

## **Desempenho de sistemas alagados construídos verticais no tratamento do efluente do biodigestor da suinocultura**

**Phyllipi Fernandes de MELO<sup>1</sup>, Cláudia Figueiredo Garrido CABANELLAS<sup>2</sup>, Henrique José Guimarães Moreira MALUF<sup>3</sup>, Leandro Moreira SILVA<sup>4</sup>, Samuel Silva BASTOS<sup>4</sup>, Neimar de Freitas DUARTE<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Aluno do curso de Zootecnia e bolsista da FAPEMIG

<sup>2</sup>Professora Doutoranda do IFMG Campus - Bambuí

<sup>3</sup>Aluno do curso de Agronomia do IFMG Campus - Bambuí

<sup>4</sup>Alunos do curso de Zootecnia do IFMG Campus - Bambuí

<sup>5</sup>Prof. Dr. do IFMG - Campus - Bambuí

### **RESUMO**

A produção de suínos teve um grande salto nos últimos anos, acarretando problemas ambientais sérios com a disposição das águas residuárias da suinocultura (ARS) no solo e em corpos hídricos, sem tratamento prévio. O sistema wetland surge como um pós tratamento eficaz, barato e de fácil manuseio. Assim, este trabalho teve por objetivo, avaliar a qualidade físico-química dos efluentes, de três sistemas alagados construídos (SACs), cultivados com Taboa (*Thypha sp.*) e preenchidos com substratos inertes alternativos no tratamento do efluente do biodigestor. Para tanto, foram avaliados em laboratório, as seguintes variáveis: Sólidos Totais (ST), Sólidos Fixos (SF), Sólidos Voláteis (SV), Sólidos Sedimentares (SP), pH e Turbidez. Obtendo-se, como resultado, redução na concentração de ST entre 14 - 22% no leito cultivado com a brita #1 e aumento de 5 a 21% no leito com escorea, redução em todos os SACs dos valores e turbidez, destacando a escorea com queda de 96%, variações de pH entre 7,3 – 7,8 para os substratos brita e pneu e elevados valores de pH para a escorea.

**Palavra-chave: tratamento de resíduos, águas residuárias, turbidez, biodigestor.**

### **INTRODUÇÃO**

Devido à intensificação da criação de suínos em confinamento, o rebanho brasileiro teve considerável aumento nos últimos anos. O Brasil possui um rebanho de 31.949.106 suínos, sendo os Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná e Minas Gerais os maiores produtores, com rebanhos de 6.588.600, 5.827.195, 4.950.887, 3.610.016 de cabeças respectivamente (IBGE, 2006).

O desenvolvimento da suinocultura tem como fator de maior preocupação a quantidade de dejetos produzidos, que apresentam alto teor poluente, especialmente quando lançados sem tratamento em corpos hídricos (FREITAS, 2006). A quantidade de dejetos produzidos, por animal adulto corresponde, em termos de DBO, aproximadamente, à quantidade produzida por seis a oito pessoas (LOURES, 1998). Pode-se estimar então que uma granja com 2000 animais possui poder poluente de um núcleo populacional de 14000 pessoas.

Nas regiões com alta concentração de suínos, grande parte dos dejetos é lançada no solo sem critérios e/ou cursos de água sem tratamento prévio, transformando-se em importante fonte de poluição ambiental e por não receberem tratamento adequado, também contribui para o aumento de produção de insetos nocivos, como por exemplo, o borrachudo (DARTORA et al., 1998).

Entre os tratamentos de dejetos de animais existentes, o biodigestor vem se destacando como um processo de considerável eficácia e de fácil operação. Esse método constitui-se numa tecnologia para gerenciamento dos dejetos de suínos, permitindo a agregação de valor ao resíduo mediante uso do biogás produzido para sistemas de geração de energia e calor, entretanto, o

*II Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG campus Bambuí*  
*II Jornada Científica*  
*19 a 23 de Outubro de 2009.*

efluente gerado pelo biodigestor não pode ser descartado diretamente nos corpos d'água, pois ainda apresenta alta carga poluidora (GEBLER et al., 2007).

Dentre as soluções simplificadas propostas para o tratamento de ARS ricas em material orgânico, como é o caso dos efluentes do biodigestor, distingue-se a sua disposição em sistemas alagados construídos (wetlands). Estes sistemas, têm como os principais componentes o meio suporte, espécies vegetais características de áreas alagadas, além de microrganismos associados a estes elementos e que são os principais responsáveis pela remoção da carga orgânica e dos contaminantes da água residuária (VALENTIM, 2003).

Neste trabalho, teve por objetivo, avaliar a qualidade dos efluentes dos SACs, com três substratos diferentes, cultivados com Taboa (*Thypha sp.*), utilizados no tratamento do efluente proveniente de um biodigestor.

## **MATERIAL E MÉTODO**

O experimento foi conduzido segundo um delineamento inteiramente ao acaso com estrutura em parcelas subdivididas composto por três substratos diferentes e três tempos de detenção hidráulica (TDH) distintos em sistema de batelada no setor de suinocultura do IFMG – Campus Bambuí, em Bambuí, Minas Geras, com coordenadas geográficas de -20° 00' 23'' de latitude e 45° 58' 37'' de longitude e 706 m de altitude.

A ARS usada no experimento foi captada por bombeamento de um tanque de estabilização em formato de trapézio (volume de 96 m<sup>3</sup>), revestido por geomembrana de polietileno, utilizado para armazenar as ARS provenientes do biodigestor da suinocultura do campus, localizado próximo à área experimental. O bombeamento fazia-se pelo conjunto moto-bomba, por meio de um sistema de tubos e registros até os leitos cultivados.

O experimento foi constituído por três sistemas alagados construídos (SACs) de fluxo vertical em períodos de batelada, para o tratamento de ARS, construídos paralelamente em leitos escavados manualmente no solo, com dimensões de 1,5 m de altura (sendo 1,0 m de substrato) e 1,0m quadrado, impermeabilizados com geomembrana de polietileno, com espessura de 0,5 mm. Todos os SACs tinham rente ao fundo um cano de 75 mm, para drenagem, com declividade de 1%, revestidos na sua extremidade dentro dos leitos, por uma tela de plástico, com espaçamento entre os furos de 0,5 cm. Na outra extremidade do cano colocou-se um registro de 50 mm de PVC para controle da vazão de saída do efluente tratado.

Para evitar o surgimento de um fluxo preferencial colocou-se 0,20 m de brita #2 (granulometria média 25 mm) na parte superior, a mesma também foi utilizada na constituição do dreno na parte inferior dos leitos.

A fim de proceder a um tratamento preliminar, a ARS, antes de ser aplicada nos SACs, passou por uma caixa com grade, com espaçamento de 1,0 cm e altura de 0,20 m. Imediatamente, a ARS era lançada por gravidade em um biodigestor tipo canadense, com tempo de detenção em torno de 35 dias, caracterizando assim um tratamento primário.

Como meio suporte, utilizou-se brita #1 (granulometria média 10 mm e volume de vazios (VV) de 41,86%), escória LD (granulometria média 6 mm e VV 31,3%) e pneu picado (granulometria média 5,85 mm e VV de 50%). O VV foi determinado na fábrica de ração do campus devido à localização da balança digital de 200 kg, empregando-se recipientes graduados de 15 litros que foram preenchidos com os meios de suporte dos leitos e água limpa. Os substratos preencheram cada leito até a altura de 1,40 m, restando uma borda livre de 0,10 m.

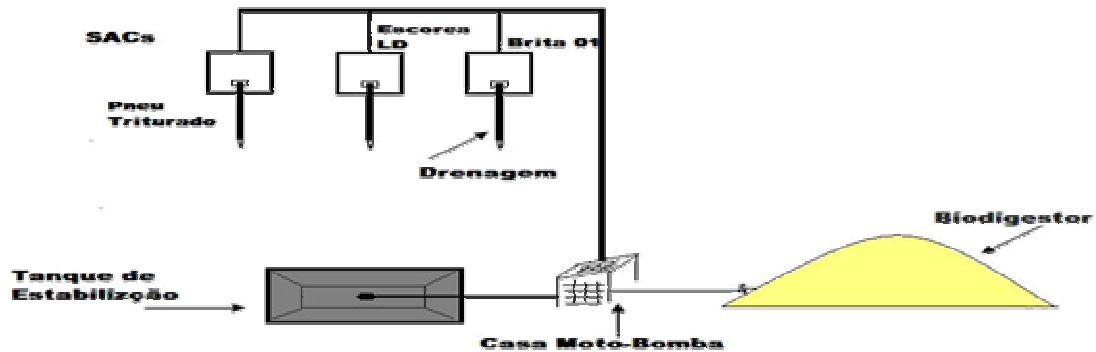
A macrófita emergente cultivada nos SACs foi a espécie *Typha sp* (taboa). A planta foi escolhida pela grande oferta no campus, facilidade de coleta, e pela sua eficiência na remoção de nutrientes. Ela foi plantada no dia 31 de julho de 2009 utilizando-se propágulos vegetativos (rizomas + raízes) de aproximadamente 0,50 m, com densidade de 9 plantas por metro quadrado.

*II Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG campus Bambuí*  
*II Jornada Científica*  
*19 a 23 de Outubro de 2009.*

A distribuição dos tratamentos foi feita da seguinte forma: (Figura 2)

- BRI: leito cultivado com taboa e preenchido com brita #1;
- ESC: leito cultivado com taboa e preenchido com escória LD;
- PNE: leito cultivado com taboa e preenchido com pneu triturado

Os sistemas possuíam TDH de 24, 48 e 96 horas. Após esse período todos os SACs eram submetidos a uma batelada, sendo totalmente esvaziados e enchidos com a ARS novamente.



**Figura 2 - Perfil esquemático da estação experimental de tratamento.**

Até o dia 12 de agosto de 2009 os leitos foram completados com água proveniente de um manancial próximo a área experimental, nesse mesmo dia foram adicionadas mais 4 plantas em cada leito e deu-se início a aplicação gradativa diária da ARS nos leitos.

Com exceção das medições de temperatura que foram medidas nos dias de coleta *in loco*, com um termômetro digital, todas as outras variáveis avaliadas nas águas residuárias foram amostradas em recipientes plásticos previamente esterilizados e etiquetados, com auxílio de um funil de vidro. Os frascos eram ambientados e acondicionados em uma caixa térmica, sob temperatura de aproximadamente 4°C, em seguida, eram conduzidos até o Laboratório de Físico-Química do IFMG – Campus Bambuí. Foram realizadas as análises laboratoriais: pH, turbidez, sólidos totais (fixos e voláteis), sólidos sedimentáveis, em conformidade com Standard methods (APHA, 1995).

No dia da coleta os registros dos SACs eram abertos parcialmente por alguns minutos, com o cuidado de não deslocar o biofilme em formação, evitando a coleta de resíduos de lodos acumulados ou de água estagnada.

Foram coletadas amostras em 4 pontos assim distribuídos:

- após o tanque de estabilização: foram coletadas amostras na entrada dos leitos;
- na saída de cada SAC: coletaram-se amostras dos efluentes dos SACs respeitando cada TDH.

## **RESULTADO E DISCUSSÃO**

Devido ao longo período a ser respeitado, para que ocorra a adaptação da macrófita ao leito cultivado, bem como o surgimento dos microrganismos responsáveis por boa parte do tratamento da ARS, foram obtidos até o presente momento, apenas resultados parciais de nossa pesquisa. Analisaram-se em duas repetições, com três TDH, os parâmetros para ST, SF, SV, SP, pH e Turbidez, cujo os valores médios obtidos estão contidos na Tabela 1.

*II Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG campus Bambuí*  
*II Jornada Científica*  
*19 a 23 de Outubro de 2009.*

**Tabela 1 - Valores médios para características físicas e químicas do efluente primário do biodigestor e dos SACs em relação ao TDH.**

Parâmetros	Efluente Biodigestor	Efluentes SACs								
		BRI			ESC			PNE		
		24 h	48 h	96 h	24 h	48 h	96 h	24 h	48 h	96 h
pH <sup>1</sup>	7,59	7,61	7,66	7,89	10,96	13,41	13,83	7,34	7,56	7,29
Turbidez (UNT)	227	81	66,9	35,6	176	26,46	8,01	201	153	152
ST <sup>2</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	1824	1573	1453	1426	1496	1920	2333	1710	1593	1780
SF <sup>3</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	936	777	375	883	640	766	1556	225	396	870
SV <sup>4</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	888	796	1078	543	856	1154	777	1485	1197	910
SP <sup>5</sup> (ml L <sup>-1</sup> )	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<sup>1</sup> Potencial Hidrogeniônico <sup>2</sup> Sólidos totais; <sup>3</sup> Sólidos fixos; <sup>4</sup> Sólidos voláteis; <sup>5</sup> Sólidos sedimentares

Pode-se observar que houve reduções na concentração de ST entre 14 - 22% no decorrer dos tempos de detenção no leito cultivado com a brita #1. Em função do tempo de detenção hidráulica de 24 horas, observou-se também uma redução entorno de 18% no SAC que continha a escorea como substrato, e 6% no SAC com pneu triturado. Ao ser avaliado com TDH de 48 e 96 horas, o SAC com escorea apresentou respectivamente acréscimo de 5% e 21% na carga de ST. O acréscimo de sólidos totais nos sistemas ESC e PNE pode estar ocorrendo devido à liberação de substâncias do meio filtrante para o efluente, como minerais, metais, entre outros.

Nota-se que os SACs, com os substratos BRI e PNE apresentaram pH relativamente neutro, com pequenas variações, entre 7,3 – 7,8, o que segundo Valentim (2003), indica que o sistema de tratamento ainda se encontra em período de instabilidade, desenvolvendo reações químicas e formando populações de microrganismos. O ESC apresentou elevados valores de pH, variando de 10 a 13,8 com o aumento do TDH, o que de acordo com Von Sperling (1996), indica que o nitrogênio esta praticamente todo na forma de NH<sub>3</sub>, que é tóxicas ao peixes em baixas concentrações prejudicando o seu possível lançamento em cursos d'água.

Avaliando a concentração de SF, verificou-se a ocorrência de mineralização do efluente no ESC com o aumento do TDH, havendo um acréscimo de 40% em relação ao inicial. Para os demais SACs, houve uma redução do SF e, portanto menor mineralização do efluente.

Verifica-se que todos os leitos apresentaram reduções nos valores de turbidez, sendo que, a escorea destacou-se no final do período de tratamento, com uma redução de 96% do valor inicial de turbidez.

Apesar do valor de SP do efluente do biodigestor de 1 ml L<sup>-1</sup> segundo a FEAM (2002), ser considerado baixo todos os leitos conseguiram reduzir a zero, o que comprova a eficiência do sistema para esse parâmetro.

Observa-se em relação ao parâmetro SV que em todos os leitos houve uma redução com o aumento do TDH, o que nos permite afirmar que houve um acréscimo na degradação da matéria orgânica ao longo do tempo, reduzindo assim o seu potencial poluidor. O SACs onde se teve a maior eficiência em relação a remoção de SV foi o preenchido com brita, seguido da escorea e pneu.

## CONCLUSÕES

Será necessário aguardar a estabilização do sistema para a realização de análises mais específicas da qualidade dos efluentes dos SACs para que assim possa avaliar qual a melhor relação substrato TDH.

*II Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG campus Bambuí*  
*II Jornada Científica*  
*19 a 23 de Outubro de 2009.*

**AGRADECIMENTOS**

Agradeço a FAPEMIG pela concessão de bolsa para execução do projeto, a Professora Cláudia Cabanellas pela paciência e orientação, bem como as empresas RACRI e Loja do Galeno pelas doações de materiais e os funcionários do IFMG – Campus Bambuí pelo auxílio.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

APHA - American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19<sup>o</sup>.ed. New York: APHA, AWWA, WPCR, 1995.

DARTORA, V.; PERDONO, C. C.; TUMELERO, I. L. **Manejo de dejetos de suínos**. Boletim Informativo de Pesquisa – Embrapa Suínos e Aves e Extensão – EMATER/RJ. 1998. 32p.

IBGE, Instituto brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**. Resultados preliminares, 2006

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

GBLER, L.; PALHARES, J. C. P. **Gestão ambiental na agropecuária**. Brasília; DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 310 p. : il.

LOURES, E. G. **Manejo de dejetos de suínos**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, 1998. Poços de Caldas, MG. 1998.

VALENTIM, M.A.A. **Desempenho de leitos cultivados (“constructed wetland”) para tratamento de esgoto: contribuições para concepção e operação**. FEAGRI – Faculdade de Engenharia Agrícola – UNICAMP, Campinas/SP, 2003. 210p. (Tese Doutorado).

VON SPERLING, M. Princípio de tratamento biológico de águas residuárias. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. 2. ed. v. 1. 1996. 243p.

FEAM, Fundação Estadual do Meio Ambiente. Iniciação ao desenvolvimento sustentável / Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: FEAM, 2002. 488p.