

III-448 - PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS ALIMENTARES E LODO ANAERÓBIO DE UM SHOPPING

Renan Rogério Oliveira de Souza

Graduando em Engenharia Química (DEQ-UFPE).

Laerte Caíque Alves Sá Barreto

Graduando em Engenharia Química (DEQ-UFPE).

Thiago Cardoso Silva

Mestrando em Engenharia Florestal (UFRPE).

Gisely Alves da Silva

Doutoranda em Engenharia Química (DEQ-UFPE).

Nelson Medeiros de Lima Filho

Professor (DEQ-UFPE).

Sérgio Peres

Professor (POLITÉCNICA-UPE)

Maria de Los Angeles Perez Fernandez Palha

Professora (DEQ-UFPE).

Endereço⁽¹⁾: Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária - Recife - PE- CEP: 50670-901 - Brasil - Tel: (81) 2126-8000 - e-mail: renanrogeriosouza@gmail.com.

RESUMO

A falta de chuvas, o sistema de energia hidráulica saturado e o crescente aumento na demanda por energia, tem levado o Brasil a repensar seu setor energético. A fim de se evitar um colapso, governantes e população, discutem possíveis soluções para este problema, como fontes energéticas alternativas. Investimentos em energias renováveis é um viés e o biogás se apresenta como uma solução de grande viabilidade em várias situações. Trata-se de uma mistura gasosa combustível, de alto poder calorífico, composta basicamente de dois gases, o metano (CH₄) e o gás carbônico (CO₂). Entre as fontes de biogás, o lodo secundário tem grande potencialidade nessa geração, ele é constituído principalmente pelos micro-organismos (biomassa) que se reproduzem à custa da matéria orgânica dos esgotos. Por meio do processo de digestão anaeróbia desses micro-organismos, têm-se como principal produto o biogás. Este estudo visa analisar a potencialidade dessa geração a partir da variação percentual dos substratos em diferentes temperaturas: 30°C, 35°C e 40°C. Verificou-se que a temperatura de 35°C apresentou maior eficiência para biodigestão com relação às outras analisadas, obtendo-se um percentual de metano máximo de 66,28% em 7 dias de fermentação; em 40°C obteve-se em torno de 48% do referido gás para 7 dias de fermentação. Já a temperatura de 30°C, obteve-se um percentual de 64,25% em 11 dias de fermentação. Como se pode observar, a produção de gás metano entre 35°C e 30°C não é significativa e a depender do projeto, o consumo de energia para o aquecimento do sistema pode não se justificar uma vez que os resultados obtidos são semelhantes.

PALAVRAS-CHAVE: Biogás, Metano, Lodo secundário, Digestão anaeróbia.

INTRODUÇÃO

Devido à crise energética mundial, atualmente, uma das principais preocupações, tem sido garantir o suprimento de energia a curto e longo prazo. Por este motivo, tem-se desenvolvidos vários estudos voltados para o desenvolvimento de novas fontes alternativas de energia. Entre essas, destaca-se o biogás que embora não substitua a larga utilização do petróleo, ajudará a minimizar o seu consumo, além de ter como um dos fatores positivos, ser uma fonte de energia renovável a partir de resíduos orgânicos.

Os investimentos em energia renovável apresentam, em sua maioria, custos superiores aos necessários para a adoção de fontes tradicionais. Não obstante, invariavelmente as energias renováveis trazem consigo externalidades positivas passíveis de serem mensuradas, como o desenvolvimento das áreas econômica e social. Adicionalmente, investimentos na geração de energia que se utiliza do biogás como fonte combustível

podem ser viáveis economicamente devido à apropriação de receitas oriundas da venda da energia elétrica e da comercialização dos créditos de carbono. (Ministério do Meio Ambiente – MMA, 2010)

O biometano, principal constituinte do biogás, é um importante biocombustível obtido a partir de fontes orgânicas biodegradáveis, permitindo produção de energia renováveis. Os resíduos podem ser agrícolas, urbanos ou industriais, vegetais ou animais. O biogás tem se tornado uma alternativa entre as energias renováveis, dessa forma cada vez mais, os países vêm criando leis que incentivem e regularizem a utilização de biodigestores anaeróbios em propriedades agrícolas (GUIMARÃES; GALVÃO, 2015; BRAMBILLA *et al.*, 2012). A composição do biogás varia de acordo com a eficiência do processo de biodigestão, sendo possível encontrar percentuais entre 50% a 70% de metano, 25% a 45% de dióxido de carbono e até 5% de outros gases (nitrogênio, oxigênio, gás sulfídrico, monóxido de carbono, amoníaco) (PERLINGEIRO, 2014).

A digestão anaeróbia dos resíduos sólidos consiste num processo de conversão da matéria orgânica através de micro-organismos anaeróbios e facultativos, onde ocorre a mineralização parcial do carbono e produção de biogás em sua maioria, oferecendo uma alternativa de substituição dos combustíveis fósseis, minimizando assim os efeitos causados pelos gases causadores do efeito estufas (VIRIATO *et al.*, 2015). Com relação a vantagens do processo anaeróbio podem se destacar a possibilidade de produção de metano que pode ser utilizado como fonte energética, baixa produção de lodo e a conservação do lodo anaeróbio que pode ser estocado durante vários meses sem que ocorra grave deterioração de sua atividade (PERES; PALHA, 2016).

Segundo a norma ABNT NBR nº 10.004, “Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível” (ABNT, 2004).

Dentre as vantagens do biogás para compor a matriz energética brasileira e mundial, pode-se citar que o combustível é obtido a partir de rejeitos, a baixo custo e, paralelamente, gera biofertilizante, que é uma mistura complexa composição de nutrientes essenciais às plantas (principalmente nitrogênio e fósforo), atuando como fertilizante e também como defensivo agrícola, fazendo com que o aproveitamento da digestão anaeróbia seja praticamente completo.

Este estudo visa analisar as potencialidades da produção do biogás, a partir variações percentuais do substrato em diferentes temperaturas, 30°C, 35°C e 40°C.

OBJETIVO DO TRABALHO

Avaliar a produção de biogás a partir de diferentes concentrações de resíduos alimentares e lodo de esgoto em diferentes temperaturas.

METODOLOGIA UTILIZADA

As matérias primas utilizadas para produção do biogás foram lodo de uma estação de tratamento de esgoto modular e resíduos alimentares oriundos da alimentação dos funcionários de um Shopping. O lodo utilizado para os testes em laboratório foi o lodo anaeróbio, efluente gerado no tanque de tratamento anaeróbio. Em seguida executou-se a preparação dos meios de fermentação e estes foram inoculados com o lodo da estação de tratamento, cuja função é dupla, uma vez que fornece micro-organismos e biomassa para produção do biogás. Como biodigestores, utilizaram-se frascos de vidro com capacidade total de 100 mL e capacidade útil de 80 mL, hermeticamente fechados com tampas de borracha e lacre de metal, acoplado-se às tampas, seringas de 10mL para captar o gás formado e transportá-lo ao cromatógrafo para análise (Figura1).



Figura 1 – Biodigestores de 100 mL.

Todos os biodigestores foram preenchidos com 80g de meio de cultura, constituído de resíduo alimentar e lodo anaeróbio em concentrações variáveis (Tabela 1). Os ensaios foram preparados em duplicata e realizou-se ajustes de pH antes que os sistemas fossem hermeticamente fechados, usando soluções de HCl 6 mol L^{-1} e NaOH 6 mol L^{-1} , até que um valor de pH faixa de $7,0 \pm 0,2$. Segundo Puebla *et al* (2014), as correções de pH devem se encontrar no intervalo entre 6,5 e 8,2, sendo o pH neutro (7,0) o que melhor favorece o desempenho no interior do reator em condições de anaerobiose estrita.

Para melhor compreensão das condições de cada biodigestor os códigos foram adotados da seguinte maneira em relação a sequência de números: primeira referente a temperatura de digestão, segunda referente ao percentual de resíduos orgânicos e terceira referente ao percentual de lodo (Tabela 1).

Tabela 1: Composição dos biodigestores e condições do experimento.

Código do Biodigestor	Temperatura de incubação °C	Resíduos alimentares (% em massa)	Lodo Primário (% massa)
30A100L0	30	100	0
30A75L25	30	75	25
30A50L50	30	50	50
30A25L75	30	25	75
30A0L100	30	0	100
35A100L0	35	100	0
35A75L25	35	75	25
35A50L50	35	50	50
35A25L75	35	25	75
35A0L100	35	0	100
40A100L0	40	100	0
40A75L25	40	75	25
40A50L50	40	50	50
40A25L75	40	25	75
40A0L100	40	0	100

Após lacrar devidamente os biodigestores, estes foram submetidos à digestão anaeróbia sob três temperaturas, a fim de se verificar a melhor condição de processo.

A avaliação qualitativa e quantitativa do biogás produzido foi feita tomando-se por base o volume total do mostrador. Na medida em que iam sendo identificadas (seringas com embolo deslocado, Figura 2, elas eram identificadas e retiradas para análise cromatográfica, uma nova seringa era acoplada ao sistema. A determinação dessa composição foi feita em termos de percentual volumétrico de metano e dióxido de carbono no biogás e avaliada por meio de um cromatógrafo a gás Thermoscientific- Trace CG Ultra, com detector de condutividade térmica, a temperatura de forno de 50°C, injetor a temperatura de 200°C, gás de arraste hidrogênio e coluna RT-Q-Bond 30m x 0,32mm x 1 µm.



Figura 2- Seringa com embolo deslocado.

RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

Os biodigestores que apresentaram produção significativa de biogás continham percentual de lodo superior a 50%. A formação de gás foi observada pelo deslocamento dos êmbolos das seringas. A partir disso, analisou-se o gás formado quanto a sua composição em relação ao percentual de metano e dióxido de carbono (Tabela 2). O último número refere-se a duplicata e para melhor compreensão da quantidade de seringas analisadas, o índice indica o número de seringas analisadas em cada amostra.

Tabela 2 – Composição do biogás formado por cada biodigestor.

Código	Tempo de incubação (dias)	CH₄ (%)	CO₂ (%)	Ar (%)
30A25L75-2 ¹	03	5,072	74,753	20,175
30A25L75-2 ²	03	2,893	75,372	21,735
30A25L75-2 ³	03	3,082	76,975	19,943
30A25L75-2 ⁴	11	0,339	82,981	16,68
30A0L100-1 ¹	03	14,765	10,58	74,655
30A0L100-1 ²	64	41,035	22,491	36,474
30A0L100-2 ¹	03	10,176	8,029	81,795
30A0L100-2 ²	03	17,953	10,652	71,395
30A0L100-2 ³	11	64,259	21,826	13,915
30A0L100-2 ⁴	11	59,058	20,664	20,278
30A0L100-2 ⁶	64	43,159	19,342	37,499
30A0L100-2 ⁷	64	44,65	18,135	37,215
35A25L75-1 ¹	03	0,482	73,14	26,378
35A25L75-1 ²	20	21,895	47,333	30,772
35A25L75-2 ¹	03	0,329	64,495	35,176
35A25L75-2 ²	03	0,235	53,412	46,353
35A25L75-2 ³	07	0,213	68,742	31,045
35A25L75-2 ⁴	07	0,166	65,766	34,068
35A25L75-2 ⁵	11	0,548	80,08	19,372
35A0L100-2 ¹	03	54,838	13,558	31,604
35A0L100-2 ²	03	55,538	16,173	28,289
35A0L100-2 ³	07	66,285	22,931	10,784
35A0L100-2 ⁴	07	57,073	18,689	24,238
35A0L100-2 ⁵	11	36,379	16,886	46,735
35A0L100-2 ⁶	20	54,806	18,364	26,83
35A0L100-2 ⁷	24	58,97	24,218	16,812
35A0L100-2 ⁸	64	53,031	16,183	30,786
40A25L75-2 ¹	07	1,05	63,935	35,015
40A0L100-1 ¹	07	48,917	19,792	31,291
40A0L100-2 ²	07	48,371	16,582	35,047
40A0L100-2 ³	07	49,44	21,504	29,056

ANÁLISE DOS RESULTADOS

O metano (CH₄) foi obtido apenas nos biodigestores que continham lodo em sua formulação em quantidade superior a 50%. Uma vez que o substrato disponível nos resíduos orgânicos (resíduos de alimentos) tem cadeias mais longas e a fase de hidrólise é mais lenta.

Verificou-se que após sete dias de incubação os biodigestores submetidos a 40°C que apresentaram formação de biogás, 40A25L75-2, 40A0L100-1 e 40A0L100-2 cessaram a fermentação, não havendo mais formação de gás. Isso pode ser devido ao término da fermentação ou envenenamento por oxigênio. É muito importante observar os fatores que influenciam a digestão anaeróbica, uma vez que se manipulados corretamente podem otimizar a produção do biogás aumentando a quantidade produzida e diminuindo o tempo gasto (PEREIRA *et al.*, 2015).

Dos biodigestores submetidos a 35°C, os que continham 75% de lodo e 25% de restos de alimentos (B4) apenas o 35A25L75-1 apresentou formação considerável de biogás com 21,89% de CH₄ com sete dias de digestão. Após esse tempo foi observado o mesmo comportamento que os biodigestores submetidos a 40°C. Dos frascos que continham 100% de Lodo, o 35A0L100-2 mostrou-se eficiente quanto a produção de biogás uma vez que os percentuais de metano se mantiveram dentro do desejado, acima de 50%, por um longo período 64 dias, atingindo um percentual máximo de 66,28% com 7 dias de fermentação.

Com relação aos biodigestores submetidos a 30°C, o 30A25L75-2 apresentaram formação considerável de gás, mas não houve percentuais significativos de metano, o 30A0L100-1 e o 30A0L100-2 obtiveram resultados semelhantes, o 30A0L100-2 alcançou um percentual máximo de 64,26% de CH₄ em 11 dias.

Os biodigestores que continham maior percentual de restos de alimentos não apresentaram resultados para produção de biogás no decorrer do tempo analisado. Esse fato pode ser explicado devido à complexidade dos substratos disponíveis nessa fonte de matéria orgânica, que necessitam de um tempo de hidrólise mais elevado.

Em relação ao fato dos biodigestores que vinham apresentando produção de biogás com consideráveis percentuais de metano terem cessado, precisa de maior investigação, desde a análise de entrada de oxigênio à morte das células por outros metabólitos liberados pelas mesmas durante o processo.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Diante do observado, a temperatura de 35°C mostrou-se mais eficiente para a biodigestão com relação às temperaturas de 30°C e a 40°C, mas tendo em vista que à temperatura de 35°C obteve um percentual máximo de 66,28% em sete dias de fermentação e a 30 °C, o percentual foi de 64,25% em 11 dias de digestão, a diferença entre os resultados obtidos não é significativa e a depender do projeto não se justifica o consumo de energia para aquecer o sistema uma vez que a temperatura ambiente (30°C) obtém-se resultados semelhantes em gás metano. As bactérias metanogênicas ou mais modernamente, os micro-organismos denominados *Archaea*, são responsáveis pela produção de biogás/metano e são muito sensíveis à rápida variação de temperatura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.
2. BRASIL, Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Balanço Energético Nacional 2016 – Ano base 2015: Relatório Síntese; Rio de Janeiro, 62 p, 2016.
3. BRAMBILLA, M. et al. Monitoring of the startup phase of one continuous anaerobic digester at pilot scale level. *Biomass and Bioenergy*, v. 36, p. 439–446, 2012.
4. CHONG, S.; SEN, T.K.; KAYAALP, A.; ANG, H.M. The performance enhancements of upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactors for domestic sludge treatment - A state-of-the-art review. USA, *Water Research*, ed. 46, 2012.
5. GUIMARÃES, C. M. M.; GALVÃO, V., Análise da rede de colaboração científica sobre biogás, *Perspectivas em Ciência da Informação*, v.20, n.2, p.130-133, abr./jun. 2015. *HOLUS*, Vol. 8, 2015.

6. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Estudo sobre o Potencial de Geração de Energia a partir de Resíduos de Saneamento (lixo, esgoto), visando incrementar o uso de biogás como fonte alternativa de energia renovável. São Paulo, 2010.
7. PEREIRA V., FERREIRA-JR J. M., MARTINEZ G. A. S. E TOMACHUK C. R.. Avaliação de sistema de colunas para remediação de biogás a partir de biomassa não digerida. Revista HOLUS, Vol. 8, 2015.
8. PERES, S., PALHA, M. L .A. P., Inventário da biomassa produtora de biogas de Pernambuco. Gráfica & Copiadora Nacional, Recife, 2016.
9. PERLINGEIRO, C. A. G. Biocombustíveis no Brasil: fundamentos, aplicações e perspectivas. Rio de Janeiro: Synergia, 2014.
10. SOTTI, G. Biogás de digestão anaeróbia dos resíduos orgânicos de restaurante universitário com efluente sanitário. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação. Londrina, PR:UTFPR, 2014. 60 p.
11. VIRIATO, C. L.; LEITE, V. D.; SOUSA, J. T.; LOPES, W. S; OLIVEIRA, E. G.;GUIMARÃES, H. S. Influência da granulometria de sólidos totais na codigestão anaeróbia de resíduos orgânicos. Revista de estudos ambientais, v.17, p. 6-15, 2015