

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

Phyllipi Fernandes de MELO¹, Cláudia Figueiredo Garrido CABANELLAS², Henrique José Guimarães Moreira MALUF³, Leandro Moreira SILVA⁴, Samuel Silva BASTOS⁴, Neimar de Freitas DUARTE⁵

¹Aluno do curso de Zootecnia e bolsista da FAPEMIG

²Professora Doutoranda do IFMG Campus - Bambuí

³Aluno do curso de Agronomia do IFMG Campus - Bambuí

⁴Alunos do curso de Zootecnia do IFMG Campus - Bambuí

⁵Prof. 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 m³), 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 encheidos com a ARS novamente.

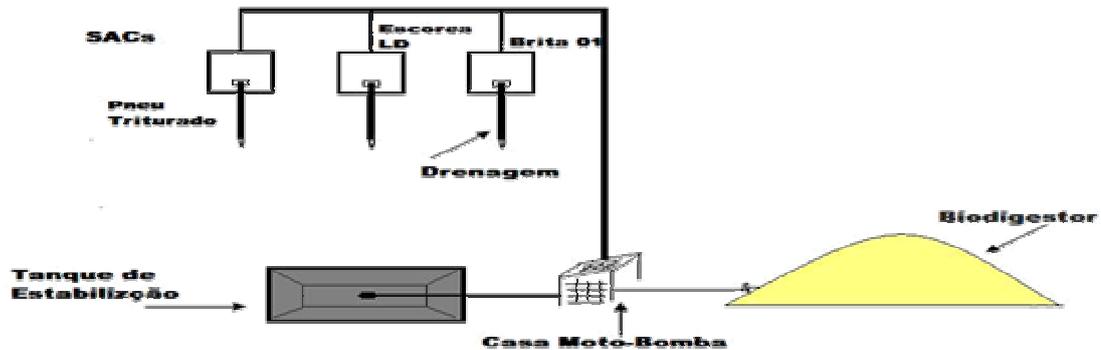


Figura 2 - Perfil esquemático da estação experimental de tratamento.

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 ¹	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 ² (mg L ⁻¹)	1824	1573	1453	1426	1496	1920	2333	1710	1593	1780
SF ³ (mg L ⁻¹)	936	777	375	883	640	766	1556	225	396	870
SV ⁴ (mg L ⁻¹)	888	796	1078	543	856	1154	777	1485	1197	910
SP ⁵ (ml L ⁻¹)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

¹ Potencial Hidrogeniônico ² Sólidos totais; ³ Sólidos fixos; ⁴ Sólidos voláteis; ⁵ 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 está praticamente todo na forma de NH₃, que é tóxicas aos 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⁻¹ 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^o.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.