



III SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE
RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS
12 A 14 DE MARÇO DE 2013 – SÃO PEDRO - SP

SISTEMA DE ALTA EFICIÊNCIA PARA O TRATAMENTO E VALORIZAÇÃO DE DEJETOS SUÍNOS UTILIZANDO LAGOAS DE LEMNAS (*Landoltia punctata*)

Rodrigo de Almeida Mohedano^{1*}; Rejane Helena R. da Costa¹; July Cristie Nuernberg¹; Stefânia M. Hofmann¹; Paulo Belli Filho¹

¹UFSC- Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis/SC-Brasil.
rodrigomohedano@gmail.com

RESUMO: Atualmente, o estado de Santa Catarina é o maior produtor nacional de carne suína detendo cerca de 25% da produção. Contudo, apesar da relevância econômica, esta atividade tem acarretado fortes impactos ambientais, devido ao lançamento de dejetos no meio ambiente. Deste modo, o objetivo deste estudo foi avaliar um sistema de tratamento e valorização de dejetos suínos, utilizando lagoas de macrófitas lemnáceas para o polimento e geração de biomassa protéica. Para isso foi desenvolvido um experimento em escala real utilizando-se duas lagoas de tratamento (LM1 e LM2), em série, inoculadas com a macrófita *Landoltia punctata*. Estas lagoas receberam os dejetos de uma produção de suínos após passar por tratamento anaeróbico em um biodigestor e uma lagoa de armazenamento. O monitoramento do sistema se deu através de análises de amostras quinzenais coletadas na entrada e saída de cada etapa, durante 13 meses. Os parâmetros avaliados foram OD, DQO, ST, pH, T°C, NTK, N-NH₃ e PT. A eficiência encontrada após as lagoas de lemnas foi bastante satisfatória apresentando 96,7%, 98,2% e 99,0% de eficiência para DOQ, NTK e N-NH₃ respectivamente a partir de uma taxa de aplicação de 186kgDQO/ha.dia⁻¹ respectivamente, considerando –se os valores médios. A biomassa de lemnas coletadas durante o tratamento somou 1,3 toneladas (matéria seca) com um teor médio de proteína de 35%. Conclusivamente as lagoas de lemnáceas demonstraram ser uma alternativa eficiente para o polimento do efluente da suinocultura produzindo, como sub-produto uma biomassa de relevante valor nutricional.

Palavras-chave: Dejetos suínos, tratamento, lagoas de lemnas, biomassa protéica.

HIGH EFFICIENCY SYSTEM FOR SWINE WASTE TREATMENT USING DUCKWEED PONDS

ABSTRACT: Currently, Santa Catarina State is the largest swine producer, with 25% of national production. However, despite of economic importance, this activity has led to strong environmental impacts due to the waste released into environment. Thus, the aim of the present study was to evaluate a swine waste treatment system using duckweeds and also the protein biomass generation. Thereby, a full-scale experiment was carried out using two duckweed ponds (DP1 and DP2), in series, using the specie *Landoltia punctata*. DP1 received the swine effluent after passing through anaerobic digester and storage pond. The system was monitoring through samples analyzes collected biweekly at the entrance and exit of each stage, along 13 months. The parameters evaluated were DO, COD, TS, pH, temperature, TKN, N-NH₃ and TP. The efficiency in duckweed ponds was quite satisfactory, with 96.7%, 98.2% and 99.0% for DOQ, TKN and NH₃-N respectively, from a load rate of 186kgCOD/ha.dia, considering the mean values. The two ponds produced together over 1,3 tons of dry biomass, with 35% of crude protein content. Conclusively, duckweed ponds demonstrated efficiency for swine waste polishing and producing a biomass with high nutritional value, as a by-product.

Key words: swine waste, treatment, stabilization ponds, duckweed, protein biomass

INTRODUÇÃO

É fato que a suinocultura desempenha um papel fundamental na economia catarinense, sendo responsável por 21,43% do PIB estadual. Possuindo um plantel de 6,5 milhões de suínos, o estado é o maior produtor de suínos do Brasil (ACCS 2011). Contudo, apesar da grande importância econômica citada, a suinocultura é a atividade que exerce maior impacto ambiental sobre os Recursos Hídricos de Santa Catarina. Os efluentes gerados são potencialmente poluidores, principalmente pela alta concentração de compostos nitrogenados, fosfatados e matéria orgânica, além de patógenos, sólidos suspensos e metais como Zn e Cu. A atmosfera também sofre com o efeito dos GEEs (gases do efeito estufa) emitidos durante a decomposição dos dejetos.

Dentre as tecnologias recomendadas para o tratamento deste efluente, principalmente em pequenas propriedades, priorizam-se as de menor custo e de simples operação (Araújo 2007). Sob esta perspectiva, o Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (ENS/UFSC) vêm desenvolvendo pesquisas para a utilização de tecnologias eficientes e de baixo custo no tratamento e valorização dos resíduos da suinocultura. Além das pesquisas com biodigestores e lagoas de estabilização, as lagoas de macrófitas lemnáceas vêm sendo avaliadas em estudos pioneiros no Brasil, como uma promissora forma de tratamento e valorização de resíduos no ambiente rural. Diversos estudos apontam resultados positivos para o uso destas macrófitas na remoção de nutrientes e matéria orgânica dos dejetos da suinocultura, com eficiências superiores a 95% para diversos parâmetros (Cheng et al., 2002; Xu & Shen, 2011; Mohedano et al., 2012).

Diferentemente de outras macrófitas utilizadas em sistemas de tratamento, a biomassa de lemnas apresenta características relevantes para o uso na nutrição animal, devido ao alto teor de proteína bruta, e, também, na produção de biocombustíveis (Cheng & Stomp 2009).

Deste modo, o presente estudo avaliou esta tecnologia através do monitoramento de duas lagoas de lemnas, em escala real, aplicadas para o polimento dos dejetos suínos de uma pequena propriedade rural.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, em escala real, foi desenvolvido em uma pequena propriedade suinícola com capacidade para 500 animais (ciclo completo), no município de Braço do Norte – SC. Esta região possui uma das maiores densidades de suínos do Brasil. A criação de suínos nesta propriedade gera um volume aproximado de 3m³ de dejetos/dia. Este resíduo, composto principalmente por fezes, urina e restos de alimentos, passa por um sistema de tratamento que contém um digestor anaeróbio (TDH = 30dias), uma lagoa de armazenamento (LA) com TDH variável e duas lagoas de macrófitas lemnáceas, denominadas LM1 e LM2 (respectivamente), ligadas em série, com dimensões de 2,5 x 7,5 x 0,8m e 15 x 6 x 0,4m, e TDH de 102 e 34 dias respectivamente. Por fim, uma unidade de armazenamento para reuso do efluente com capacidade de 5000L. Os dejetos produzidos nos chiqueiros seguem para o biodigestor (aplicação de cargas diárias), e, em seguida, fluem para a lagoa de armazenamento. Após o armazenamento, cerca de 70% do efluente é aplicado no solo como fertilizante para as culturas anuais de milho e aveia, o restante é direcionado para as lagoas de lemnas, onde o tratamento é completado com o polimento (figura 1).

Durante 13 meses foi realizado um monitoramento através de amostras quinzenais do efluente, na entrada e saída de cada etapa do tratamento. Os parâmetros avaliados foram DQO, NTK, N-NH₃, PT e *E. coli*, além de OD, pH e temperatura sendo estes últimos



III SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE
RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS
12 A 14 DE MARÇO DE 2013 – SÃO PEDRO - SP

medidos através de aparelhos portáteis, in loco (oxímetro Lutron® ; pHgâmetro Hanna®), para os demais utilizou-se a metodologia de análises laboratoriais segundo APHA (2005).

A remoção da biomassa de lemnas foi feita uma vez a cada dois dias, onde são removidas as plantas em um equivalente a 1/5 da superfície da lagoa, através de peneiras adaptadas, para manter a biomassa constante. Toda a biomassa coletada foi pesada e amostras quinzenais foram submetidas a análise para determinação do teor de proteína bruta (Método 991.20 - AOAC,2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma geral, o sistema de tratamento apresentou uma excelente eficiência, considerando todas as etapas, como pode ser visto na tabela 01. Na etapa de polimento com as lagoas de lemnas observou-se o incremento significativo de OD, em comparação com a concentração no afluente. A média encontrada em LA (afluente) foi 0,2 mgOD/L, porém, na superfície das lagoas de lemnas encontrou-se uma média de 2,1±1,4 e 3,0±1,2 mgOD/L, em LM1 e LM2 respectivamente. Conclusivamente o efluente passou de uma condição anaeróbia para uma condição aeróbia. Este aumento de OD teve uma importante influência na redução da matéria orgânica, indicada pela DQO, passando de 3.107mg/L em LA para 107mg/L na saída de LM2 resultando em uma remoção de 96,7%. O elevado tempo de detenção hidráulica (TDH), cerca de 136 dias, contribuiu fortemente com a eficiência observada.

A remoção do nitrogênio foi bastante expressiva na série de lagoas de lemnas, com 98% e 99% de eficiência para NTK e N-NH₃ respectivamente. A absorção deste nutriente em lagoas de lemnas tem sido avaliada por diversos autores como a principal vantagem desta tecnologia, principalmente pela elevada exigência e o rápido crescimento (Cheng et al., 2002; Mohedano et al., 2012).

A biomassa de lemnas removida durante o tratamento apresentou uma taxa de crescimento de 68t/ha.ano (matéria seca), com um teor de proteína bruta (PB) de 35% em média. Este valor representa uma produtividade de PB cerca de 20 vezes superior a da soja, demonstrando a potencialidade deste sub-produto como ingrediente de dietas para animais. Como exemplo, Mohedano et al. (2005) avaliaram a biomassa de lemnas como ingrediente protéico em dietas para tilápias e observaram um bom desempenho ao comparar com rações comerciais.

CONCLUSÃO

Dentre as principais características que contribuíram para o resultado positivo, no tratamento de dejetos suínos em lagoas de lemnáceas, destacam-se a incorporação de oxigênio dissolvido, pela atividade fotossintética das macrófitas, promovendo a nitrificação e a oxidação da matéria orgânica e, também, o elevado tempo de detenção hidráulica de cerca de 136 dias, para o conjunto das duas lagoas avaliadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCS- Associação Catarinense de Criadores de Suínos. Relatório anual 2011. 37f. Disponível em <http://www.accs.org.br/editar/arquivos/editar_relatorios/Relatorio2011.pdf> Acesso em 3 de junho de 2012.
- ARAUJO, I. S. *Avaliação de Lagoas Facultativa Aerada e de Maturação, em Escala Real, Como Etapas Secundária e Terciária de Sistema de Tratamento de Dejetos Suínos*. 2007. 237f. Tese (Doutorado em Eng. Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- CHENG, J., BERGMAN, B. A.; CLASSEN, J. J.; STOMP, A. M.; HOWARD, J. W. Nutrient recovery from swine lagoon water by *Spirodela punctata*. *Bioresource Technology*. n. 81, p. 81 – 85, 2002.

CHENG, J.J., STOMP, A.M. Growing duckweed to recover nutrients from wastewaters and for production of fuel ethanol and animal feed. *Clean: Soil Air Water*. v. 37, n 1, p. 17–26, 2009.

MOHEDANO, R. A.; FRACALOSI, D. M.; RODRIGUES, J.B.R.. Lemna valdiviana uma planta que trata os efluentes e alimenta peixes cultivados. *Panorama da Aqüicultura*, v. 87, p. 33-40, 2005.

MOHEDANO, R. A.; COSTA, R. H. R.; TAVARES, F. A.; BELLI FILHO, P. High nutrient removal rate from swine wastes and protein biomass production by full-scale duckweed ponds. *Bioresource Technology*, v. 112, p. 98-104, 2012.

XU, J.; SHEN, G. Growing duckweed in swine wastewater for nutrient recovery and biomass production. *Bioresource. Technology*. v.102, p. 848–853, 2011.

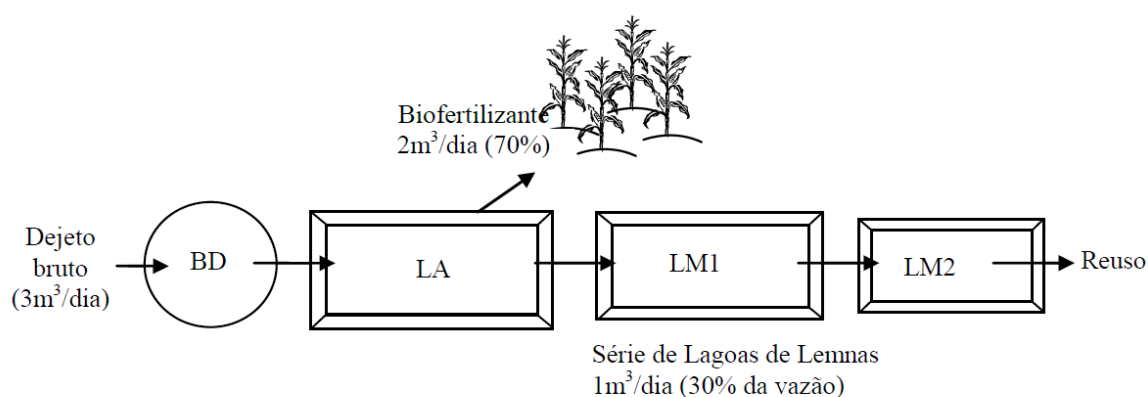


Figura 1. Representação esquemática das estruturas de tratamento de efluentes. Biodigestor (BD); Lagoa de Armazenamento (LA); Lagoas de Lemnas 1 e 2 (LM1 e LM2).

Tabela 1. Valores médios e eficiência de remoção dos parâmetros avaliados, em todas as etapas do sistema de tratamento (n=25).

| Parâmetros | DB | BIO | % | LA | % | LM1 | % | LM2 | % | Efic. final |
|-------------------------------|---------|---------|----|---------|----|---------|----|---------|----|-----------------------|
| PH | 7,52 | 7,19 | -- | 7,38 | -- | 7,0 | -- | 6,68 | -- | -- |
| OD(mg/l) | -- | 0,21 | -- | 0,20 | -- | 2,01 | -- | 3,02 | -- | -- |
| T(°C) | 19,7 | 19,9 | -- | 20,1 | -- | 20,4 | -- | 21,0 | -- | -- |
| DQO(mg/l) | 63.280 | 8.758 | 86 | 3.107 | 64 | 184 | 94 | 107 | 42 | 99,8% |
| N-NH ₃ (mg/l) | 1.624 | 1.159 | 28 | 636 | 45 | 28 | 95 | 7,2 | 74 | 99,5% |
| NTK(mg/l) | 7.986 | 1.622 | 79 | 832 | 45 | 44 | 95 | 14,1 | 68 | 99,8% |
| PT(mg/l) | 1.487 | 215 | 85 | 92 | 57 | 10 | 89 | 5,4 | 47 | 99,8% |
| <i>E. coli</i> (nmp/100ml) | 2,4E+07 | 3,5E+05 | 98 | 6,8E+04 | 81 | 1,6E+02 | 99 | 5,4E+01 | 66 | 10⁶ |