

BIODIGESTÃO ANAERÓBIA E POTENCIAL DE GERAÇÃO DE BIOGÁS PROVENIENTE DE EFLUENTE E LODO DA PRODUÇÃO DE ARROZ PARBOILIZADO E EFLUENTE DE LEITE ATRAVÉS DE PLANO FATORIAL

**RENAN DE FREITAS SANTOS¹; GUILHERME PEREIRA SCHOELER²; MARCELA
AFONSO²; VITOR ALVES LOURENÇO²; WILLIAM GONÇALVES DE OLIVEIRA²;
WILLIAN CÉZAR NADALETI³**

¹Universidade Federal de Pelotas – reh.8@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – gschoeler@outlook.com

²Universidade Federal de Pelotas – marcelamafonso@yahoo.com.br

²Universidade Federal de Pelotas – vitor.a.lourenco@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – william.gdo@outlook.com

³Universidade Federal de Pelotas – williancezarnadaletti@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O biogás, produzido a partir da digestão anaeróbia da matéria orgânica presente em efluentes e resíduos domésticos, industriais e agropecuários, representa uma fonte alternativa e renovável de energia cada vez mais utilizada em todo o mundo. A elevada população e sua concentração em grandes centros urbanos, a elevada produção agropecuária e agroindustrial indicam um potencial significativo de produção de biogás, no Brasil. O biogás também se mostra vantajoso quando comparado com os combustíveis fósseis utilizados na indústria e no setor de transporte. (METCALF & EDDY, 2003 apud ZANETTE, 2009).

A medição de pequenos volumes de gás em digestores anaeróbios tem sido uma questão complicada. Em busca de soluções, dispositivos de medição com base no princípio de deslocamento de líquidos têm sido desenvolvidos para volumes menores de produção de biogás, porém, nem todos podem ser facilmente utilizados para obter o volume preciso do gás ou ainda, fazer medições on-line (MARTINEZ-SIBAJA et al., 2011).

Na indústria da parboilização do arroz, o resíduo gerado, é rico em nutrientes devido a composição do grão de arroz. Este, se tratado, pode ser aproveitado como fertilizante agrícola, por possuir vários componentes importantes para a nutrição das plantas (PINTO, 2009). A indústria de laticínios também gera resíduos, estes caracterizados pela elevada concentração de matéria orgânica na forma de lactose, proteínas e gorduras que, se não for removida adequadamente, causa sérios problemas de poluição.

Na tentativa de busca de soluções para estes resíduos, o presente estudo visou apresentar um sistema de biodigestão anaeróbia em batelada, utilizando lodo e efluente oriundos da parboilização do arroz e efluente de uma indústria leiteira, com variações nas concentrações experimentais, estas, obtidas através do desenvolvimento de um planejamento fatorial; apresentando-se, também, um método para estimar a quantidade de biogás produzido no decorrer do procedimento.

2. METODOLOGIA

Os biodigestores foram desenvolvidos a partir da reutilização de garrafas de Politereftalato de etileno (PET), com intuito de que os mesmos pudessem ser operados com grande facilidade, eficiência e baixo custo. Os medidores foram desenvolvidos a partir do princípio do deslocamento de líquidos, onde o sistema de medição constituiu-se em dois frascos comunicantes, onde o frasco graduado

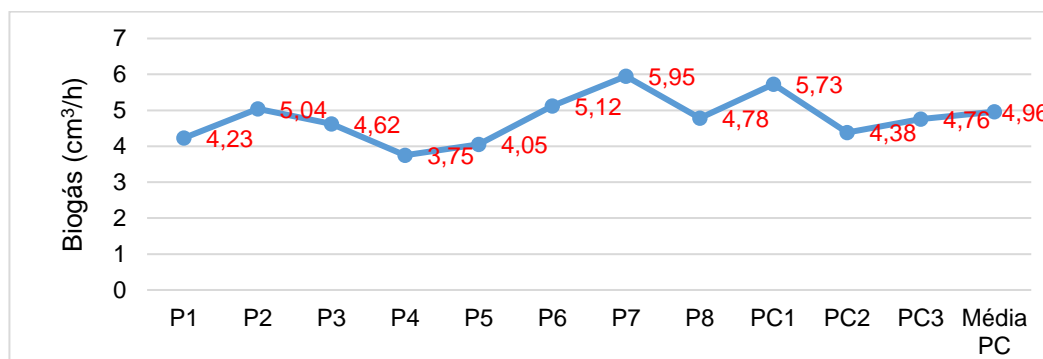
(medidor) é conectado à parte superior do reator para quantificação do biogás produzido. As concentrações utilizadas para alimentar os biodigestores foram obtidas através de um planejamento fatorial 2^3 , resultando em oito pontos e um ponto central (PC), este, realizado em triplicata.

Alocou-se os biodigestores em banhos de aquecimento com termostato Fisatom (modelo 572) à 35°C , pois, de acordo com NOGUEIRA (1992), a faixa considerada ideal para a produção do biogás está entre 30°C e 35°C , na qual se desenvolvem as bactérias mesofílicas. Durante a execução do experimento, as medições da produção de biogás foram realizadas diariamente às 10 e 17h. Foram coletadas amostras de entrada e saída dos componentes líquidos para, posteriormente, serem realizadas análises de DQO (Demanda Química de Oxigênio) e pH.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados obtidos, os picos de produção ocorreram, em sua maioria, nas primeiras 12h de experimento. O biodigestor com maior pico de produção de biogás foi o sistema P8, com 350cm^3 gerados, seguido pelos sistemas P5 e P6 com picos de 275cm^3 e 250cm^3 , respectivamente. Dentre os biodigestores que receberam os Pontos Centrais (PC1, PC2 e PC3) o maior pico ocorreu no biodigestor denominado PC1, com 250cm^3 produzidos. A baixa produção nos sistemas P4 e PC2 deveram-se ao fato de vazamentos nas primeiras 12h.

Gráfico 1. Volume de Biogás Gerado por Hora



Observou-se que o ponto com melhor desempenho quanto ao volume total de biogás produzido por hora foi o sistema P7, com $5,95\text{cm}^3/\text{h}$, seguido pelo PC1 que obteve uma média de geração de $5,73\text{cm}^3/\text{h}$, sendo estes, em conjunto com os sistemas P6 e P2, que obtiveram uma produção entre $5,00$ e $6,00\text{cm}^3/\text{h}$. Excluindo-se o P4 que produziu, em média, apenas $3,75\text{cm}^3/\text{h}$; todos os demais pontos se mantiveram com uma média entre $4,00$ e $5,00\text{cm}^3/\text{h}$. A triplicata do Ponto Central teve uma média de $4,96\text{cm}^3/\text{h}$, mostrando uma eficiência inferior aos sistemas P2, P6 e P7.

Tabela 1. Resultados das análises de DQO de Entrada e Saída

Amostra	Entrada (mg/L)	Saída (mg/L)	Remoção (%)
P1	2400,00	620,16	74,16
P2	1333,34	992,25	25,58
P3	1466,67	868,22	40,8

P4	1733,84	254,94	85,3
P5	1689,58	764,82	54,73
P6	1486,83	382,42	74,28
P7	1599,47	372,09	76,74
P8	1824,75	764,82	58,09
PC1	2266,67	1240,31	45,28
PC2	1733,84	1116,28	35,62
PC3	2000,50	1116,28	44,2

Após realizadas as análises de DQO, os Pontos Centrais apresentaram os maiores valores dentre todas as amostras de saída, com valores entre 1100,00 e 1250,00 mg/L. Já o ponto que obteve o menor valor de DQO na amostra de saída foi o sistema P4, com 254,94 mg/L. Em se tratando dos valores referentes à taxa de remoção de DQO, constatou-se que o ponto com melhor desempenho foi o P4, com uma taxa de 85,3%; seguido pelo P7, que obteve 76,74% de remoção.

Tabela 2. pH de Entrada e Saída

Amostra	Entrada	Saída
P1	4,29	7,00
P2	4,30	7,11
P3	4,70	7,00
P4	4,67	7,07
P5	4,30	7,15
P6	4,20	7,10
P7	4,72	7,26
P8	3,98	7,13
PC1	4,61	7,20
PC2	4,24	7,24
PC3	4,29	7,04

Em relação às análises de pH (entrada e saída) de cada sistema, todos apresentaram comportamentos semelhantes, onde possuíam pH em torno de 4,00 em suas amostras de entrada, com pH mínimo de 3,98 (P8) e máximo de 4,72 (P7), porém nas amostras de saída todos alcançaram valores próximos ou iguais à neutralidade, com valores mínimos de 7,00 (P1 e P3) e máximo de 7,26 (P7).

4. CONCLUSÃO

Pode-se considerar que uma maior eficiência do sistema é obtida através de uma quantidade maior do inóculo, assim como fica constatado o benefício da mistura de diferentes tipos de efluente. A não existência de um procedimento padrão para a determinação de biogás produzido, dificulta a comparação dos resultados obtidos por diferentes estudos. Pela limitada opção em instrumentos de medição do biogás produzido em ambientes laboratoriais, muitos pesquisadores foram levados a desenvolver seus próprios métodos para atender às suas demandas. O sistema de

medição utilizado no estudo não apresentou precisão para a quantificação do gás produzido, sendo assim, caracteriza-se como um método estimativo.

5. REFERÊNCIAS

BALMANT, W. **Concepção, construção e operação de um biodigestor e modelagem matemática da biodigestão anaeróbica**. 2009. 60f. Dissertação (Mestre em Processos Térmicos e Químicos) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais - PIPE. Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

BILOTTA, P.; ROSS, B.Z. L. Estimativa de geração de energia e emissão evitada de gás de efeito estufa na recuperação de biogás produzido em estação de tratamento de esgotos. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.2, n.2, p.275-282, 2016.

CAMPELLO, L.D. Aproveitamento energético do biogás em estação de tratamento de esgoto: estudo na ETE Sapucaí. **Revista Brasileira de Energia**, v. 21, n.2, p. 31-37, 2015.

MARTÍNEZ-SIBAJA, A.; ALVARADO-LASSMAN, A.; ASTORGA-ZARAGOZA, C. M.; ADAM-MEDINA, M.; POSADA-GÓMEZ, R.; RODRÍGUEZ-JARQUIN, J.P. Volumetric gas meter for laboratory-scale anaerobic bioreactors. **Measurement**, v. 44, p. 1801-1805, 2011.

MOLETTA, R.; ALBAGNAC, G. A gas meter for low rates of flow: application to the methane fermentation. **Biotechnology letters**, v. 4, n. 5, p. 319–322, 1982.

NOGUEIRA, L. A. H. **Biodigestão, a alternativa energética**. São Paulo: Nobel, 1992.

PINTO, I. S. **Caracterização físico-química do lodo seco da parboilização de arroz e sua utilização na agricultura**. Dissertação (Mestre em Ciências - área de concentração: Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Pelotas. 109f. 2009.

RAPOSO, F.; DE LA RUBIA, M.A.; FERNÁNDEZ-CEGRÍ, V.; BORJA, R. Anaerobic digestion of solid organic substrates in batch mode: An overview relating to methane yields and experimental procedures. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 1, p. 861–877, 2011.

WALKER, M.; ZHANG, Y.; HEAVEN, S.; BANKS, C. Potential errors in the quantitative evaluation of biogas production in anaerobic digestion. **Bioresource Technology**, v. 100, n. 24, p. 6339-6346, 2009.

ZANETTE, A.L. **Potencial de aproveitamento energético do biogás no Brasil**. 2009. 105f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Programa de Planejamento Energético, COPRE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.