

Caracterização Físico-Química de Efluentes Líquidos de Granjas Suínas Tratados em Biodigestor ¹

Márcia Toffani Simão Soares², Fábio Galvani², Ana H B Marozzi Fernandes², Fernando Antonio Fernandes², Frederico Lisita Olivieri², Ivan Bergier T. de Lima², Sandra Mara A. Crispim², Edson Franco³, Karina Lima Rieger³

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de biodigestão de dejetos de granjas suínas e a qualidade ambiental e agrícola dos biofertilizantes produzidos por biodigestores instalados no Assentamento Campanário, São Gabriel do Oeste (MS). No assentamento foram dimensionados e instalados quatro reatores anaeróbios. De um destes reatores foram coletadas, entre julho de 2009 e abril de 2010, amostras dos efluentes brutos (afluentes), finais (saída do biodigestor) e armazenados na lagoa de maturação. Foram determinados pH, DBO, DQO, sólidos totais, sólidos suspensos voláteis, coliformes totais, *Escherichia coli*, nitrogênio total Kjeldahl, nitrogênio amoniacal total e nitrato. O sistema biodigestor-lagoa de maturação foi eficiente em reduzir a matéria orgânica dos dejetos suínos. Verifica-se com o processo uma redução significativa de *E. coli*, fundamental para seu reuso seguro em ambiente agrícola. Deve-se, entretanto, avaliar a disponibilidade de terras para a aplicação deste volume de nitrogênio com vistas a se evitar perdas líquidas e atmosféricas ao meio ambiente.

Palavras-chave: Suinocultura, biodigestão anaeróbica, resíduos

Physical-Chemical Characterization of Liquid Effluents of Suines Dejections Treated in Biodigestor

Abstract: The aim of this study was to evaluate the efficiency of digestion of swine manure produced in farms in São Gabriel do Oeste, MS. The study was conducted in the Campanario Rural Settlement, where they were sized and installed four anaerobic reactors. From one of these reactors were collected between July 2009 and April 2010, samples of raw sewage (tributaries), final (exit the biodigester) and stored in the maturation pond. The pH, BOD, COD, total solids, volatile suspended solids, total coliforms, *Escherichia coli*, total Kjeldahl nitrogen, total ammonia nitrogen and nitrate were determined. The system biodigester-maturation pond was efficient to reduce the organic matter in swine manure. It was verified a significant reduction of *E. coli*, essential for its safe reuse in the agricultural environment. It must be evaluate the availability of land for the implementation of this volume of nitrogen to avoid net losses to the environment and the atmosphere.

Keywords: Pig farming, hog raising, anaerobic biodigestion, residues

Introdução

O estado de Mato Grosso do Sul tem apresentado significativa expansão da suinocultura nos últimos anos. O principal pólo suinícola do estado é o município de São Gabriel do Oeste, cujo território está parcialmente situado na Bacia do Alto Taquari, pertencente à Bacia do Alto Paraguai. Em 2006 o município contava com um rebanho de cerca de 120 mil cabeças o que representou um aumento de cerca de 80% em relação ao rebanho registrado em 1996 (IBGE, 2008).

A suinocultura é reconhecidamente uma atividade de grande potencial poluidor pela grande quantidade de resíduos gerada com alta carga poluidora. Embora a disposição inadequada de resíduos suinícolas pode tornar-se relevante fonte de degradação ambiental, os dejetos de suínos

¹ Parte do Projeto "Avaliação agrícola e ambiental da suinocultura – biofertilização em São Gabriel do Oeste (MS), financiado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e pela Embrapa (Macroprograma 3)

² Pesquisadores da Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, Corumbá, MS- Brasil - 79320-900, Corumbá, MS (mtoffani@cpap.embrapa.br)

³ Acadêmicos de Gestão Ambiental, Uniderp, bolsistas da Embrapa

possuem também um grande potencial de uso como fertilizante de culturas agrícolas, trazendo ganhos econômicos ao produtor rural, sem comprometer a qualidade do solo e do meio ambiente. Para tratamento deste resíduo, têm sido utilizados reatores anaeróbios (bioreatores), que consistem em instalações que promovem a decomposição dos excretas de suínos na ausência de oxigênio. Algumas das vantagens dessa técnica são as reduções da carga orgânica e de organismos patogênicos do efluente, a redução da emissão de gases de efeitos estufa e a produção de um efluente final estável, rico em nutrientes, passível de uso como fertilizante em solos (KONZEN, 2006). Além disso, a digestão anaeróbia do resíduo animal em biodigestores resulta na produção de biogás, composto basicamente de CH₄ e CO₂. Este pode ser aproveitado para geração de energia em substituição a fontes de origem fóssil, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa.

Este trabalho avaliou a eficiência de biodigestão de dejetos de granjas de suínos e a qualidade ambiental e agrícola dos biofertilizantes produzidos por um biodigestor instalado no Assentamento Campanário, São Gabriel do Oeste (MS).

Material e Métodos

O estudo foi realizado no Assentamento Rural Campanário (19°17'29,5"S e 54°36'16,3"W), localizado no município de São Gabriel do Oeste, região Centro-Norte do Estado de Mato Grosso do Sul. O mesmo situa-se na micro-região da bacia do Alto Rio Taquari, Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai (BAP), sobre o Aquífero Guarani. Neste assentamento também está situada uma das nascentes do Rio Coxim, que constitui um dos principais afluentes do rio Taquari.

No assentamento foram dimensionados pela empresa BrasCarbon quatro reatores anaeróbios. Cada biorreator tem capacidade para o tratamento de dejetos de dois mil animais, atendendo a dois lotes adjacentes (1.000 suínos por lote), totalizando oito lotes atendidos. O processamento contínuo (dinâmico) no biorreator tem tempo de residência hidráulico de aproximadamente 30 dias. Em um destes reatores foram coletadas, em julho, outubro, novembro e dezembro de 2009 e abril de 2010 amostras dos efluentes brutos (afluentes), finais (saída do biodigestor) e armazenados na lagoa de maturação. Em julho de 2009, foram determinados valores de pH, utilizando uma medidor multiparametros digital (Oakton Waterproof pH/cond 10 meter). As análises de Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) foram, respectivamente, realizadas seguindo o método padrão utilizado em análise de águas residuárias por meio da determinação do oxigênio consumido (mg L⁻¹) após oxidação biológica e química, Sólidos totais e sólidos suspensos voláteis foram obtidos por calcinação e coliformes totais e *Escherichia coli* pelo método de tubos múltiplos. Os parâmetros de fertilidade utilizados foram nitrogênio total Kjeldahl, nitrogênio amoniacal total e nitrato. Tais análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade Ambiental do Departamento de Hidráulica e Transportes da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (LAQUA), conforme APHA (1998).

A eficiência do tratamento dos dejetos suínos foi avaliada pela redução das demandas química e bioquímica de oxigênio, sólidos totais e voláteis e dos números mais prováveis de coliformes totais e termotolerantes.

Resultados e Discussão

Verificou-se durante o processo de biodigestão uma diminuição do pH dos efluentes líquidos, que variaram de 8,11 nos afluentes a 7,45 nos efluentes líquidos coletados na saída do biodigestor e 7,93 nos efluentes líquidos coletados na lagoa de maturação (Tabela 1). Tais valores estão um pouco acima da faixa considerada ideal nos processos anaeróbios (6,5 a 7,5). Na decomposição anaeróbia da matéria orgânica, devido às reações de hidrólise ocorre uma grande produção de ácidos, o que promove uma diminuição do pH.

A DBO dos afluentes variou de 28.053 mg O₂ L⁻¹ (julho/09) a 4.114 mg O₂ L⁻¹ (dezembro/09), sendo o valor médio observado de 11.439 mg O₂ L⁻¹ (Tabela 1); já os valores médios de DBO dos efluentes obtidos na saída do biodigestor foi de 4.307 mg O₂ L⁻¹ (variação de 6.219 a 3.100 mg O₂ L⁻¹) e os efluentes líquidos obtidos na lagoa de maturação 2.027 mg O₂ L⁻¹ (variação de 3.073 a 1.400 mg O₂ L⁻¹). A eficiência média de redução média de DBO observada no período avaliado foi de 42%. Considerando-se o uso da lagoa de maturação no sistema, a eficiência aumentou para 77%.

A DOQ dos afluentes variou de 42.807 (julho/09) a 11.900 mg O₂ L⁻¹ (dezembro/09), sendo o valor médio observado de 23.874 mg O₂ L⁻¹ (Tabela 1). Já o valor médio observado nos efluentes obtidos na saída do biodigestor foi de 12.615 mg O₂ L⁻¹ (variação de 19.372 a 8.590 mg O₂ L⁻¹), com eficiência de redução média no biodigestor de 38%. Na lagoa de maturação, a DQO média no período foi 7.555 mg O₂ L⁻¹ (variação de 13.128 a 5.680), com aumento na eficiência de redução de DQO de 65%. Por estes resultados verifica-se a remoção média de 38% da carga orgânica durante a biodigestão anaeróbia (dentro do biodigestor) e, com o tratamento adicional na lagoa de maturação, uma remoção média de 65%.

Tabela 1. Concentração média de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de afluentes de granja suína e respectivos efluentes líquidos tratados em biodigestor

Parâmetros	Efluente			Eficiência ⁽¹⁾	Eficiência ⁽²⁾	
	Afluente	Saída Biodigestor	Efluente Lagoa			
pH ⁽³⁾	8,11	7,45	7,93	-	-	
DBO	11.439	4.307	2.027	42%	77%	
Desvio Padrão	7.145	956	702	18%	7%	
DQO	mg O ₂ L ⁻¹	23.874	12.615	38%	65%	
Desvio Padrão	9.062	3.378	2.229	17%	11%	
Sólidos Suspensos Voláteis	mg l ⁻¹	3.204	2.893	19%	53%	
Desvio Padrão	2.298	1.838	819	22%	15%	
Sólidos Totais	mg l ⁻¹	13.651	9.464	25%	29%	
Desvio Padrão	6.129	3.210	1.419	34%	5%	
NTK	mg l ⁻¹	2.458	2.717	1.793		
Desvio Padrão	1.003	139	172			
N-NH₄⁺		1.736	2.247	1.462		
Desvio Padrão	631	163	153			
N-NO₃⁻	mg l ⁻¹	1,5	1,6	1,2		
Desvio Padrão	0,6	0,3	0,2			
Coliformes Totais	NMP/100 ml	1,8x10 ⁹	4,1x10 ⁶	8,9x10 ⁴	99,39%	99,99%
Desvio Padrão	1,3x10 ⁹	1,6x10 ⁶	5,6x10 ⁴	0,32%	0,00%	
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	5,1x10 ⁸	1,9x10 ⁶	4,4x10 ⁴	99,31%	99,99%
Desvio Padrão	2,5x10 ⁸	9,0x10 ⁵	1,7x10 ⁴	0,40%	0,00%	

⁽¹⁾ Considerando-se o efluente coletado na saída do biodigestor;

⁽²⁾ Considerando-se o efluente coletado na lagoa de maturação.

A eficiência média de redução de sólidos suspensos voláteis (SSV) e sólidos totais (ST) com o processo de biodigestão foi de 19% e 25%, respectivamente; já com o tratamento adicional na lagoa de maturação, foi de 53% e 29%, respectivamente (Tabela 1). O afluente é formado por fezes e urina dos animais, restos de alimentos e água dos bebedouros e do processo de limpeza das granjas. Os baixos valores de SSV e ST, quando comparados com revisão apresentada por Higarashi et al. (2007) indicam que o afluente pode estar diluído, o que indica a possibilidade de otimizar o uso múltiplo dos biodigestores (geração de biofertilizante e biogás) com economia no consumo da água nas granjas.

O valor médio de NTK dos afluentes foi de 2.458 mg L⁻¹ (Tabela 1), próximo aos valores médios aos observados em revisão realizada por Higarashi et al. (2007). Verificou-se pequena diminuição da concentração deste parâmetro na lagoa de maturação (1.765 mg L⁻¹), possivelmente por perdas por volatilização de amônia e, secundariamente, devido ao processo de desnitrificação

de nitrato e nitrito. Das formas de N disponíveis no efluente final e oriundo da lagoa de maturação, verifica-se predominância da forma amoniacal, característico de processos anaeróbios.

Considerando-se uma produção média mensal de 10.000 m³ de efluentes finais tratados, estarão disponíveis para uso agrícola 212 toneladas de nitrogênio em 1 ano de uso do sistema de tratamento de dejetos suínos. Deve-se avaliar a disponibilidade de terras para a aplicação deste volume de nitrogênio com vistas a se evitar perdas líquidas aos lençóis superficiais e subterrâneos, e atmosféricas (óxidos de nitrogênio).

Verifica-se com o processo de biodigestão uma eliminação média de 99,3% de *E.coli* do afluente que, de 5,1x10⁸ NMP/100 ml passou a apresentar 1,9x10⁶ NMP/100 ml no efluente biodigerido. Importante verificar a importância da lagoa de maturação na redução adicional de *E. coli* para 99,9%, atingindo um valor médio de 4,4x10⁴ NMP/100 ml. Bevilacqua et al. (2006) sugerem, para efluentes sanitários, que um padrão de qualidade em torno de 10⁴ E. coli/100 mL estaria revestido da segurança à saúde animal. Nas lagoas de maturação continuam ocorrendo os processos anaeróbios em sub-superfície e aeróbios em superfície onde se estabelecem condições desfavoráveis ao desenvolvimento de patógenos, tais como radiação solar, pH elevado e concentração de oxigênio dissolvido (HIGARASHI et al., 2007).

Conclusões

O sistema biodigestor-lagoa de maturação foi eficiente para reduzir a matéria orgânica dos dejetos suínos. Verifica-se com o processo uma redução significativa de *E. coli*, fundamental para seu reuso seguro em ambiente agrícola. Deve-se, entretanto, avaliar a disponibilidade de terras para a aplicação deste volume de nitrogênio com vistas a se evitar perdas líquidas atmosféricas ao meio ambiente.

Agradecimentos

Ao Ministério da Ciência e Tecnologia e Embrapa (Macroprograma 3) pelo apoio financeiro.

À COOASGO (Cooperativa Agropecuária de São Gabriel do Oeste), à Prefeitura Municipal de São Gabriel do Oeste, ao Sr. Roque e família (proprietários do lote onde as coletas foram realizadas) e aos senhores Carlos A. Shimata e Luiz Rieger por todo apoio durante a execução do trabalho.

Referências

- APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington: APHA/AWWA/WPCF, 1998. 1268p.
- BEVILACQUA, P.D.; BASTOS, R.K.X.; LANNA, E.A.T. Uso de esgotos tratados para produção animal. In: FLORENCIO L.; BASTOS, R.K.X.; AISSE, M.M. (Org.). **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. v. 1, p. 275-330. (Projeto PROSAB).
- HIGARASHI, M.M.; KUNZ, A.; OLIVEIRA, P.A.V. **Redução da carga de poluentes – sistemas de tratamento**. In: SEGANFREDO, M.A. (Ed). *Gestão Ambiental na Suinocultura*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. pp.119-148.
- IBGE. **IBGE Cidades**. 2008b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 19/08/ 2008.
- KONZEN, E.A. **Viabilidade ambiental e econômica de dejetos de suínos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 27p. (Documentos, 59. Embrapa Milho e Sorgo).