

PRODUÇÃO DE METANO EM REATOR AnSBBR A PARTIR DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE FECULARIA ACIDIFICADA NA PRODUÇÃO DE BIOHIDROGÊNIO

ANGELO G. MARI¹, TAMIRIS U. TONELLO², CRISTIANE L. ANDREANI³, LUCAS S. DIDONE⁴, SIMONE D. GOMES⁵

1 Doutorando de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, (45) 99932-7758, ea.angelo@gmail.com

2 Mestranda de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste., (44)999977307, uana@hotmail.com;

3 Doutoranda de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, (45) 99957-6959, cristiane.andreani@gmail.com,

4 Graduando de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, (45) 99839-2602, lucas_sousa_97@hotmail.com,

5 Professora de Pós Graduação e,m Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste,(45) 98404-1875 simone.gomes@unioeste.br

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO:

A água residuária de fecularia apresenta potencial para a produção de hidrogênio por meio da fermentação. Entretanto, este processo não é eficiente na remoção de carga orgânica, tornando necessário tratamento posterior. Este estudo avaliou a produção de CH₄ em reator anaeróbio em batelada sequencial com biomassa imobilizada (AnSBBR) tratando água residuária de fecularia acidificada em processo de produção de biohidrogênio. Conduziram-se ensaios com cargas orgânicas volumétricas aplicadas (COVa) de 3,4 e 5,4 g DQO.L⁻¹.d⁻¹, em reator com volume útil de 2,9 L, meio suporte de espuma de poliuretano, agitação por recirculação do efluente e temperatura de 30 °C. Foram avaliados os parâmetros produtividade molar de CH₄ e eficiência média de remoção da DQO filtrada. O volume de biogás foi quantificado em frasco mariotte e sua composição obtida por cromatografia gasosa. Obtiveram-se produtividades médias de 65,04 e 125,4 mol.m⁻³.d⁻¹ e remoções médias de DQO de 97 e 94% nos ensaios com COVa de 3,4 e 5,4 g DQO.L⁻¹.d⁻¹, respectivamente. O biogás apresentou elevado teor de metano (80%), devido à acidificação prévia na produção de biohidrogênio. Concluiu-se que, com o aumento da carga, foi possível obter maior produtividade de metano, com pequena diminuição na eficiência de remoção da carga orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: Biogás; Digestão Anaeróbia; Carga Orgânica Volumétrica.

METHANE PRODUCTION IN AnSBBR REACTOR FROM CASSAVA STARCH WASTEWATER ACIDIFIED IN THE BIOHYDROGEN PRODUCTION

ABSTRACT:

Cassava starch wastewater presents potential for the hydrogen production by fermentation. However, this is an inefficient process to remove organic load, demanding subsequent treatment. This study evaluated the production of CH₄ in an anaerobic sequential batch reactor with immobilized biomass (AnSBBR) fed with acidified cassava starch wastewater from biohydrogen production process. It was conducted assays with two applied volumetric organic load (aVOL): 3.4 and 5.4 g COD.L⁻¹.d⁻¹ in a reactor with an useful volume of 2.9 L, support medium composed from polyurethane foam, stirring by effluent recirculation and temperature of 30 °C. The CH₄ molar productivity and average filtered COD removal efficiency were evaluated. The biogas volume was quantified in mariotte flask and its composition obtained by gas chromatography. Methane molar productivity of 65.04 and 125.4 mol.m⁻³.d⁻¹ and average COD removals of 97 and 94% were obtained in the 3.4 and 5.4 g COD.L⁻¹.d⁻¹ assays, respectively. Biogas presented a high methane content (80%), due to the previous acidification by biohydrogen production. It was possible to conclude that the increase of the applied organic load allowed obtaining higher productivity of methane, with a small decrease in the organic load removal efficiency.

KEYWORDS: Biogas; Anaerobic Digestion; Volumetric Organic Load.

INTRODUÇÃO:

A digestão anaeróbia se configura como um processo de tratamento de efluentes eficiente na remoção da carga orgânica e capaz de produzir biogás, uma mistura de gases dentre os quais destacam-se o metano e o hidrogênio. Diferentes configurações de reatores anaeróbios tem sido utilizados para este fim. O reator anaeróbio de batelada sequencial com biomassa imobilizada (*Anaerobic Sequential Batch Biofilm Reactor* – AnSBBR) se propõe a atender processos que produzem efluentes em regime intermitente (LULLIO et al., 2014).

Os AnSBBR foram empegados para controlar o tempo de enchimento, a duração do ciclo e a concentração da biomassa, a princípio, visando a remoção de carga orgânica e/ou produção de metano, e, posteriormente na produção de hidrogênio. Todavia, são poucos os estudos que se focam no efluente acidificado, utilizando sistemas de tratamento em dois estágios, que visem potencializar os rendimentos de hidrogênio e de metano. Sabe-se que a produção de hidrogênio resulta em baixas taxas de remoção da DQO, estimadas entre 20 e 30%, o que exige um tratamento posterior (FERRAZ JÚNIOR, 2013).

Com estes aspectos em mente, constatou-se que 54% das indústrias brasileiras de processamento de mandioca encontram-se no Estado do Paraná (CEPEA, 2014). Para cada tonelada de mandioca beneficiada, o processamento gera, em média, 3,6 m³ de manipueira (PINTO, 2008). Efluente resultante de processo de prensagem da raiz ou da massa ralada da mandioca, sua composição inclui carboidratos solúveis altamente degradáveis, entre outros nutrientes, o que o torna um substrato promissor na produção de hidrogênio através da fermentação anaeróbia (ANDREANI et al., 2015).

Sendo assim, este estudo aborda o desempenho do reator AnSBBR no tratamento e produção de metano a partir de água residuária de fecularia acidificada, resultante da fermentação decorrente da produção de biohidrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS: O reator AnSBBR empregado foi composto por dois reservatórios construídos em *plexiglass* transparente com diâmetro interno de 80 mm e altura de 750 mm. Um reservatório foi utilizado como reator, sendo preenchido com material suporte, e outro como reservatório lateral. A agitação se deu por recirculação do substrato entre o reator e o reservatório lateral, utilizando-se de uma bomba peristáltica dosadora, com vazão de 25 L h⁻¹. O volume de trabalho tratado em cada ciclo foi de 2,9 L, dos quais 0,9 L compunha o volume residual. O sistema foi mantido em uma câmara térmica com temperatura de 30±1 °C, aquecida por um aquecedor elétrico ligado a um termostato. Os processos de carga, recirculação e descarga do substrato se deram através de bombas peristálticas ligados a temporizadores.

O material suporte utilizado consistiu em cubos de espuma de poliuretano, acondicionados no interior de pequenos cilindros leves e ocos de plásticos PET (bobes). O lodo utilizado como inóculo foi coletado em um reator anaeróbio utilizado no tratamento água residuária de fecularia, e sua imobilização no material suporte foi realizada conforme método proposto por Zaiat et al. (1994).

O substrato utilizado neste estudo foi proveniente de um reator AnSBBR utilizado na produção de hidrogênio a partir de água residuária de fecularia. Após passar pelo reator acidogênico, o efluente foi caracterizado quanto a DQO, sólidos totais e voláteis e pH. Este efluente acidificado teve sua concentração e pH corrigida para as condições experimentais (pH 7,0).

O reator AnSBBR foi operado em diferentes combinações de concentração do substrato e duração dos ciclos. A água residuária foi ajustada para duas concentrações: 2.600 e 4.100 mg DQO L⁻¹. Os tempos de ciclos foram de 6 e 12 horas, configurando 4 e 2 ciclos diários. Este arranjo permitiu que o reator fosse operado sob seis cargas orgânicas volumétricas: Condição I: 3,4 gDQO L⁻¹d⁻¹; Condição II: 5,4 gDQO L⁻¹d⁻¹.

O reator foi monitorado a partir de coletas do afluente e do efluente. O pH foi medido por pHmetro de bancada. A demanda química de oxigênio (DQO), sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV), sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos voláteis (SSV) foram determinados de acordo com *Standards Methods for the Examination the Water and Wastewater* (APHA et al., 2005).

A produção diária de biogás foi medida utilizando-se um frasco Mariotte de 3 L, preenchido com água e acoplado à saída de biogás. O volume de solução deslocado corresponde ao volume de biogás produzido, que foi então corrigido para as Condições Normais de Temperatura e Pressão.

Para determinar a composição do biogás, alíquotas foram coletadas da mangueira que liga o reator ao frasco Mariotte, utilizando-se de uma seringa cromatográfica. A composição do biogás foi determinada por cromatografia gasosa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Verificou-se que o aumento da COVa resultou no crescimento da produção de biogás, bem como na diminuição da capacidade de remoção de DQO (Tabela 1). Enquanto na Condição I a remoção chegou a 99%, ficando em média em 94%; na Condição II a remoção ficou em média em 77%, chegando ao máximo de 85%.

Tabela 1 Desempenho do Reator AnSBBR tratando água residuária de fecularia acidificada resultante da produção de biohidrogênio

Parâmetros		Condição I	Condição II
		COV 3,4 gDQO L ⁻¹ d ⁻¹	COV 5,4 gDQO L ⁻¹ d ⁻¹
DQO afluente (mg L ⁻¹)	Méd.	2.646±444	3.980±525
	Máx.	3.369	4.419
DQO efluente (mg L ⁻¹)	Méd.	160±185	240±120
	Máx.	804	477
Remoção de DQO (%)	Méd.	94±7%	94±3%
	Máx.	99%	97%
COV aplicada (mg L ⁻¹ d ⁻¹)	Méd.	3.541±624	5.215±688
	Máx.	4.415	5.790
COV removida (mg L ⁻¹ d ⁻¹)	Méd.	3.332±633	4.900±690
	Máx.	4.226	4.900
Produção diária de metano (mL d ⁻¹)	Méd.	4.150±2.128	7.357±2.736
	Máx.	7.785	11.516

Por outro lado, a maior oferta de ácidos orgânicos voláteis resultou em maior produção de biogás: na medida em que se aumentou a COVa, cresceu a produção diária de metano; variando entre 4.150 mL d⁻¹ e 15.020 mL d⁻¹.

Comparando-se o aumento da concentração do substrato, sem alteração do tempo de ciclo, verificou-se que o desempenho do reator sofreu maior impacto nos tempos de ciclo mais curtos em comparação aos mais longos. Estes resultados demonstram que, quando o objetivo é o tratamento do efluente, o tempo de ciclo de 12 horas se mostra mais adequado à oscilações de COVa do substrato.

Lullio et al. (2014) observaram comportamentos semelhantes produção de metano em reatores AnSBBR. O aumento da COVa pelo aumento da concentração, sem mudança no tempo de ciclo, resultou em diminuição da eficiência de tratamento. Entretanto, aumentando a COVa de forma equilibrada, ou seja, aumentando concentração e o tempo de ciclo, o desempenho do reator foi recuperado. Em todos os casos, quanto maior a COVa, maior a produção de biogás.

Bezerra et al. (2011) demonstraram que o aumento da concentração afluente e a manutenção do tempo de ciclo resultaram em diminuição da eficiência de remoção da DQO,

aumento no teor de ácidos voláteis totais no efluente, bem como aumento da produção total de metano por ciclo.

Verificou-se que o tempo de ciclo exerce influência na composição do biogás. As condições 1 e 2 tiveram elevadas concentrações de metano (80%). Em que mesmo na Condição II, onde foi aplicada a maior carga orgânica, associada ao tempo de ciclo de 6 horas, foi possível obter biogás com teor de metano superior 60% e remoção de DQO superior a 75%. Ressalta-se que o tempo de ciclo de 6 horas pode ser considerado curto para reatores metanogênicos operando em estágio único. Entretanto, estes resultados foram possíveis devido à etapa prévia de produção de biohidrogênio.

Estes resultados são corroborados por Sá et al. (2014); Escamilla-Alvaro et al. (2014); e Massanet-Nicolau et al. (2015), cujos estudos demonstraram que o uso de sistemas combinados, com um estágio de fermentação e outro de metanização, trouxeram melhores resultados quanto à produção de hidrogênio e de metano, bem como melhor tratamento dos efluentes.

CONCLUSÕES:

O aumento da carga orgânica volumétrica aplicada resultou em maior produtividade de metano, todavia, com diminuição na capacidade de remoção da carga orgânica. Porém, o uso de água residuária de fecularia fermentada em reator de biohidrogênio permitiu que, mesmo com baixo tempo de ciclo, tenha sido possível produzir elevado volume de metano e remover mais de 75% da DQO.

REFERÊNCIAS

- ANDREANI, C. L.; TORRES, D. G. B.; SCHULTZ, L.; CARVALHO, K. Q.; GOMES, S. D. Hydrogen production from cassava processing wastewater in an anaerobic fixed bed reactor with bamboo as a support material. *Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering*, v. 35, n. 3, p. 578-587, 2015.
- APHA; AWWA; WPCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington: Association, 21th. American Public Health Association. 2005. 1600 p.
- BEZERRA, R. A.; RODRIGUES, J. A. D.; RATUSZNEI, S. M.; CANTO, C. S. A.; ZAIAT, M. Effect of Organic Load on the Performance and Methane Production of an AnSBBR Treating Effluent from Biodiesel Production. *Applied Biochemical Biotechnology*, n. 165, p.347–368, 2011.
- ESCAMILLA-ALVARADO, C.; PONCE-NOYOLA, M. T.; POGGI-VARALDO, H. M; RÍOS-LEAL, E.; GARCÍA-MENA, J.; RINDERKNECHT-SEIJAS, N. Energy analysis of in-series biohydrogen and methane production from organic wastes. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 39, p.16.587-16.594, 2014.
- FERRAZ JÚNIOR, A. D. N. Digestão anaeróbia da vinhaça da cana de açúcar em reator acidogênico de leito fixo seguido de reator metanogênico de manta de lodo, 2013. 164 p. **Tese (Doutorado)** – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.
- LOVATO, G.; RATUSZNEI, S. M.; RODRIGUES, J. A. D.; ZAIAT, M. Co-digestion of whey with glycerin in an AnSBBR for biomethane production. *Applied Biochemical Biotechnology*, n. 178, p. 126 – 143, 2016.
- LULLIO, T. G.; SOUZA, L. P.; RATUSZNEI, S. M.; RODRIGUES, J. A. D.; ZAIAT, M. Biomethane Production in an AnSBBR Treating Wastewater from Biohydrogen Process. *Applied Biochemical Biotechnology*, n.174, p.1873–1896, 2014.
- MASSANET-NICOLAU, J.; DINSDALE, R.; GUWY, A.; SHIPLEY, G. Utilizing biohydrogen to increase methane production, energy yields and process efficiency via two stage anaerobic digestion of grass. *Bioresource Technology*, n. 189, n. 379–383, 2015.
- SÁ, L. R. V.; CAMMAROTA, M. C.; FERREIRA-LEITÃO, V. Produção de hidrogênio via fermentação anaeróbia – aspectos gerais e possibilidade de utilização de resíduos agroindustriais brasileiros. *Química Nova*, v. 37, n. 5, p. 857-867, 2014.
- ZAIAT, M.; CABRAL, A. K. A.; FORESTI, E. Horizontal-flow anaerobic immobilized sludge reactor for wastewater treatment: conception and performance evaluation. *Revista Brasileira de Engenharia* – Caderno de Engenharia Química, v.11, p.33–42, 1994.