

AUTOMAÇÃO DE BIODIGESTOR DE RESÍDUOS EM ESCALA PILOTO PARA ACOPLAMENTO EM MICRO UNIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA

P. FERREIRA. F¹, L. GÖBEL² e L.R.S. BUENO²

¹ UNISOCIESC - Instituto Superior Tupy, Departamento de Engenharia Química

² Católica de Santa Catarina, Departamento de Química Tecnológica

E-mail para contato: priscillaaferreira@hotmail.com

RESUMO – Em vista da atual política de tratamento de resíduos industriais, agropecuários e domésticos que vem sendo cobrado por órgãos de proteção ambiental, muitos resíduos que até então eram desconsiderados estão sofrendo fiscalização. Além do tratamento para não se tornarem passivos ambientais, não se pode esquecer que junto com estes materiais são desperdiçados um grande potencial energético e considerável volume de compostos úteis em demais ciclos industriais e ambientais. O atual projeto visa desenvolver insumos, metodologia, controle, projeto e construção de equipamento automatizado capaz de tratar por processos microbiológicos resíduos orgânicos, advindos de várias fontes. Sendo que primeiramente será visado a produção de gás natural próprio para utilização em micro-unidades geradoras de energia e concomitantemente agregando valor aos resíduos resultantes do processo, como possíveis produtos reutilizáveis. No entanto, produtos obtidos por biodigestão são dependentes de variáveis que devem ser controlados, como também do material utilizado como matéria prima e dos agentes microbiológicos envolvidos. Desta maneira é necessário a otimização do processo para a obtenção de produtos mais econômicos, mais energéticos e com maior produtividade. O tratamento de resíduos apesar de ser tão cobrado, ainda carece de tecnologias para otimizar e viabilizar a sua prática, fatores com que este projeto contribuirá. Tendo a automatização como um meio de automatização do processo pode-se obter um rendimento de 42% a mais para o processo automatizado em relação ao descontínuo sobre as mesmas condições.

1. INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos se faz necessária tanto por consciência ecológica, como por imposição legal. Muitos produtores agropecuários originam materiais orgânicos que devido a quantidade, concentração e localização se tornam resíduos e/ou passivos ambientais. Tendo estes resíduos não como problema para destinação, mas sim como insumo para processos que irão gerar produtos desejáveis, como adubos e a própria energia elétrica.

Para o Brasil que se trata de um país com potencialidade no segmento agropecuário, no estado de Santa Catarina o potencial repousa principalmente sobre a suinocultura, e o tratamento dos resíduos originados por esta atividade, quando existente, é consideravelmente precária. Em exemplo, o estado

catarinense possui em torno de 7,5 milhões de cabeças de suínos, estimados em 2009 pela secretaria da agricultura.

Propõem-se uma destinação destes dejetos por técnicas microbiológicas que visam produzir biogás gerando um retorno como créditos de energia elétrica de fontes renováveis. Tais quais podem ser destinados ao consumo do próprio produtor ou se valendo das Diretrizes aprovadas pela ANEL em 19 de abril de 2012, em que o micro produtor poderá abater em seu orçamento de consumo energético, pois se enquadra em termos de energia de fontes renováveis. Atualmente com o maior rigor da legislação vigente, o tratamento deste resíduo se faz obrigatório.

Para desenvolvimento deste sistema de conversão de resíduo em energia elétrica, passa-se por vários processos sendo eles descritos e sequenciados como: qualificação e quantificação dos resíduos objetivados para transformação, seleção de processo microbiológico específico para cada tipo de resíduo ou mistura, elaboração de metodologia e especificação das variáveis para processos microbiológicos. Assim como automação e controle do sistema, estequiometria para prever capacidade produtiva de gases e as especificação de usos.

Objetiva-se com esta análise projetar um protótipo capaz de operar o tratamento de dejetos de forma contínua, utilizando um processo de fermentação específico gerando como produtos biofertilizantes e biogás, que podem ser aplicados em micro-unidade para geração de energia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Uma das formas de tratamento de dejetos de suínos é a utilização de um processo fermentativo anaeróbio, que em comparação aos sistemas aeróbios, possui baixo consumo energético, baixa acréscimo de sólidos e produção de biogás. Apresentando um grande avanço tecnológico e de grande aceitação, o reator anaeróbico além de possuir simplicidade construtiva e baixo custo operacional, é capaz de suportar altas cargas orgânicas e produzir como subproduto adubo orgânico e biogás, composto rico em metano (CAMPOS et al., 1999; CAMPOS, 2001).

O biogás pode ser empregado em motores de combustão interna, iluminação, aquecimento, podendo ser combustível alternativo, substituindo total ou parcialmente o GLP, querosene, óleo diesel e energia elétrica. Sua composição em volume varia de 60 a 70% de Metano (CH_4), 30 a 40% de Dióxido de Carbono (CO_2), 0-3% Nitrogênio (N_2), 0-1% de Hidrogênio (H_2), 0-1% de Oxigênio (O_2) e 0-1% de gás Sulfídrico (H_2S). Segundo Oliveira (1993), o potencial energético dos dejetos de suínos é de 0,50 metros cúbicos de biogás por metros cúbicos de dejetos sendo que, 1 metro cúbico de biogás equivale a 0,66 litros de óleo diesel ou 0,7 litros de gasolina. Contudo, deve-se levar em conta a corrosão provocada pela presença de gás sulfídrico (H_2S), o que leva a cuidados especiais, inclusive com o aumento de custos quando da concepção e manutenção de sistemas de reaproveitamento, devido a menor vida útil dos equipamentos normalmente utilizados (CAMPOS, 1999; KONZEN, 1983; SILVA, 1998).

Dejetos gerados de suinoculturas apresentam elevado potencial de poluição mas, por outro lado, podem ser uma alternativa energética como fertilizante e, também, como alimento para outras espécies.

Quando bem escolhido e conduzido, o manejo adotado permite o aproveitamento integral dos dejetos, dentro das condições estabelecidas em cada propriedade. O balanço de energia nos sistemas agrícolas vem sendo analisado por diversos pesquisadores, e se baseia no princípio físico de conservação de energia, também conhecido como primeiro princípio da termodinâmica (BEBER, 1989; CAMPOS, 2001; CARVALHO & LUCAS JR., 2001; OLIVEIRA, 1993).

Sistemas biointegrados podem maximizar o aproveitamento energético dos dejetos gerados pela suinocultura, dentro do próprio agro ecossistema, reduzindo a contaminação exterior dos recursos naturais e gerar fonte de energia. Os resíduos de origem animal, não somente de suínos, constituem elevada proporção da biomassa, e sua utilização em sistemas de reciclagem é de extrema importância sob aspectos econômicos e ambientais. A digestão anaeróbia é um dos vários processos existentes para o tratamento dos resíduos e constitui-se em método bastante atrativo, pois promove a geração do biogás, como fonte de energia alternativa, e de biofertilizante (SAHA, 1994 e AUGENSTEIN et al., 1994).

Segundo AL-MASRI (2001), o acréscimo de resíduos de origem animal ao processo de biodigestão anaeróbia promove aumento na produção de biogás em relação ao uso de resíduos de origem vegetal. Para LUCAS JÚNIOR (1994), o potencial de produção de biogás a partir do estrume de ruminantes deve sofrer variações em função da qualidade nutricional dos alimentos fornecidos aos animais, esperando-se diferenças entre estrumes coletados a partir de animais que são criados somente no pasto em relação aos de animais que recebem suplementação alimentar, principalmente se for de alimento concentrado.

2. METODOLOGIA

Baseado nos dados de revisão bibliográfica selecionou-se os processos e reagentes para estudo. Primariamente ensaios de bancada foram realizados em vidrarias com ambiente controlado. Assim, definiu-se as variáveis e rendimentos, de sistemas com e sem automatização, para só então elaborar um sistema de captação e armazenamento dos gases produzidos.

Sequencialmente, realiza-se a avaliação quantitativa dos produtos obtidos entre os processos, bem como a comparação destes com a eficiência de dois modelos (indiano e chinês) de biodigestores rurais por batelada (descontínuos). Com posse de dados bibliográficos (DEGANUTTI, 2002), direciona-se o estudo do uso destes gases em unidade geradora de energia. Tornando-se possível validar a eficiência da automação mesmo em escala laboratorial para o processo de biodigestores.

A informação utilizada para a comparação do rendimento, se trata da massa de biogás produzida pelo volume de rejeito inserida no biodigestor. Para tanto, anota-se os dados de pressão gerada por este gás produzido durante a fermentação anaeróbica no recipiente do biodigestor. Em seguida, quantifica-se a massa de gás produzida em ambos os processos, bem como compara-se os dados fornecidos em referência dos modelos pré-selecionados.

Para o modelo automatizado, define-se uma pressão de 210 (kPa) para que houvesse purga automática, este valor foi devido pela limitação construtiva do aparato, mantendo ainda uma pressão positiva dentro do biodigestor (>160 kPa). Esta purga realiza-se através de uma servo-válvula, conectada em sistema de malha fechada com os dados de pressão. Quanto a temperatura, manteve-se a 40 °C em ambos os testes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o sistema descontínuo, houve a produção de biogás em um primeiro estágio, estabilizando a pressão como apresentado na Figura 1, após esta estabilização houve a quantificação do volume produzido e a conseguinte purga do biogás produzido, seguindo então uma lenta retomada na produção de biogás que não se mostrou compensadora por questão de produção e tempo, assim como apresentado na Figura 2.

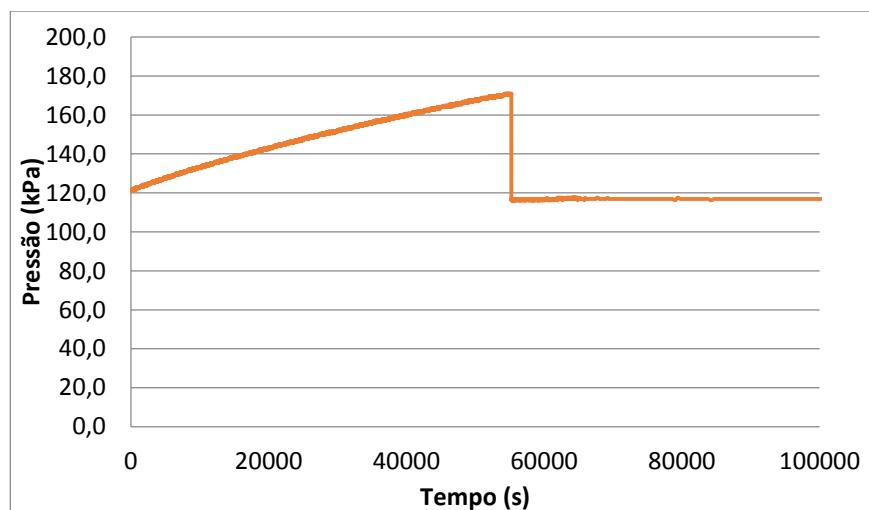


Figura 1 - Processo Descontínuo

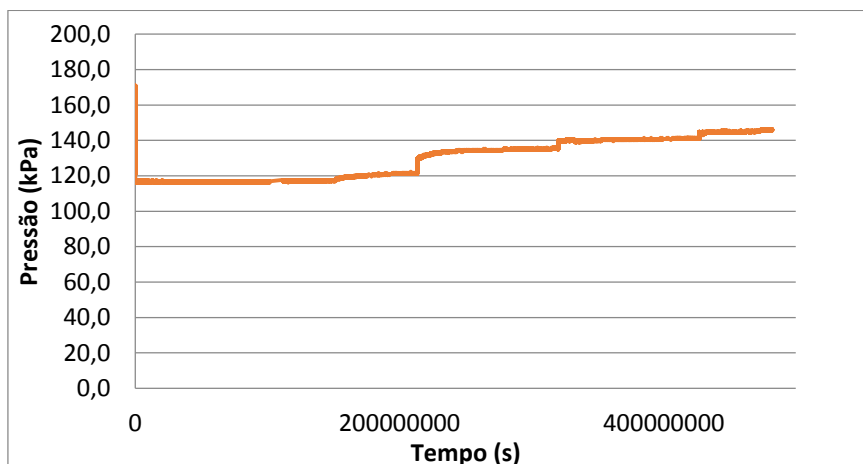


Figura 2 - Processo Descontínuo após a Purga

O sistema automatizado, apresentou um rendimento muito superior ao descontínuo, como visualizado Figura 3, existe uma inercia até o momento de produção inicial do biogás. Observa-se que após a primeira purga, a produção se tornou mais intensa, sendo que cada purga é representada pela queda na linha de pressão.

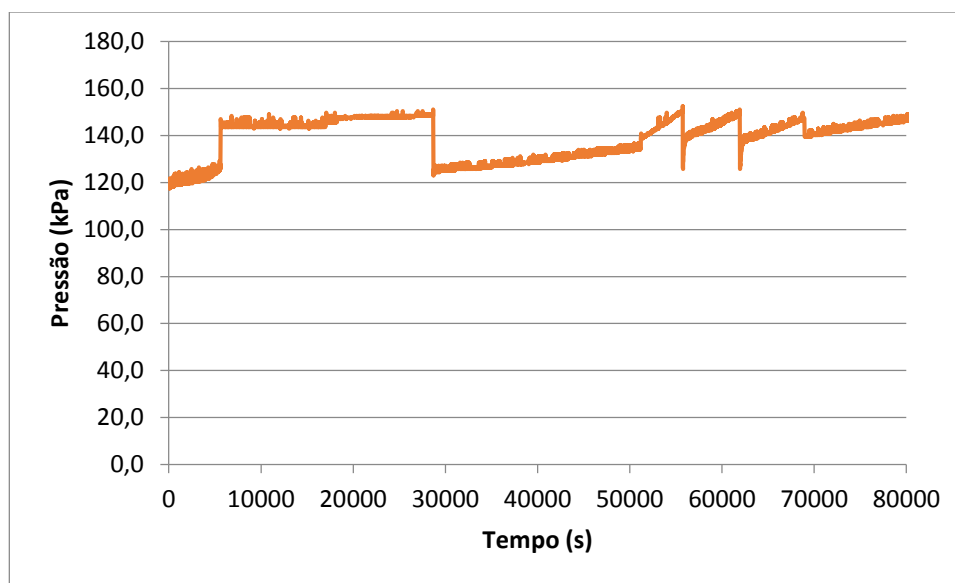


Figura 3 – Processo Contínuo, com purgas automatizadas

Nota-se que cada purga, retirada do produto da reação, representa um determinado volume de produção de biogás e a curva apresentou um deslocamento em sentido favorável ao da reação pretendida. Obedecendo assim o princípio de Le Chatelier, quanto ao deslocamento do equilíbrio de uma reação.

Somando todas as purgas obtidas com o processo automatizado, e comparando no mesmo intervalo de tempo, com o processo descontínuo, observa-se na Tabela 1, um resultado final em termos de massa de biogás por volume de rejeito substrato.

Quando compara-se com os biodigestores Chineses, indiano, nota-se uma leve proporção positiva para o descontínuo.

Tabela 1 - Valores de Comparação entre Modelos de Biodigestores

Modelo Biodigestor	Produção de gás por volume de substrato
Chinês	309,8 g/m ³
Indiano	340,8 g/m ³
Descontínuo	505,5 g/m ³
Contínuo	717,8 g/m ³

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protótipo foi projetado e construído em escala laboratorial, executando o processo fermentativo e registrando quantitativamente a produção de biogás. Foram obtidas condições otimizadas na produção de biogás pelo microrganismo de acordo com os cálculos realizados em comparação a outros modelos comumente utilizados (biodigestor chinês e indiano), em relação as mesmas condições de fermentação entre o processo contínuo e descontínuo, houve um aumento de 42% na produção de biogás para o processo contínuo.

Pelos resultados obtidos, demonstrou-se que um processo automatizado proporciona ganhos na produção do biogás. A partir dessa automatização torna-se viável o acoplamento de uma unidade geradora de energia.

5. REFERÊNCIAS

AL-MASRI, M.R. **Changes In Biogas Production Due To Different Ratios Of Some Animal And Agricultural Wastes**. Bioresource Technology, Oxford, v.77, n.1, p.97-100, 2001.

AUGENSTEIN, D.; BENEMANN, J.; HUGHES, E. **Electricity from biogas**. In: National Bioenergy Conference. Nevada. Reno-Sparks: Judy Farrell, 1994. p.1237-40.

BEBER, J. A. C. **Eficiência energética e processos de produção em pequenas propriedades rurais.** Dissertação Mestrado, Santa Maria; UFSM, 1989, 295p.

CAMPOS, A. T. **Balanço energético relativo à produção de feno de “coast-cross” e alfafa em sistema intensivo de produção de leite.** Botucatu; UNESP/FCA, 236p., 2001.

CAMPOS, J. R. **Tratamento de gases gerados em reatores anaeróbios.** Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. Rio de Janeiro: ABES/PROSAB, 1999. cap. 10, p. 249-270, 435 p.

CARVALHO, S. M. R.; LUCAS JR., F. **Balanço energético e potencial de produção de biogás em granja de postura comercial na região de Marília, SP.** Energia na Agricultura. Botucatu, v.16, n.1, p. 40-61, 2001.

DEGANUTTI, Roberto et al. **Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada.** Na. 4. Enc. Energ. Meio Rural 2002.

KONZEN, E. A. **Manejo e utilização dos dejetos suínos.** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1983.

LUCAS JÚNIOR, J. **Algumas considerações sobre o uso do estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios.** 137 f. Tese (Livre-Docência em Construções Rurais) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.

OLIVEIRA, P. A. V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Concórdia: MBRAPACNPSA, 1993. 188 p. (Documentos, 27).

SAHA, S.L. **Promoting Use Of The Biogas In India.** Electrical Índia, Calcutta, v.34, p.13-16, 1994.

SILVA, F. M. **Utilização do biogás como combustível.** In: Congresso Brasileiro De Engenharia Agrícola, Lavras, UFLA/ SBEA, 1998. p. 96-125.