

ESTUDO DE VIABILIDADE PARA A PRODUÇÃO DE BIO-HIDROGÊNIO UTILIZANDO FERMENTAÇÃO ANAERÓBICA

Stella Cabral Guimarães (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Daniel Tait Vareschini (Orientador –DEQ/UEM), e-mail: guimaraescstella@gmail.com

Universidade Estadual de Maringá / Departamento de Engenharia Química/Maringá, PR.

Área: Engenharia Química. Subárea: Processos Bioquímicos

Palavras-chave: bio-hidrogênio, energia renovável, biodigestor.

Resumo:

A vinhaça é um efluente proveniente da indústria sucroalcooleira resultante do processo de destilação para a obtenção de etanol, o qual apresenta grande impacto ambiental, devido a sua elevada carga orgânica, pH ácido e capacidade de salinização do solo. Estudos veem sendo desenvolvidos para o reaproveitamento deste resíduo de forma a integra-lo a matriz energética industrial, com a produção de gases comburentes como metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e em menor quantidade Hidrogênio (H₂). O presente trabalho teve como objetivo o estudo de viabilidade da produção do hidrogênio (bio-hidrogênio), utilizando vinhaça como substrato para processos de biodigestão anaeróbia. Os biodigestores anaeróbios desenvolvem o crescimento de simbioses microbianas que consomem a matéria orgânica liberando um efluente mais limpo em concomitância com a geração de gases. Durante o trabalho exploratório, os experimentos seguiram a sequência de caracterização da matéria orgânica, estabilização de biodigestores com lodo anaeróbio em regime de alimentação intermitente, caracterização da vinhaça tratada e análise do potencial e produção de biogás. Como alternativa para reversão do processo para produção de hidrogênio foi avaliado o tratamento térmico do lodo com realimentação. Os principais resultados obtidos foram uma produção acumulada 650 mL de biogás após 14 dias e uma produção de 100 mL de biogás após o tratamento.

Introdução

Na indústria sucroalcooleira para cada litro de etanol produzido são gerados de 10 a 15 litros de vinhaça. A fim de garantir um sistema produtivo sustentável, é necessário o desenvolvimento de metodologias de adequação ambiental para tal efluente. Uma alternativa é o tratamento dos em reatores biológicos, através de digestão anaeróbica. O tratamento anaeróbio permite reduzir a quantidade de matéria orgânica e viabilizar a geração de novos combustíveis na forma de gás.

O hidrogênio é um gás utilizado em diversas indústrias como na indústria de alimentos, reformulação de gasolina nas refinarias, entre outras [1]. Na fermentação anaeróbia, especificamente na fase acidogênica, pode

haver um direcionamento do processo simbiótico para um maior acúmulo de gás hidrogênio, este redirecionamento ocorre privilegiando os microrganismos responsáveis pela via acetogênica em detrimento dos microrganismos metanogênicos hidrogenotróficos [2].

Dentre os objetivos principais do projeto, está o a análise da redução da carga orgânica da vinhaça, e a possibilidade de redirecionamento da produção de metano para hidrogênio.

Materiais e métodos

Na *Caracterização da vinhaça in natura*, foram analisados pH em pHmetro de bancada, cor e turbidez por análise espectrofotométrica, além de sólidos totais, voláteis e fixos através de análise de amostra seca e calcinada até massa constante.

Na *Estabilização dos reatores*, utilizou-se biorreatores em triplicata, utilizando-se da metodologia de análise de remoção de Demanda Química de Oxigênio (DQO). A alimentação dos biodigestores foi realizada entre 3 e 6 dias com carga de entrada de 10 g/L de DQO por um período de 6 meses com volume de trabalho dos biorreatores de 300ml.

Para análise do potencial de produção de biogás optou-se pela análise em *Sistema em batelada*, com volume inicial de 500 mL de lodo (5,85 g SV/L) e 30ml da vinhaça *in natura* (50 g_{DQO}/L), perfazendo uma relação de 0,5 g de DQO/g de SV.

Para o Pré-tratamento do lodo, utilizou-se a metodologia descrita na literatura [3], que consistiu em submeter o lodo a um tratamento térmico de 90°C por 10 minutos, e, em seguida, resfriar em banho de gelo até que a temperatura atingisse 25°C.

Resultados e Discussão

Na *Caracterização da vinhaça in natura* obteve-se os parâmetros físico-químicos e macronutrientes mostrados na Tabela 2, os quais estão dentro dos valores médios encontrados na literatura.

Na *Estabilização dos biorreatores*, procurou-se manter uma alimentação intermitente durante um longo período para que fosse observado o processo de remoção de matéria orgânica do efluente, simulando processos de interrupção de alimentação, choque de carga e variações não controláveis com temperatura diária. Como pode ser observado nos dados apresentados na Tabela 1, os biorreatores apresentaram médias de remoção na faixa de 55 a 77 % de remoção, esta taxa se manteve por longos períodos, aproximadamente 6 meses o que mostra robustez do sistema.

Tabela 1 – Estabilização dos reatores de agosto até janeiro.

Reator	Média da eficiência de remoção
1	77,17% ± 0,037
2	65,10% ± 0,193
3	55,90% ± 0,219

Um dado importante que foi constatado na análise visual diária do sistema, foi à necessidade de remoção do excesso de lodo dos biorreatores em períodos regulares, uma vez que o sistema funcionava como batelada alimentado, o acúmulo de lodo ocasionou aumento expressivo do volume interno e interrupção da passagem do gás pelas mangueiras de recirculação provocando entupimento do sistema de amostragem. Além disso, o processo de realimentação permitia pequenas entradas de ar externo reduzindo a eficiência da manutenção do sistema em anaerobiose.

Na fase de análise do efluente tratado, os valores obtidos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Comparação entre a vinhaça in natura e a tratada.

Parâmetro	Vinhaça in natura		Vinhaça tratada	
pH (KCl)	4,50	± 0,015	7,87	± 0,068
Turbidez (NTU)	4,200	± 0,200	800,0	± 50,000
Cor Aparente (g Pt-Co L ⁻¹)	29,967	± 0,252	5,617	± 0,126
DQO (g O ₂ L ⁻¹)	53,533	± 0,351	3,158	± 0,101
DBO (g O ₂ L ⁻¹)	14,900	± 0,132	1,123	± 0,016
ST (g L ⁻¹)	26931	± 0,875	16720	± 0,343
SV (g L ⁻¹)	16428	± 0,014	5851	± 0,007
SF (g L ⁻¹)	10503	± 0,858	10869	± 0,169

Comparando a Tabela 3 a Tabela 1, é possível observar que embora os parâmetros de cor e turbidez da vinhaça tratada permaneçam altos, ocorreu uma grande redução na quantidade total de matéria orgânica refletindo em valores expressivamente mais baixos para os parâmetros de DQO e DBO, além de uma estabilização do pH em uma faixa neutra, além disso a análise indireta de redução de sólidos voláteis (SV) mostra a viabilidade na produção de biogás, pois esses sólidos representam principalmente ácidos orgânicos que são utilizados pelos microrganismos anaeróbios.

Na etapa de análise de potencial de produção de biogás em *Sistema em batelada*, o sistema foi mantido por três semanas, e a produção do gás foi monitorada no decorrer desses dias, resultados esses apresentados no Gráfico 1. Aproximadamente 650ml de biogás foram produzidos no período de 400h, com uma concentração de aproximadamente 48% de CH₄ e 37% de CO₂.

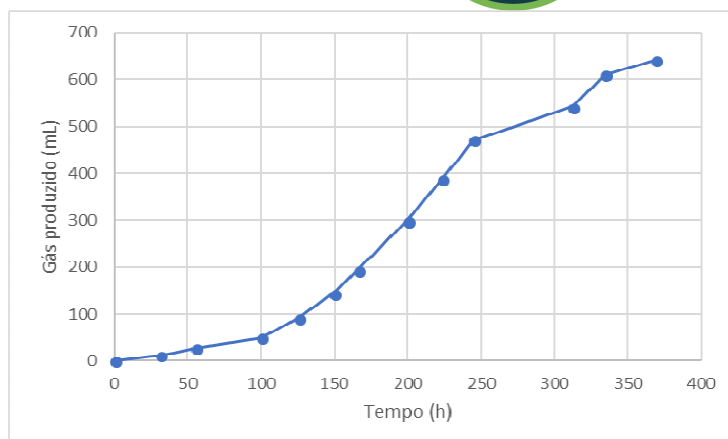


Gráfico 1 – Volume acumulado de biogás

Era esperado que a produção diminuísse após o pré-tratamento, visto que a metodologia favorece a acidogênese da fermentação anaeróbia.

Conclusões

Pela realização de um sistema que produziu bio-hidrogênio através do biogás pôde-se concluir que a possibilidade dessa produção é viável. Assim, considerando a metodologia adotada, como dito na literatura, obteve-se que para o tempo de quase 400h, foi produzido quase 650mL de biogás, e, com o pré-tratamento do lodo adotado a produção continuou, mas em menor quantidade assim como o esperado, cerca de 90mL.

Agradecimentos

À Fundação Araucária pela auxílio financeiro, o meu orientador Daniel Tait Vareschini o qual acreditou no meu potencial de trabalho. A aluna de PIBIT, Bruna Miyasaki Gonçalves por me acompanhar nessa jornada. Aos pós-graduandos André Luis Gomes Simões, Rubens de Carvalho Filho e Fernanda Naiara de Almeida pelo auxílio nas análises.

Referências

- [1] Kapdan K.I., Kargi F., **Bio-hydrogen production from waste materials: a review**. Enzyme and Microbial Technology 38 (2006) 569–582.
- [2] Aquino, Sérgio F. de and Chernicharo, Carlos A. L. **Acúmulo de ácidos graxos voláteis (AGVs) em reatores anaeróbios sob estresse: causas e estratégias de controle**. Eng. Sanit. Ambient. [online]. 2005, vol.10, n.2 pp.152-16.
- [3] Sano, A. Yasuda, K. Kato, Y. Bando, Y. Nakamura, M. 2006, **Hydrogen fermentation by using heat-shock granular sludge**. Journal Chemical Engineering of Japan, v. 39, p. 580-582.
- [4] Seyfried, C.F. et al.: **Anaerobe Verfahren zur Behandlung von Industrieabwässern**. Korrespondenz Abwasser 37, pp. 1247 – 1251, 1990.