

BIOSSISTEMA INTEGRADO: TRATAMENTO E RECUPERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE RESÍDUOS DE SUÍNOS

JOSÉ HÉLIO BARBOSA¹, ELTON LIMA SANTOS², EDUARDO LUCENA CAVALCANTE DE AMORIM^{3*}

¹Msc Energia da Biomassa, UFAL, Maceió-AL, jose.helio2013@uol.com.br;

²Dr. Prof. Adj., UFAL, Maceió-AL, elton.santos@ceca.ufal.br;

³Dr. Prof. Adj., UFAL, Maceió-AL, eduardo.lucena@ctec.ufal.br;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

RESUMO: Os experimentos foram conduzidos com o objetivo de desenvolver um Modelo de Biosistema Integrado e incentivar o uso de biodigestor, utilizando a biomassa gerada pela suinocultura dos produtores. Tal tecnologia é composta por um biodigestor que permite a degradação controlada dos dejetos de suínos e, conseqüentemente, a produção do biogás. Foi construído um biodigestor com manilhas de concreto, inoculado em seguida com dejetos de suínos. O material foi retido nas caixas de estabilização e de equalização para decantação dos resíduos e em seguida inoculado via gravidade, completando o biodigestor na carga máxima, permanecendo o excedente do material, nas caixas de 5 m³. O uso do biodigestor adotado demonstrou alta eficiência na remoção da DQO e DBO₅ analisados do efluente. A produção média do biogás foi de 0,60 ± 0,83 m³.h⁻¹, sendo o máximo observado de 4,78 m³.h⁻¹. A produção do biogás foi de boa qualidade, atingindo 68,1% de CH₄; a média de produção de 0,41 m³.h⁻¹ de CH₄, sendo a produção máxima de 1,5 m³.h⁻¹ de CH₄. O gerador a biogás produziu o equivalente a 3 kVA, porém, no final do experimento, quando a produção de metano caiu para 0,2 m³.h⁻¹, o gerador foi subutilizado, produzindo 0,4 kVA.

PALAVRAS-CHAVE: Suinocultura, manilhas de concreto, biodigestor, produção de biogás.

INTEGRATED BIOSYSTEM: TREATMENT AND RECOVERY OF ENERGY FROM SWINE RESIDUES

ABSTRACT: The experiments were conducted with the goal of developing a model of an Integrated Biosystem Model, in order to encourage the use of biodigestors, which uses the biomass generated by pig farming, as it is conducted by local family farmers. Such technology deals with the operation of a biodigestor which allows the controlled degradation of pig manure and, consequently, the production of biogas. It was built a digester with concrete manholes, which were inoculated with pig manure. The material was retained in the equalizer and stabilization boxes for decantation of the waste and then it was inoculated via gravity completing the biodigestor at maximum load, remaining the surplus of material in boxes of 5 m³. The use of the biodigestor adopted demonstrated high efficiency in removing the COD and BOD₅, when analyzed the effluent. The average production of biogas was 0,60 ± 0,83 m³. h⁻¹, being the maximum level observed 4,78 m³.h⁻¹. Biogas production was of good quality reaching 68.1% of CH₄, the average production of 0,41 m³.h⁻¹ CH₄, being the maximum production 1.5 m³.h⁻¹ of CH₄. The biogas generator produced the equivalent of 3 kVA, but at the end of the experiment, when the production of methane dropped to 0.2 m³ h⁻¹, the generator was underutilized, producing 0.4 kVA.

KEYWORDS: Pig breeding, concrete shackles, biodigestor, biogas production.

INTRODUÇÃO

A questão ambiental, com o passar dos tempos, ganhou mais espaço e importância perante os impactos provocados pela agropecuária, o que torna necessário o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis. Dessa forma, esses sistemas de produção são importantes para responder às necessidades presentes sem afetar a criatividade para o futuro das gerações posteriores em criar

unidades produtivas sem impactos ambientais para o meio ambiente (UNITED NATIONS EDUCATIONAL SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION, 1995).

A produção de dejetos de suínos não representava grande problema até a década de 70, devido à menor densidade de animais utilizados e as condições do solo das propriedades que tinham condições de absorver o volume de dejetos para a adubação na agricultura, no entanto, com o avanço da tecnologia, a produção de suíno aumentou, culminando com a obtenção de elevados índices de produtividade por unidade de área, trazendo conseqüentemente, grande quantidade de resíduos altamente prejudiciais ao ambiente, passando a ser considerados uma das principais fontes poluidoras dos recursos naturais (LUCAS JÚNIOR, 2009).

Outros problemas graves que envolvem a suinocultura são: a poluição do ar que acontece pelo envio de gases de efeito estufa como amônia (NH_3), metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2); a poluição da água pelo acúmulo de nutrientes como o fósforo (F), nitrogênio (N) e do solo por metais pesados como cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn) e ferro (Fe) (SILVA et al., 2011).

Pegoraro (2003) destaca que, apesar de a suinocultura ser considerada uma atividade poluidora e degradante do meio ambiente, ela é ao mesmo tempo de fundamental valor como atividade econômica geradora de renda e empregos através da geração da energia elétrica e térmica a partir do biogás. Daí a importância da busca de soluções práticas e eficientes para os problemas gerados que devem ser adotadas para atender às demandas das atuais e futuras populações, sem comprometer a capacidade produtiva da suinocultura, levando-se em conta não só os alvos de produção, mas também a necessidade de métodos que visem à solução dos problemas ambientais causados por tal atividade. Avalia-se, dessa forma, a possibilidade da geração de energia a partir do biogás originado da utilização desses dejetos, contribuindo para a sustentabilidade da cadeia produtiva. Assim, alguns trabalhos foram realizados com sucesso, utilizando dejetos animais como substrato em biodigestores para a geração de metano (CERVI; ESPERANCINI; BUENO, 2010; MIRANDA et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2011).

O uso de biodigestores no tratamento de dejetos de suínos e a posterior utilização do biogás gerado vêm sendo considerados como alternativa viável atualmente, tornando esse biogás competitivo com outros combustíveis, pois, com a possibilidade de vendas de crédito de carbono, essa modalidade de energia recuperou a sua antiga posição de sucesso, como fez outra geração de metano (OLIVEIRA et al., 2011).

Já Miranda et al. (2012) relatam que várias alternativas são procuradas numa tentativa para tratar dejetos orgânicos de animais e aproveitar o potencial fertilizante ou a geração de energia. O uso de biodigestores é uma maneira pela qual os dejetos orgânicos tornam-se uma fonte de energia, uma vez que, a partir da digestão anaeróbia da matéria orgânica, o biogás obtido possui alto potencial energético. O biofertilizante, material estabilizado no biodigestor, pode representar um aumento expressivo na produtividade agrícola, pois sua composição contém vários nutrientes que são importantes para os cultivos agrícolas. Portanto, a digestão anaeróbia das excretas geradas nas zonas rurais oferece três benefícios: saneamento em áreas rurais, suprimento da demanda de energia e uso de materiais biodegradáveis como biofertilizante.

Dessa forma, tem crescido o uso de biosistemas integrados nos quais os excrementos de suínos e de outros animais passam por um processo de degeneração em biodigestor que, além de retirar boa parcela de poluentes, transforma os excrementos em biofertilizantes e biogás.

Com o uso de um biodigestor, as excretas dos animais geram mais renda. Isso acontece por meio de uma série de fases que alteram os nutrientes presentes nos excrementos em produtos como o gás (biogás) que é conduzido por tubulação para ser empregado como combustível para automóveis, motores, acionamento de geladeiras, bombas, e geradores a biogás para produção de energia elétrica (PEGORARO, 2003). Um biodigestor em uma propriedade rural evita o desmatamento da vegetação nativa e reduz os riscos de contaminação dos recursos hídricos (TAKAMATSU; OLIVEIRA, 2002), contribuindo, dessa forma, para a sustentabilidade da atividade.

Dentro desse contexto, este trabalho teve como finalidade desenvolver um Modelo de Biosistema Integrado, incentivando o uso de biodigestor para produção do biogás, proveniente da biomassa gerada pela suinocultura dos produtores de Alagoas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O biodigestor do Modelo de Biosistema Integrado se fundamenta na tecnologia do modelo UASB e em outros biodigestores, adaptando-se aos materiais de construção encontrados facilmente no comércio das cidades da região Nordeste, particularmente em Alagoas. Durante o estudo foi desenvolvida uma tecnologia empregada na construção de manilhas de concreto, dando a esse modelo uma configuração muito próxima à situação dos produtores de suínos, com custo de construção baixo e facilidade no uso das instalações com vistas ao aproveitamento integral dos esterco dos animais para produção do biogás. No presente estudo o modelo de biodigestor projetado fez uso basicamente de: dejetos de suínos como substrato, manilhas de concreto e caixa d'água de PVC como materiais construtivos principais, podendo, assim, servir de modelo para os produtores de suínos de Alagoas. A Figura 1 apresenta um esquema do biosistema integrado utilizado no estudo.

Realizou-se o estudo no Setor de Suinocultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, BR 104 Norte, Km 85, Rio Largo – Alagoas, no período de fevereiro a setembro de 2015.

O material utilizado para inoculação do biodigestor foi doado pela Suinocultura Estrela®, localizada na região metropolitana de Maceió – AL.

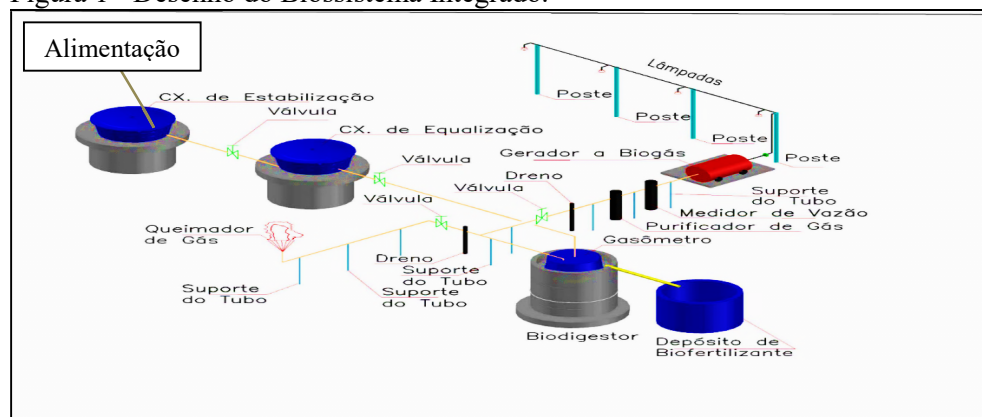
Foram realizados, conforme descrito no item coleta de amostra, os seguintes parâmetros físicos e químicos de acordo com Standard Methods (xxx), de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos e frequência das amostras analisadas no laboratório.

Parâmetros físico-químicos	Frequência
Temperatura °C	Diariamente
pH	1 x semana
Demanda Química de Oxigênio (mg L ⁻¹)	1 x semana
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg L ⁻¹)	1 x semana
Nitrogênio Total (NTK) (mg L ⁻¹)	1 x semana
Alcalinidade a Bicarbonato (mg L ⁻¹)	1 x semana
Ácidos Voláteis Totais (AVT) (mg L ⁻¹)	1 x semana
Nitrogênio Amoniacal Total (NAT) (mg L ⁻¹)	1 x semana
Fósforo (P) (mg L ⁻¹)	1 x semana
Sólidos Totais Voláteis (STV) (mg L ⁻¹)	1 x semana

O potencial de produção de biogás foi mensurado diariamente com um medidor de vazão comercial da indústria LAO®, modelo G.6, provido de um mecanismo de irreversibilidade de movimento, evitando o fluxo e o consumo de gás no sentido contrário, após a saída do biogás do biodigestor que antes passa por dois recipientes.

Figura 1 - Desenho do Biosistema Integrado.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

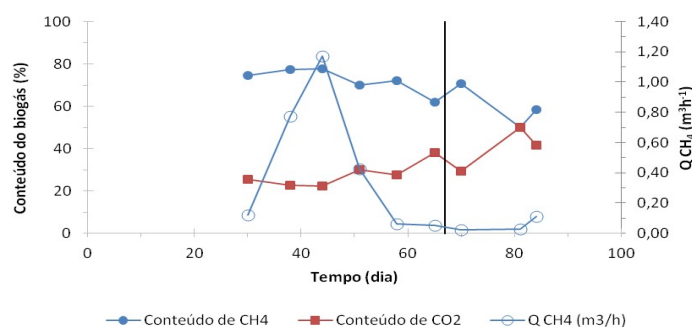
Os resultados dos valores médios dos parâmetros físico-químicos referente amostras do afluente e da efluente, obtidos durante o período de monitoramento do sistema de tratamento do Modelo do Biossistema Integrado, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Eficiência e valores médios dos parâmetros físico-químicos

Parâmetros	Afluente	Efluente	Eficiência (%)
Temperatura (°C)	23	24	-
pH	7,59	7,61	-
Demanda Química de Oxigênio (mg L ⁻¹)	8.626,96	603,07	76,64
Demanda Bioquímica de Oxigênio ₅ (mg L ⁻¹)	2.472,27	167,13	84,86
Nitrogênio Total (NTK) (mg L ⁻¹)	1.937,43	570,99	-
Alcalinidade a Bicarbonato (mg L ⁻¹)	4.318,8	2.929,6	-
Ácidos Voláteis Totais (AVT) (mg L ⁻¹)	276,4	173,5	-
Nitrogênio Amoniacal Total (mg L ⁻¹)	1.097,9	485,8	-
Fósforo (P) (mg L ⁻¹)	165,53	37,06	-
Sólidos Totais Voláteis (mg L ⁻¹)	23.901,89	869,11	-

Durante a operação do biodigestor, o conteúdo médio de metano no biogás foi de $68,10 \pm 9,40$ % e o valor máximo de 77,55%. Observou-se ao longo do tempo que a vazão de metano reduziu significativamente, porém o conteúdo de metano no biogás sofreu apenas uma pequena redução (Figura 2).

Figura 2 – Gráfico do comportamento temporal do conteúdo do biogás no biodigestor.



Essa constatação pode ser atribuída à diluição do resíduo relatada anteriormente e também ao fato de que era utilizado o resíduo bruto. Quando os reservatórios eram alimentados com novos resíduos, os mesmos sofriam o processo de decantação, e as primeiras cargas no reator eram realizadas com maiores concentrações de sólidos e, conseqüentemente, maior quantidade de matéria orgânica. Com isso, a produção do biogás foi afetada ao longo do tempo.

A produção média do biogás foi de $0,60 \pm 0,83$ m³h⁻¹, sendo o máximo observado de 4,78 m³ h⁻¹. O biogás produzido apresentou boa qualidade, totalizando em 68,1% de CH₄, ou seja, produziu em média 0,41 m³ h⁻¹ de CH₄. Steil (2001), avaliando teores médios de CO₂ e CH₄ presentes no biogás produzido nos biodigestores batelada de campo operados, com resíduos de frangos de corte e suínos durante a produção dos inóculos, conseguiu, no 40º dia, 79,18% de CH₄ e 20,39% de CO₂; e 77,60% de CH₄ e 22,18% de CO₂, respectivamente.

CONCLUSÕES

O projeto do modelo de biossistema integrado mostra que os estudos realizados fortalecem a Integração Suinocultura-Biodigestor numa perspectiva agroecológica, reflexo do andamento positivo da pesquisa, frente ao problema sério de poluição que envolve o controle e a utilização dos dejetos de suínos nas propriedades rurais do Estado de Alagoas.

Com base nos resultados e discussão dos parâmetros monitorados nesse sistema anaeróbio, conclui-se que:

- O uso do biodigestor adotado demonstrou eficiência nas remoções médias de 76,64 % (DQO) e 84,86 % (DBO₅) no tratamento dos resíduos, confirmando uma significativa redução dos impactos ambientais possíveis;

- A produção média do biogás foi de $0,60 \pm 0,83 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, sendo o máximo observado de $4,78 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$;
- O biogás produzido apresentou boa qualidade, totalizando em 68,1% de CH_4 . Ou seja, produziu em média $0,41 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ de CH_4 ;
- A produção máxima de biogás foi de $1,5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ de metano, enquanto o gerador produziu o equivalente a 3 kVA. Porém, no final do experimento, quando a produção de metano foi de $0,2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, o gerador foi subutilizado, produzindo 0,4 kVA, podendo ser suprido com folga a partir da produção de biogás obtida.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

- CERVI, R. G; ESPERANCINI, M. S. T; BUENO, O. de C. Viabilidade Econômica da Utilização do Biogás Produzido em Granja Suinícola para Geração de Energia Elétrica. Engenharia Agrícola, Jaboticabal. v. 30, n.5, p.831-844, 2010.
- LUCAS JÚNIOR, J. Manejo de dejetos em suinocultura: biodigestores. Jaboticabal: FCAV/UNESP. 2009. Disponível em: http://www.acrismat.com.br/novo_site/arquivos/25112009065720Jorge%20de%20Lucas.pdf. Acesso em: 11 abr.2015.
- LUCAS JÚNIOR, J. Potencial de geração de biogás dos resíduos animais: perspectivas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAL, 1. 2009, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBERA, 2009. 1 CD-ROM.
- MIRANDA, A. P. et al. Anaerobic biodigestion of pigs feces in the initial, growing and finishing stages fed with diets formulated with corn or sorghum. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 47-59, 2012.
- OLIVEIRA, S. V. W. B. et al. Generation of bioenergy and biofertilizer on a sustainable rural property. Amsterdam: Elsevier, 2011. 11p.
- PEGORARO, L. A. Estudo comparativo entre os biodigestores modelo vertical e horizontal: apresentação das demais etapas dos biossistemas integrados na suinocultura/BSI. Curitiba: Centro Federal de Educação Tecnológica Federal do Paraná, 2003.
- SILVA, C. L.; BASSI, N. S. S.; NASCIMENTO, D. E. A implantação de políticas públicas pelas instituições públicas de pesquisa: um estudo sobre pesquisas e tecnologias da Embrapa suínos e aves para mitigação do impacto ambiental da suinocultura no oeste catarinense. Brasil. Revista Espacios, Caracas, v. 32, n. 3, 2011. Disponível em <<http://www.revistaespacios.com/a11v32n03/11320332.html#inicio> > Acesso em: 10 fev. 2014.
- STEIL, L. Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbica de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos. 2001. 109 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química, 2001.
- TAKAMATSU, A. A.; OLIVEIRA, R. F. (Org.). Manual de biossistemas integrados na suinocultura. Curitiba: TECPAR/CITPAR, 2002.
- UNITED NATIONS EDUCATIONAL SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO), 1995. Disponível em: <<http://www.unesco.org>>. Acesso em: 30 jul. 2014.