

## **Efeito do Tratamento Primário (Equalização e peneiramento) na eficiência de remoção de matéria orgânica e produção de biogás em biodigestores tratando efluentes de suinocultura**

Luciano dos Santos Rodrigues<sup>1</sup>

Israel José da Silva<sup>2</sup>

Rosângela Francisca de Paula Vítor Marques<sup>3</sup>

Claudiomir da Silva Santos<sup>4</sup>

Bruna Colho Lopes<sup>5</sup>

Alisson Souza de Oliveira<sup>6</sup>

### **Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos.**

#### ***Resumo***

O presente trabalho objetivou avaliar a estratégia do emprego de tratamento primário composto por tanque de equalização e peneiramento na eficiência do biodigestor na remoção de matéria orgânica e produção de biogás em escala real de uma granja de suinocultura. O biodigestor possui um volume de 5000 m<sup>3</sup> e a vazão afluyente de 250 m<sup>3</sup>/d, perfazendo um tempo de detenção hidráulico de 20 dias. O trabalho foi realizado em duas fases: na primeira fase foi realizado o monitoramento sem implementação de tratamento primário (TP) e na segunda fase após a implantação do TP. Foram analisados os seguintes parâmetros: pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e sólidos suspensos totais (SST). Observou valores de afluyente ao biodigestor quanto ao pH, DBO, DQO e SST semelhantes nas duas fases. Quanto ao efluente do biodigestor os valores da segunda fase foram muito inferiores ao da primeira fase para DBO e DQO, sendo que eficiência de remoção foi superior a 70% para os dois parâmetros. Quanto ao biogás, o teor de metano na fase 2 foi elevado (66%), com funcionamento do gerador em 144 horas/semana. Conclui-se que o emprego do tratamento primário favoreceu uma maior eficiência na remoção de matéria orgânica e no teor de metano.

**Palavras-chave:** energia; Digestão anaeróbia; monitoramento.

---

<sup>1</sup>Prof. Dr. Luciano dos Santos Rodrigues, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Departamento Medicina Veterinária Preventiva, lsantosrodrigues@gmail.com.

<sup>2</sup>Prof. Dr. Israel José da Silva, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Departamento Medicina Veterinária Preventiva, israelvp@gmail.com.

<sup>3</sup>Prof. Dra. Rosângela Francisca de Paula Vítor Marques, Universidade Vale do Rio Verde, roeflorestal@hotmail.com.

<sup>4</sup>Prof. Dr. Claudiomir da Silva Santos, Instituto Federal Sul de Minas, campus Muzambinho, claudiomirsilvasantos@gmail.com.

<sup>5</sup>Prof. Dr. Bruna Coelho Lopes, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, bruna.coelho.lopes@gmail.com

<sup>6</sup>Prof. Dr. Alisson Souza de Oliveira, Universidade Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo, alissonso@hotmail.com.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, o destino dos efluentes dos confinamentos de animais foi e continua sendo os cursos de água, o que pode resultar na eutrofização de rios, riachos, lagos e lagoas (SILVA & ROSTON, 2010). A elevada produção de efluentes altamente orgânicos e poluente se mal administrado gera grandes impactos ambientais (Dahlin et al., 2017; Ramos-suárez et al., 2019; Zhuang et al., 2020)

O tratamento de efluentes oriundos de confinamentos de animais visando adequá-los a uma qualidade de água desejada está associado aos conceitos do nível e da eficiência do tratamento (SILVA & ROSTON, 2010).

A biodigestão anaeróbia é um processo natural, ocorre em ambientes livres de oxigênio, no qual microrganismos decompõem a matéria orgânica (LIU et al., 2008). É um processo pelo qual os resíduos orgânicos, é biologicamente convertida a biogás. É um processo complexo, que requer condições ambientais específicas e diferentes populações de microrganismos (LASTELLA et al., 2000). Nesse processo existe um delicado equilíbrio entre os grupos de processos primários (hidrólise e acidogênese) e a conversão dos produtos ácidos pelos microrganismos acetogênicos e a formação de metano e dióxido de carbono pelos metanogênicos (LEITÃO et al., 2006).

A capacidade de tratamento de um sistema de digestão anaeróbia é determinada pela atividade microbiana da biomassa mantida dentro do sistema, que por sua vez é influenciada pela composição do efluente e configuração do reator (PEREZ et al., 2007).

Uma das fases limitantes da biodigestão anaeróbia é a hidrólise, por isso em efluentes com alto teor de sólidos suspensos pode ocorrer uma limitação ao desenvolvimento das outras etapas do processo podendo ocasionar redução na eficiência de tratamento e conseqüentemente a redução da produção de biogás. Uma das estratégias para contornar essa limitação é a utilização de separação de sólidos e a equalização da vazão e carga que adentra nos biodigestores.

Sendo assim, neste trabalho usou desta estratégia para recuperar a eficiência de um biodigestor tratando efluentes de suinocultura em uma granja comercial.

Realização

Apoio

## METODOLOGIA

### Local de pesquisa

O trabalho foi desenvolvido em uma suinocultura em ciclo completo com 2500 matrizes, localizada no estado de Minas Gerais funcionando em escala real.

Inicialmente o sistema era composto apenas de biodigestor, sem nenhum tipo de tratamento preliminar e primário, sendo que todo efluente gerado era encaminhado para o biodigestor.

O biodigestor possuía um volume de 5000 m<sup>3</sup>, e vazão diária de 250 m<sup>3</sup>/dia, resultando num tempo de detenção hidráulico de 20 dias.

Na primeira fase do projeto foi realizado diagnóstico do sistema durante seis meses com coletas dos efluentes da suinocultura (esgoto bruto –EB) e efluente do biodigestor (B).

A partir do diagnóstico foi proposto a implantação de tanque de equalização de efluentes e filtro rotativo com diâmetro de furos de 1mm, com posterior encaminhamento do efluente equalizado e peneirado para o biodigestor.

Na segunda fase do projeto foi realizado monitoramento do sistema durante dez meses com coletas dos efluentes da suinocultura (esgoto bruto –EB), efluente do filtro rotativo (tratamento primário – TP) e efluente do biodigestor (B).

### Monitoramento

O programa de monitoramento foi realizado mensalmente por meio de análises físico-químicas. Os principais parâmetros avaliados foram: pH, DQO, DBO, sólidos suspensos totais.

As análises físico-químicas foram realizadas conforme descrito no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (AWWA/APHA/WEF, 1998)

As amostras coletadas foram acondicionadas e transportadas, de maneira a manter suas características até o laboratório. Em seguida foram resfriadas e mantidas sob-

Realização

Apoio

refrigeração até o momento da realização das análises de maneira a manter suas características.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios dos parâmetros avaliados durante o período experimental do biodigestor antes e depois da implementação do tratamento primário estão descritos na tabela 1.

Conforme tabela 1, os valores de pH nas duas fases não variaram no esgoto bruto, observando valores crescentes no biodigestor com valores maiores na fase 1, com valores dentro da faixa de neutralidade, faixa ótima para a digestão anaeróbia (LETTINGA, 1995; SANTANA & OLIVEIRA, 2005).

Os resultados das concentrações de DBO do esgoto bruto e saída do biodigestor na fase 1, e no esgoto bruto, tratamento primário e biodigestor, observadas ao longo da fase experimental são mostrados na tabela 1. Observa-se que os valores do EB nas duas fases foram semelhantes, evidenciando manejo igual durante todo o período avaliado.

Parâmetro	Primeira Fase (antes do TP)		Segunda Fase (após do TP)		
	EB	B	EB	TP	B
pH	7,05	8,06	6,92	6,89	7,60
DBO	10.405	6.006	10.200	8.490	1.876
DQO	19.750	21.500	14.667	19.667	4.467
SST	6.289	1.649	4.550	5.500	2.675

\*TP – tratamento primário; DBO – demanda bioquímica de oxigênio; DQO – demanda química de oxigênio; SST – sólidos suspensos totais.

Tabela 01: Valores médios dos parâmetros físico-químicos do afluente e efluente do esgoto bruto e biodigestor na primeira fase e esgoto bruto, tratamento primário e biodigestor na segunda fase durante o período experimental.

Os valores médios de DQO no afluente foram de 19.750 mg.L<sup>-1</sup> na fase 1 e 14.667 mg.L<sup>-1</sup> na fase 2. Apesar da diferença quando se observa o valor efluente do tratamento , diminuindo ao passar pelo sistema de tratamento primário (19.667 mg.L<sup>-1</sup>) o valor é semelhante ao EB da fase 1, isto aconteceu devido a variabilidade do esgoto bruto. Esses valores foram superiores aos obtidos por Santana e Oliveira (2005), Fernandes e Oliveira (2006), Abreu Neto e Oliveira (2009) e Oliveira e Santana (2011), que trabalhando com efluentes de suinocultura encontraram DQO afluente de 8.818, 11.640, 28.770 e 17.334 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente. Estas variações são devidos também ao manejo adotado na granja

Observa-se que os valores efluentes do biodigestor tanto para DBO como DQO foram significativamente menores na fase 2 em comparação com a fase 1, mostrando melhor desempenho quando foi incluído o tratamento primário.

Os valores médios de SST no afluente foram de 6.289 mg.L<sup>-1</sup> na fase 1 e 4.550 mg.L<sup>-1</sup> na fase 2. No efluente do biodigestor na fase 1 houve menores valores de SST do que , reduzindo a medi maior geração de biogás.

Os valores de eficiência de remoção de DBO, DQO e SST são mostrados na tabela 2.

Parâmetro	Eficiência de Remoção (%)				
	Primeira Fase			Segunda Fase	
	(antes do TP)			(após do TP)	
	B	GLOBAL	TP	B	GLOBAL
DBO	42	<b>42</b>	17	78	<b>82</b>
DQO	9	<b>9</b>	-34	77	<b>70</b>
SST	74	<b>74</b>	-21	51	<b>41</b>

\*TP – tratamento primário; DBO – demanda bioquímica de oxigênio; DQO – demanda química de oxigênio; SST – sólidos suspensos totais.

Tabela 02: Valores médios de eficiência do biodigestor e global na primeira fase e, tratamento primário, biodigestor e global na segunda fase durante o período experimental.

No biodigestor na fase 1 a eficiência de remoção de DBO e DQO foi respectivamente de 42 e 9%, que também representa a eficiência global do sistema, mostrando ineficácia do biodigestor em degradar a matéria orgânica afluyente, Já na segunda fase com a implementação do tratamento primário as eficiências de remoção de DBO e DQO foram 78 e 77%, respectivamente, valores elevados considerando biodigestores. A eficiência global do sistema foi de 82% para DBO e 78% para DQO.

As eficiências médias de remoção de SST no biodigestor na fase 1 foi de 74% e na fase 2 de 51%, mostrando que a perda de sólidos na fase 2 foi a grande responsável pela menor eficiência do biodigestor.

Quando a produção de biogás é mostrada na tabela 3 os teores médios de metano e o tempo de funcionamento em que o gerador trabalhou convertendo o biogás em energia elétrica.

Parâmetro	Primeira Fase (antes do TP)	Segunda Fase (após do TP)
Teor de CH <sub>4</sub> (%)	25	66
Tempo de funcionamento do gerador (horas/semana)	6	144

\*CH<sub>4</sub> – metano

Tabela 03: Teores médios de metano e o tempo de funcionamento do gerador na primeira e segunda fase durante o período experimental.

Observa-se que antes da implementação do tratamento primário o gerador praticamente não funcionou, muito devido a baixa concentração de metano. Já na segunda fase e em consequência da alta eficiência de remoção de matéria orgânica o gerador funcionou 24 horas por dia só parando para a manutenção.

Os resultados alcançados neste trabalho mostram que o emprego do tratamento primário projetado e operado de forma correta otimiza o funcionamento do biodigestor, e como consequência melhora o teor de metano e aumenta o tempo de operação dos geradores.

## CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estratégia de implementação do tratamento primário composto por equalização e peneiramento foi eficaz para aumentar a eficiência de remoção de matéria orgânica e consequentemente a conversão em biogás com alto teor de metano.

## REFERÊNCIAS

ABREU NETO, M.S.; OLIVEIRA, R.A. de. (2009) Remoção de matéria orgânica, de nutrientes e de coliformes no processo anaeróbio em dois estágios (reator compartimentado seguido de reator UASB) para o tratamento de águas residuárias de suinocultura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 148-161.

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 20th ed. Washington, D. C., USA: American Public Health Association, 1998.

BRUNO M, OLIVEIRA R.A. (2013) Performance of UASB reactors in two stages followed by post-treatment with activated sludge in wastewater batch of wet-processed coffee. **Engenharia Agrícola** 33:808-819.

DUDA RM, OLIVEIRA R.A. (2011) Tratamento de águas residuárias de suinocultura em reator UASB e filtro anaeróbio em série seguidos de filtro biológico percolador. **Engenharia Sanitária e Ambiental** 16:91-100.

DAHLIN J., NELLES M., HERBES C. Biogas digestate management : Evaluating the attitudes and perceptions of German gardeners towards digestate-based soil amendments. **Resources Conservation and Recycling** 118:27-38, 2017.

FERNANDES, G. F. R.; OLIVEIRA, R. A. de. Desempenho de processo anaeróbio em dois estágios (reator compartimentado seguido de reator UASB) para tratamento de águas residuárias de suinocultura. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.1, p.243-256, 2006.

LASTELLA G., TESTA C., CORNACCHIA G., NOTORNICOLA M., VOLTASIO F. e SHARMA K. V. Anaerobic digestion of semi-solid organic waste: biogas production and its purification. **Energy Conversion and Management**, v. 43, p. 63-75, 2000.

LEITÃO, R. C., VAN HAANDEL, A. C., ZEEMAN, G., LETTINGA, G. The effects of operational and environmental variations on anaerobic wastewater treatment systems: A review. **Bioresource Technology**, v. 97, p. 1105-1118, 2006.

LETTINGA, G. (1995) Anaerobic digestion and wastewater treatment systems. **Antonie van Leeuwenhoek**, Dordrecht, v. 67, n. 1, p. 3-28.

Realização

Apoio

MEDRI, W.; MEDRI, V. Otimização de sistemas de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos suínos. **Ciências Exatas e Tecnológicas – SEMINA**, v.25, n.2, p.203-212, 2004.

MORAES, L. M.; PAULA JÚNIOR, D. R. Avaliação da biodegradabilidade anaeróbia de resíduos da bovinocultura e da suinocultura. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.2, p.445-454, 2004.

MELIDIS P, GEORGIU D, AIVASIDIS A (2003) Scale-up and design optimization of anaerobic immobilized cell reactors for wastewater treatment. **Chemical Engineering Processing Process Intensification** 42:897-908.

OLIVEIRA RA, SANTANA A.M. (2011) Tratamento de águas residuárias de suinocultura em reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB) em dois estágios seguidos de reator operado em batelada sequencial (RBS). **Engenharia Agrícola** 31:178-192.

PEREZ, M., RODRIGUEZ-CANO, R., ROMERO, L. I., SALES, D. Performance of anaerobic thermophilic fluidized bed in the treatment of cutting-oil wastewater. **Bioresource Technology**, v. 98, p. 3456–3463, 2007. PEREZ et al., 2007

PANDEY S, SARKAR S (2017) Anaerobic treatment of wastewater using a two-stage packed-bed reactor containing polyvinyl alcohol gel beads as biofilm carrier. **Journal Environmental Chemical Engineering** 5:1575–1585.

RAMOS-SUÁREZ J.L., RITTER A., GONZÁLEZ J.M., PÉREZ A.C. Biogas from animal manure: A sustainable energy opportunity in the Canary Islands. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 104:137-150, 2019.

RODRIGUES LS, SILVA IJ, SANTOS RLH, GOULART DB, OLIVEIRA PR, VON SPERLING M, FONTES DO (2009) Avaliação de desempenho de lagoa de polimento para pós-tratamento de reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) no tratamento de águas residuárias de suinocultura. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 61:142–1433.

SANTANA, A.M. da; OLIVEIRA, R.A. de. (2005) Desempenho de reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo em dois estágios tratando águas residuárias de suinocultura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 817-830.

SILVA, E.M da; ROSTON, D.M. tratamento de efluentes de sala de ordenha de bovinocultura: lagoas de estabilização seguidas de leito cultivado. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 1, p. 67-73, 2010.

URBINATI E, DUDA MR, OLIVEIRA RA (2013) Performance of UASB Reactors in Two Stages Under Different Hrt. **Engenharia Agrícola** 23:367-378.

ZHUANG M., SHAN N., WANG Y., CARO D., MARIE R., WANG L. Science of the Total Environment Different characteristics of greenhouse gases and ammonia emissions from conventional stored dairy cattle and swine manure in China. **The Science of the Total Environment**, 722:137693, 2020.