



ESTUDO DE CASO: BIODIGESTÃO ANAÉROBIA DE RESÍDUOS SUÍNOS COM INOCULAÇÃO DE MEIOS DE CULTURA

José Lucas de Souza Abreu¹; Roberlúcia Araújo Candeia²; Emanuel Tarcisio do Rêgo
Farias³; Damião Júnior Gomes⁴

¹ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental - jo_lucas.souza@hotmail.com; ² Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos - roberlucia@yahoo.com.br; ³ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental - emanueltrf@yahoo.com.br; ⁴ Universidade Federal de Campina Grande, Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais - damiaojuniorgomes@yahoo.com.br

RESUMO

Este estudo analisa o comportamento físico químico, referente à mistura de resíduos suínos e meios de cultura descartados, durante o processo de biodigestão anaeróbia, em biorreator tipo batelada. Montaram-se dois biorreatores de batelada, no entanto, em um deles foi acrescidos um litro do caldo bacteriano para fim de comparação. O monitoramento destes procedera por 56 dias, sendo coletadas alíquotas dos substratos nos tempos 0, 7, 21, 28, 35, 42, 49 e 56 dias, submetidas à caracterização físico-química, bem como, o acompanhamento do comportamento do sistema de filtragem de gás. Os dados experimentais apontaram que o biorreator A (com presença de meios de cultura) desempenhou melhores resultados, em relação ao biorreator B (com ausência de meios de cultura). Como por exemplo, pH's próximos da alcalinidade, propiciando o desenvolvimento das bactérias metanogênicas, e conseqüentemente, maior liberação de gases, além disso o biodigestor A apresentou maior concentração de macronutrientes (NPK). Os resultados foram bastante relevantes, fazendo entender que a introdução de meios de cultura potencializa as reações de biodigestão anaeróbia, além de incorporar ao efluente (biofertilizante) maior concentração de nutrientes.

Palavras-chave: biodigestão anaeróbia, resíduos suínos, inoculação, meios de cultura.

1. INTRODUÇÃO

As preocupações com o ambiente impõem novas estratégias de vida, em virtude de uma série de problemas globais, tais como contaminação e degradação do ambiente, a crise de recursos naturais, energéticos e de alimentos. Tais problemas resultam da alta taxa de crescimento populacional, devido ao aumento da utilização excessiva e desordenada dos recursos do planeta. De todo modo, o consumo exacerbado dos recursos oriundos das reservas naturais proporciona a degradação progressiva dos solos,

poluindo o ar atmosférico e afetando as condições de regeneração dos ecossistemas (MAIA, 2009).

Pesquisas vêm se concentrando no desenvolvimento ou reaproveitamento de insumos, e a biomassa tem ganhado destaque em razão da sua natureza renovável, ampla disponibilidade, biodegradabilidade e baixo custo (LEUNG, WU, LEUNG, 2010). O aproveitamento dos resíduos da agroindústria propõe agregar valor a cadeia produtiva e reduzir possíveis impactos ambientais negativos, como por exemplo, os resíduos da suinocultura.



A suinocultura é uma das atividades da agropecuária mais difundida e produzida no mundo. Oliveira (2007) declara que os impactos da suinocultura sobre os recursos ambientais, principalmente sobre o solo e a água são imensos, na medida em que as práticas produtivas tradicionais têm negligenciado a aplicação de medidas de conservação ambiental que a atividade requer. Sendo assim, a preocupação com a poluição provocada pelo manejo inadequado dos dejetos suínos cresce constantemente, quer seja por uma maior consciência ambiental dos produtores, quer seja pelo aumento das exigências dos órgãos fiscalizadores e da sociedade em geral (DIESEL, MIRANDA e PERDOMO, 2002).

Com o aumento crescente da população de suínos no Brasil, perspectiva de crescimento para os próximos anos, e implantação de novos projetos no setor suinícola, torna-se necessária a adoção de métodos e técnicas para manejar, estocar, tratar, utilizar e dispor dos resíduos, dentro do sistema de produção, com o objetivo da manutenção da qualidade ambiental, reutilização dos resíduos em outros sistemas agrícolas e maior rentabilidade na produção.

Diante deste cenário, uma alternativa de tratamento e reciclagem eficaz para os resíduos provenientes da suinocultura é a biodigestão anaeróbia, na qual tem como princípio a fermentação realizada pelo metabolismo bacteriano, tendo uma pequena participação de fungos e outros micro-organismos, que se multiplica em ambientes anaeróbios. Até a produção do gás, a matéria orgânica passa por um longo e complexo caminho enquanto é decomposta.

O cultivo dos microrganismos em condições laboratoriais é um pré-requisito para seu estudo adequado. Para que isto possa ser realizado, é necessário o conhecimento de suas exigências físicas e nutritivas. Esta informação resultou no desenvolvimento de numerosos meios de

cultura. Por causa da grande variação das necessidades das bactérias há também diferenças na composição dos meios (ÁVILA, SILVA e FAGLIARI, 2012).

Tais meios de cultura estão presentes em várias metodologias adotadas nos laboratórios de microbiologia e ao final das análises, eles são esterilizados e descartados, gerando rejeitos. Ressalta-se que esses rejeitos são ricos em nutrientes para os microrganismos.

Recentemente, alguns trabalhos tem buscado potencializar a produção de biogás, a partir do melhoramento das reações fermentativas do processo de biodigestão anaeróbia, introduzindo ao afluyente (resíduos da agroindústria, como excrementos bovinos, suínos entre outros) inóculos como, por exemplo, as enzimas lipolíticas (lipases) em níveis específicos (RODRIGUES et al, 2014; VALENTE, 2010; CIRNE et al, 2007).

2. METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, na cidade de Pombal, Paraíba. As análises foram conduzidas no Laboratório de Resíduos Sólidos. As análises de NPK foram conduzidas no Laboratório de Solos do IFPB Campus Sousa.

Os biorreatores anaeróbios tipo batelada adotados foram confeccionados com materiais de baixo custo, e em escala de bancada de laboratório. A Figura 1 ilustra o sistema de biodigestão anaeróbia. Este foi composto por: biodigestor (setor 1), tambor com capacidade de 50L; sistema de filtragem de gás com as soluções de Fe-EDTA e NaOH a 1M cada, (setor 2); coletor de gás (setor 3); e ponto (2) no setor 1 destinado as coletas das amostras para análises.

A solução de Fe-EDTA foi utilizada para a precipitação do H₂S, possivelmente



misturado ao biogás formado. O NaOH foi útil para reter ácidos remanescentes.



Figura 1: Apresentação e esquematização do sistema de biodigestão anaeróbia. Fonte: Imagem do próprio Autor, 2014.

No experimento, foram utilizados resíduos da suinocultura (proveniente de esterqueira localizada no município de Pombal - PB), e meios de cultura usados, originados no Laboratório de Análises Microbiológicas do IFPB Campus Sousa, com composição definida na Figura 2.

Melos de Cultura	Composição	Concentração
Caldo Lactosado	Produtos de digestão peptídica de tecido animal	5 g/L
	Extrato de bile	3 g/L
	Lactose	5 g/L
Caldo Verde Bile Brilhante	Produtos de digestão peptídica de tecido animal	10 g/L
	Lactose	10g/L
	Bile de boi	20 g/L
	Verde brilhante	0,0133 g/L
Caldo EC	Caseína enzimática hidrolisada	20 g/L
	Lactose	5 g/L
	Seis biliares	1,5 g/L
	Fosfato dipotássico	4 g/L
	Fosfato monopotássico	1,5g/L
	Cloreto de sódio	5 g/L

Figura 2: Composição dos meios de culturas adotados neste experimento.

A pocilga de onde foram coletados os resíduos suínos esta inserida numa pequena propriedade que continha uma indústria de laticínios. As fezes coletadas foram recolhidas todas recentes dentro das baias dos animais.

Quanto a nutrição dos animais, é principalmente concentrada em carboidratos, fibras, e complementada

com o soro de leite. A limpeza do ambiente e remoção das fezes na esterqueira é feita duas vezes ao dia, apenas com água e varrição para uma tubulação que conduz o efluente até alguns metros do local, onde já se encontrava instalada uma lagoa de dejetos a céu aberto (efluentes suínos), onde pode-se observar a intensa degradação ambiental enfrentada por aquele pequeno espaço.

Realizaram-se dois experimentos (A e B), separadamente em cada biodigestor da seguinte conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Proporções da biomassa e meios de cultura nos Biodigestores A e B

	Dejetos suínos	Água	Meios de Cultura
Biodigestor A	10 kg	20 L	1 L
Biodigestor B	10 kg	20 L	--

Os dois biorreatores foram ativados com proporções de diluição 1:2 (Biomassa/água), sendo diferenciado apenas pela presença de meios de culturas, que para esse parte do experimento é de 10% de caldo bacteriano referente a massa de biomassa. Ressalta-se que ambos os sistemas foram submetidos às mesmas condições de temperatura e de ambientação, visto a condição média de temperatura de Pombal, registrando temperaturas elevadas o que favoreceu ao processo de biodigestão.

As reações foram monitoradas nos dias 7, 21, 28, 35, 42, 49 e 56 de tempo de retenção hidráulica, coletando frações dos substratos e as encaminhando para serem analisadas nos laboratórios através dos parâmetros físico-químicos.

Para determinar as caracterizações do afluente (biomassa antes de inserir no

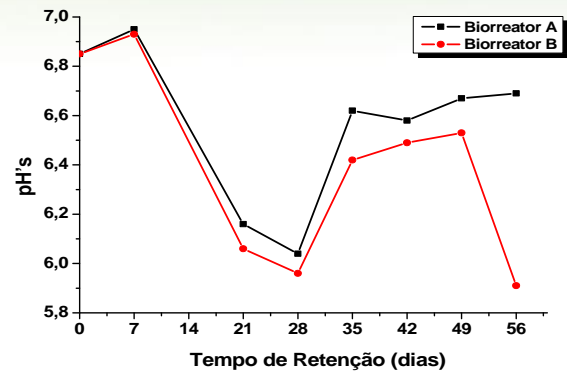


biodigestor) e efluente (biomassa durante a digestão) foram realizadas periodicamente as seguintes medidas: sólidos totais, sólidos voláteis, sólidos fixos, umidade, pH e condutividade. Adotaram as técnicas descritas em Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005). Já para as análises de quantificação dos macronutrientes Nitrogênio, Potássio e Fósforo, foram seguidas as técnicas de Tedesco (1995). Todos os parâmetros foram executados em triplicata, e os resultados foram expressos pelas médias aritmética dessas repetições.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos pH's registrados durante o monitoramento nos biorreatores, Gráfico 1, apontaram que no início os afluentes de ambos os biorreatores A e B, encontravam-se com pH's iguais, meio próximo da neutralidade. No entanto, ao passar dos dias, o biorreator A, portador da mistura de meios de cultura, caracterizou-se ser menos ácido em relação ao biorreator B, sem adição de meios de cultura. Obviamente, esta pequena variação se deve ao fato do biorreator A, ter havido aumento na carga nutritiva do meio (substrato) para o crescimento das bactérias, acreditando-se ter sido favorável no processo de biodegradação. Por sua vez, é importante esclarecer que não houve correção de pH durante o experimento de forma a reproduzir condições operacionais normais.

Gráfico 1: Valores referente ao pH dos substratos durante o tempo de retenção hidráulica no processo da biodigestão.



Outro parâmetro interessante são os índices de condutividade elétrica, mensurados durante o monitoramento da biodegradação, indicando a formação de íons. A Figura 3 apresenta os dados relacionados à condutividade elétrica dos substratos no decorrer de 56 dias de retenção hidráulica.

Biorreator/ Condutividade	Tempo de Retenção Hidráulica (em dias)							
	0	7	21	28	35	42	49	56
A mS/cm	2,07	5,58	9,49	9,56	12,16	11,87	10,31	9,86
B mS/cm	2,07	6,29	9,75	9,99	13,71	13,18	12,10	10,71

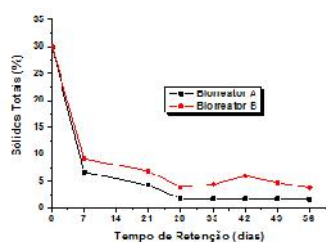
Figura 3: Condutividade Elétrica dos Substratos nos Biorreatores em Relação ao Tempo de Retenção Hidráulica (mS/cm a 25°C).

Para tanto, é possível relatar que durante o processo reacional, o biorreator B, teve valores de condutividade superior ao biorreator A. Acredita-se que a redução do valor do pH, promoveu meio mais ácido ao substrato, o que pode ter contribuído com a formação desses íons adsorvidos no substrato, dificultando a liberação de gases.

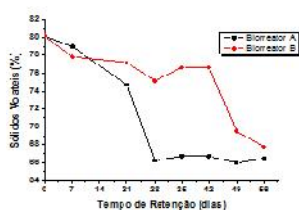
No que concerne aos monitoramentos referentes aos teores de sólidos totais, voláteis e fixos, Figura 4 A-C respectivamente, verifica-se que em ambos os biodigestores houve decréscimo nos teores de sólidos totais em relação ao tempo de retenção do substrato nos biorreatores. Porém, o biorreator B apresentou menor percentual no fim do processo de biodegradação.



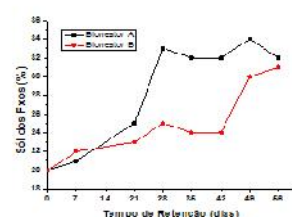
As curvas dos sólidos voláteis permitem observar melhor eficiência do biorreator impulsionado pelos meios de cultura, haja vista que no Biorreator A contém maior população de bactérias metanogênicas. De acordo com Rodrigues (2003) os sólidos voláteis indicam a fração orgânica dos sólidos, ou seja, sua redução implica na diminuição da matéria orgânica.



(A)



(B)



(C)

Figura 4: Monitoramento dos sólidos totais (A), voláteis (B), e fixos (C) durante o processo da biodigestão anaeróbia.

Diferentemente da situação anterior, é possível visualizar o comportamento das curvas dos sólidos fixos em ambos os reatores (Figura 4), os quais foram distintos, de modo que o biodigestor A obteve maior retenção de material inorgânico em relação ao B.

As análises dos macronutrientes, em específico, Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), nos afluentes e efluentes (biofertilizantes), revelaram as quantidades de nutrientes presentes nas referidas amostras. De acordo com os dados compilados na Tabela 3, observa-se que as concentrações de NPK foram mais elevadas no biodigestor A, em virtude da influência dos meios de cultura.

Tabela 3: Concentrações de macronutrientes em ambos os afluentes e efluentes dos biodigestores no início e no fim do TRH.

Concentração de Macronutrientes	Biodigestores	
	A	B
	56º dia	56º dia
Nitrogênio (g/Kg)	31,91	29,93
Fósforo (g/Kg)	10,77	10,60
Potássio (mg/Kg)	12,38	11,54

Em algumas regiões ou condições, o biofertilizante natural tem sido considerado perante aos agricultores uma alternativa de adubação orgânica mais viável, do ponto de vista econômico e agrônômico (SOUZA et al, 2013).

O sistema de filtragem apresentou ser bastante eficiente, fixando as partes desejadas do biogás, como o CO₂ e o H₂S. Nas Figuras 5 A-B é possível observar que no biorreator B houve maior desprendimento de gases com maiores teores de partes sulfídricas o que indica uma maior presença de bactérias concorrentes das metanogênicas, o que no biorreator A acredita-se que tenha sido reduzido ou nulo, a partir também da figura.

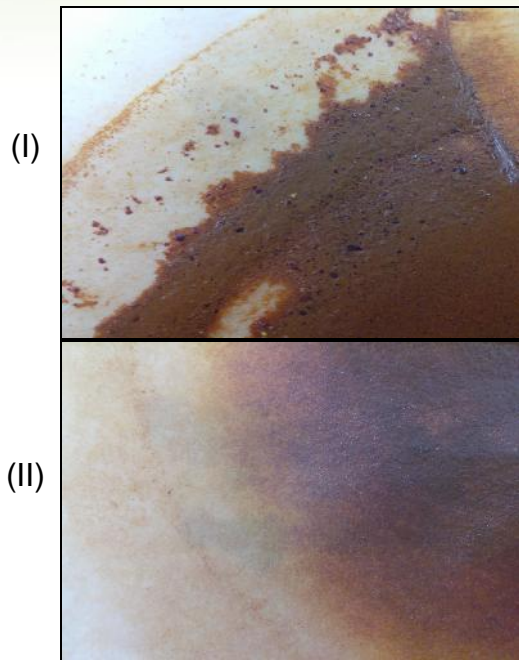


Figura 5: (I) Filtrado biorreator B, (II) Filtrado biorreator A.

4. CONCLUSÕES

A adição dos meios de cultura interfere no processo da biodigestão promovendo melhor degradação no referido processo. No tocante aos parâmetros físicos e químicos, estes evidenciaram que os pH's em ambos os biorreatores não foram tão significativos que nos levasse a concluir diferenças no processo metabólico. No entanto, o biorreator A nos apresentou maior redução nos sólidos totais, e aumento dos sólidos voláteis em relação ao B. Além de também nos revela menor concentração de sais, elevada concentração de macronutrientes (NPK).

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ pela bolsa de Iniciação Científica. As Instituições Federais UFCG/CCTA e IFPB - Campus Sousa, pelo apoio e contribuição em algumas análises. E a todos aqueles que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard methods for examination of water and wastewater. 21.ed. Washington: American Water Works Association, 2005. 1368p.

ÁVILA, L. G., SILVA, D. G., FAGLIARI, J. J. Comparação dos caldos selenito cistina, tetracionato Muller-Kauffmann e Rappaport-Vassiliadis no isolamento de Salmonella Typhimurium. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.64, n.3, p.773-775, jun. 2012.

BERNI, J. V. Fermentação Anaeróbica de Dejetos Bovinos em Biodigestor Canadense: análise de macro e micronutrientes de biofertilizante. 2011. 58p. Monografia (Tecnologia de biocombustíveis) Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Araçatuba - SP, 2011.

BYOSYSTEMS. Meios de cultura. 2014. Disponível em: <http://www.biosystems.com.br/produto>. Acessado em: 08/12/2014.

CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; GÓMEZ, E. O. Biomassa Para Energia. Campinas: UNICAMP, 2008.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. Coletânea de Tecnologias Sobre Dejetos Suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, n. 14, p. 30, ago. 2002. (Boletim Informativo). Disponível em: <<http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/sui no/bi pers/bipers14.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2013.

CIRNE, D. G. PALOUMET, X.; BJÖRNSSON, L.; ALVES, M. M.; MATTIASSON, B. Anaerobic digestion of lipid-rich waste – Effects of lipid concentration. Renewable Energy, v.32, n.6, p.965-975, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/>



science/article/pii/S0960148106000942>
Acesso em: 16 nov.2013.

FRANCO, M. L. R. S., AMARAL, L. A., VIEGAS, E. M. M., KRONKA, S. N., GASPARINO, E., MIKCHA, J. M. G., DEL VESCO, A. P. Qualidade microbiológica e vida útil de filés defumados de tilápia-donilo sob refrigeração ou congelamento. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.48, n.8, p.1071-1079, ago. 2013.

MAIA, D. C. S. Remoção de H₂S e CO₂ de biogás para utilização Energética. 2011. 86f. (Dissertação em Engenharia Química). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá, MARINGÁ – PR, 2011.

OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, M. M.; NUNES, M. L. A. Efeito Estufa. *Suinocultura Industrial*, São Paulo, v. 25, n. 7, ed. 172, p. 16-20. 2003.

OLIVEIRA, R M de. *Biossistemas Integrados na Suinocultura*. Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR): Dossiê Técnico, 2007. 62 p. Disponível em: <<http://www.sossuinos.com.br/Tecnicos/info18.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2014.

REFOSCO, D. Utilização de Resíduos da Suinocultura para Produção de Energia Através do Biogás e Fertilizantes Orgânicos Estudo de Caso: Granja Marmentini - Dois Vizinhos – PR. 2011. 86f. (Dissertação em Desenvolvimento de Tecnologia). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia PRODETEC do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC, Instituto de Engenharia do Paraná – IEP. Curitiba – PR, 2011.

REIS, A dos S. Tratamento de resíduos sólidos orgânicos em biodigestor anaeróbio. 2012. 63p. Dissertação (Tecnologia Ambiental). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e

Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco. Recife – PE, 2012.

RODRIGUES, L. S. Avaliação “in vitro” da eficiência de diferentes inóculos no tratamento anaeróbico de efluentes líquidos de suinocultura. 2003. 161 p. Dissertação (Mestrado em Veterinária) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

RODRIGUES, J. P.; ORRICO, A. C. A.; ORRICO JUNIOR, M. A. P.; SENOL, L. de O.; ARAÚJO, L. C. de; SUNADA, N. da S. Adição de óleo e lipase sobre a biodigestão anaeróbia de dejetos suínos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, n.3, p.544-547, mar, 2014.

SOUZA, E. G. F.; BARROS JUNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M. da; SANTOS, M. G. dos; SILVA, E. F. da. Emergência e desenvolvimento de mudas de tomate IPA 6 em substratos, contendo esterco ovino. *Rev. Ceres*, v. 60, n.6, p.902-907, 2013.

SOUZA, C. F.; LUCAS JUNIOR, J. de.; FERREIRA, W. P. M. Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos sob efeito de três temperaturas e dois níveis de agitação do substrato – Considerações sobre a partida. *Eng. Agric. Jaboticabal*, v. 25, n 2, , 2005, p. 530-539.

STAISS, C.; PEREIRA, H. Biomassa: Energia Renovável na Agricultura e no Setor Florestal. Instituto Superior de Agronomia. Centro de Estudos Florestais. AGROS, 2001.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H; VOLKWEISS, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

USDA – United States Departamen Of Agriculture. 2013.



VALENTE, A. M. ALEXANDRE V. M.;
CAMMAROTA, M. C.; FREIRE, D. M. G.
Pré-hidrólise enzimática de gordura de
efluente da indústria de pescado
objetivando o aumento da produção de
metano. Ciência e Tecnologia de
Alimentos, v.30, p.483-488, 2010.