de cada tratamento, a cada 1 metro ao longo de seu comprimento, constituído por 2 tubos de 100 mm de diâmetro dispostos na vertical e perfurados ao longo de sua extensão, os mesmos são vedados por lona preta para obstrução de luz solar. Mensalmente, no período de novembro de 2016 a janeiro de 2017 coletou-se amostras do efluente na entrada, nessas tubulações após cada tratamento e no final do sistema. Nas amostras coletadas foram determinados a condutividade elétrica (CE), concentração de fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na) e demanda química de oxigênio (DQO). Todas as análises da água foram realizadas conforme metodologias apresentadas em

APHA (2012), no Laboratório de Qualidade da Água e de Fertilidade do Solo do IFNMG, campus Januária. Os resultados dessas análises foram submetidos à estatística descritiva de média e desvio padrão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água residuária tratada por biodigestão apresentou concentração média de DQO de 337,8 e o efluente final do SAC de 107,7 mg L<sup>-1</sup>, resultando em uma remoção de 68,13%, com comportamento estável decrescente ao longo dos SAC (FIGURA 2). A baixa concentração inicial da água residuária da suinocultura está relacionada à subutilização do biodigestor, dimensionado considerando a possibilidade de expansão, mas que tem recebido pouco efluente. O tempo de detenção hidráulica no biodigestor está próximo a 100 dias. Em SAC cultivado com capim Tifton-85 e tratando água residuária de suinocultura, Fia (2009) obteve remoção de DQO de 66 a 80% e em SAC cultivado com taboa de 69 a 79%. Assim, observa-se que o uso de plantas ornamentais proporcionou resultado condizente e é necessário levar em consideração que o tratamento por biodigestão produz efluente com baixa DQO, sendo esse restante de mais difícil remoção.

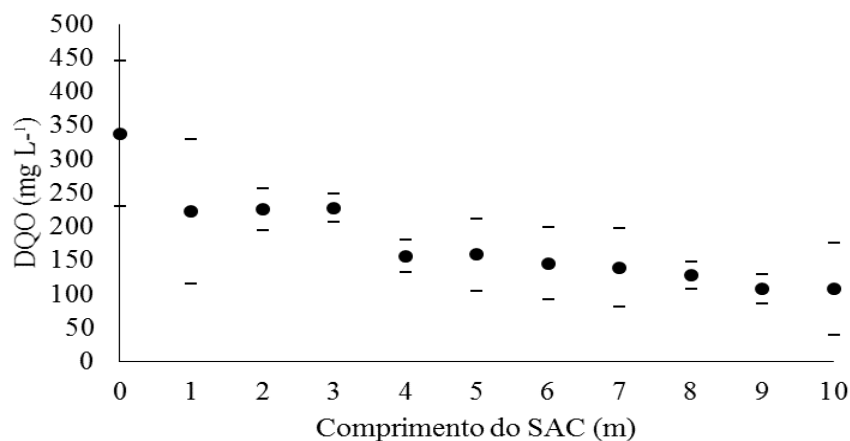


FIGURA 2. Médias e desvios das concentrações de DQO do efluente da suinocultura ao longo do comprimento do SAC cultivado com espécies ornamentais.

As concentrações de P da água residuária da suinocultura tratada por biodigestão variaram entre 7 a 9 mg L<sup>-1</sup> (FIGURA 3), valores relativamente baixos. Resultado de trabalho sobre remoção de fósforo em sistema constituído por biodigestor e lagoas tratando água residuária da suinocultura com elevada concentração de sólidos, constatou-se elevada remoção de fósforo que passou de 1089 para 14 mg L<sup>-1</sup> (VIVAN et al., 2010). Os autores relataram que a elevada remoção foi devido à elevada concentração de cálcio em efluentes de suinocultura, já relatada em literatura, que promove a precipitação de fósforo como fosfato de cálcio e o elevado tempo de detenção do efluente favorece sua deposição e retenção no sistema de tratamento.

A concentração de P após o tratamento no SAC apresentou valor médio de 3,25 mg L<sup>-1</sup>. Contudo, como pode ser observado na Figura 3, a maior redução na concentração de fósforo ocorreu no início do sistema, a 1,5 m de tratamento e pode ser devido ao processo físico de filtração, após a remoção das partículas maiores, a concentração de fósforo se reduziu mais lentamente. Assim, apesar da eficiência final observada de 59,72% estar dentro da faixa (40 e 60%) de remoção de fósforo em diversos tipos de SAC (VYMAZAL, 2007), ela pode ter sido influenciada pela baixa concentração de fósforo na entrada do SAC.

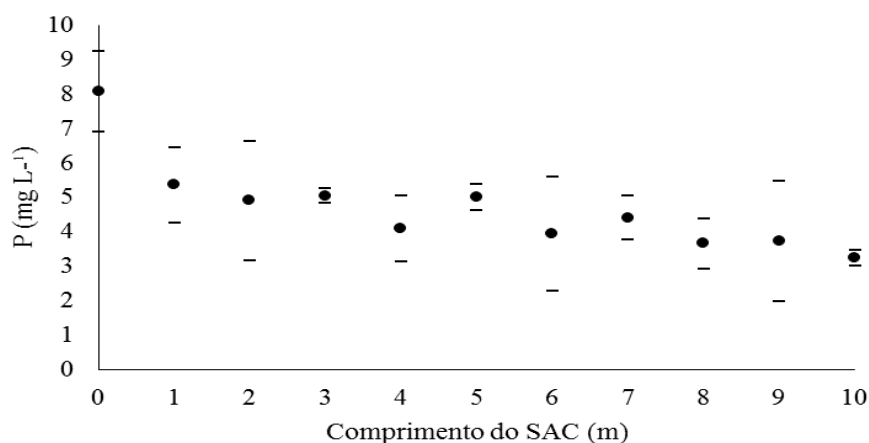


FIGURA 3. Médias e desvios das concentrações de fósforo (P) do efluente da suinocultura ao longo do comprimento do SAC cultivado com espécies ornamentais.

As concentrações de K (FIGURA 4) e Na (FIGURA 5) ao longo do SAC apresentaram grandes variações. O efluente do biodigestor apresentou concentrações médias para o K de 107,9 mg L<sup>-1</sup> e a de Na de 43,6 mg L<sup>-1</sup>, após o tratamento no SAC, as concentrações foram de 95,2 mg L<sup>-1</sup> para K e 39,25 mg L<sup>-1</sup> para Na. Com isso, a remoção média de K e Na foi de 11,74 e 9,97 %, respectivamente.

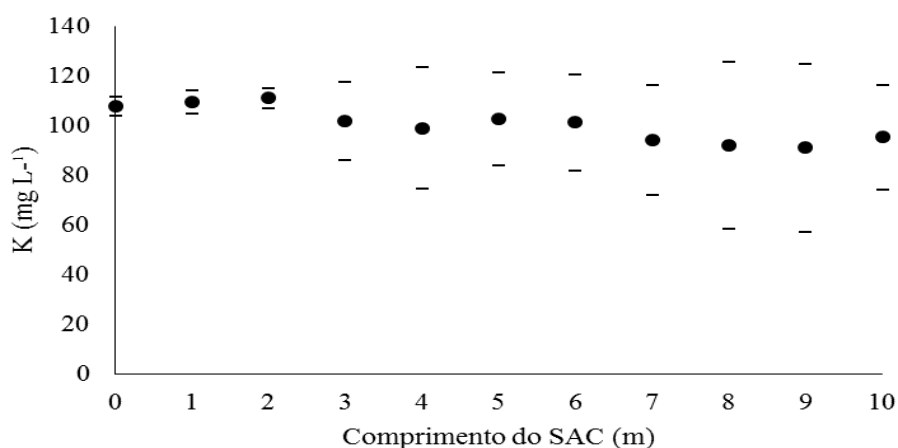


FIGURA 4. Médias e desvios das concentrações de potássio (K) do efluente da suinocultura ao longo do comprimento do SAC cultivado com espécies ornamentais.

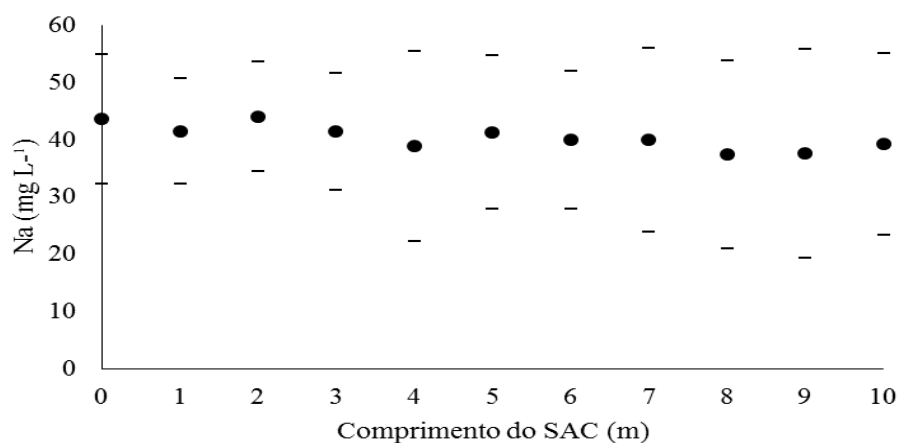


FIGURA 5. Médias e desvios das concentrações de sódio (Na) do efluente da suinocultura ao longo do comprimento do SAC cultivado com espécies ornamentais.

Em tratamento de água residuária da suinocultura em SAC com cultivado diversificado de *Tifton-85*, taboa e alternanthera, Matos et al. (2010) constataram maiores eficiências para a remoção de potássio (24 %) e sódio (34 %). A baixa remoção observada no presente trabalho pode estar associada as condições atmosféricas do Norte de Minas Gerais, que apresenta elevadas incidência solar e temperaturas e baixa umidade relativa do ar na maior parte do ano, tendo como consequência maiores taxas de evapotranspiração e reduzida mudança na concentração de sais no efluente. Contudo, com o período chuvoso coincidindo com o período de coleta de análises, essa salinização tende a diminuir em dias chuvosos, pela lavagem do sistema e pela diluição ocorrida na lagoa do efluente do biodigestor, esses fatos podem justificar as perceptíveis variações nas concentrações de sódio e potássio.

A condutividade elétrica do efluente coletado após o biodigestor foi de  $2,23 \text{ mS cm}^{-1}$ , e após passar pelo SAC foi de  $1,72 \text{ mS cm}^{-1}$ . Devido as maiores taxas de evapotranspiração espera-se menor remoção da concentração de CE ao longo do SAC. Em tratamento de água residuária de suinocultura em SAC, Freitas (2006), notou redução nas concentrações de CE, com valores médios afluentes de  $2,10 \text{ mS cm}^{-1}$  para valores entre  $1,32$  e  $1,47 \text{ mS cm}^{-1}$  nos efluentes de sistemas com diferentes espécies vegetais. Assim, observa-se que o cultivo de espécies ornamentais em SAC proporciona resultados semelhantes aos observados em SAC cultivado com espécies mais indicadas para o tratamento como a taboa e o capim Tifton 85.

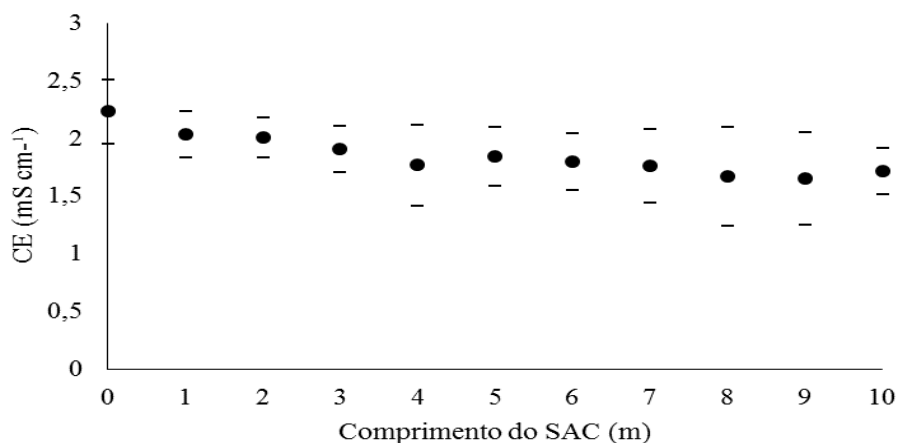


FIGURA 6. Médias e desvios da condutividade elétrica (CE) do efluente da suinocultura ao longo do comprimento do SAC cultivado com espécies ornamentais.

## CONCLUSÕES

O Sistema Alagado Construído cultivado com as plantas ornamentais caninha do brejo, trapoeraba-roxa e lírio do brejo apresentou aceitável remoção de poluentes. A remoção de DQO foi em média de 68 % enquanto que as remoções de Na foi de 10% e de K de 11,7 %, nas condições climáticas do Norte de Minas Gerais.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFNMG *Campus* Januária pela concessão da Bolsa de Iniciação Científica, aos funcionários do setor de suinocultura e ao técnico de laboratório Leonardo Passos e estagiário Emerson Souza, pela colaboração na pesquisa. E à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22 ed. Washington: APHA/AWWA/WEF, 2012. 1360 p.

CHAGAS, R. C.; MATOS, A. T.; CECON, P. R.; MONACO, P. A. V. L.; ZAPAROLLI, B. R. Remoção de coliformes em sistemas alagados construídos cultivados com lírio-amarelo (*Hemerocallis fava*). **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa –MG, v. 20 p. 142-150, 2012.

FIA, F.L.R. **Modelos de remoção de variáveis qualitativas em sistemas alagados construídos utilizados no tratamento de águas residuárias da suinocultura**. 2009. 156f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FIA, R.; MATOS, A. T.; FIA, F. R. L.; MATOS, M. P.; LAMBERT, T. F.; NASCIMENTO, F. S. Desempenho de forrageiras em sistemas alagados de tratamento de águas residuárias do processamento do café. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, UAEEA/UFPA, v. 14, n. 8, p. 842-847, 2010.

FREITAS, W. S. **Desempenho de sistemas alagados construídos, cultivados com diferentes espécies vegetais, no tratamento de águas residuárias da suinocultura**. 2006, 159f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GUSTAVO, S. B; GUIMARÃES FILHO, L. P. Estudo sobre o reaproveitamento dos dejetos de suínos na bacia do Rio Sangão-Santa Catarina. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Unicesumar, Maringá – PR, v. 5, n. 2 Especial, 2012.

MATOS, A. T; ABRAHÃO, S. S; PEREIRA, O. G. Desempenho agrônômico de capim tifton 85 (*Cynodon spp*) cultivado em sistemas alagados construídos utilizados no tratamento de água residuária de laticínios. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 3, n. 1, p. 43-53, 2008.

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. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 5, nº 2, p. 119-132, 2010.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

PALHARES, J. C. P.; CALIJURI, M. C. Caracterização dos afluentes e efluentes suínos em sistemas de crescimento/terminação e qualificação de seu impacto ambiental. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 502-509, 2007.

SERAFIM, G.B.; GUIMARÃES FILHO, L.P. Estudo sobre o reaproveitamento dos dejetos de suínos na bacia do Rio Sangão - Santa Catarina. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Unicesumar, Maringá – PR, v.5, n. Edição Especial, p. 151-174, out. 2012.

VIVAN, M.; KUNZ, A.; STOLBERG, J.; PERDOMO, C.; TECHIO, V. H. Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, UAEA/UFCCG, v. 14, n. 3, p. 320-325, 2010.

VYMAZAL, J. Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. **Science of the Total Environment**, v.380, p.48–65, 2007.