

PRODUÇÃO DE BIOHIDROGÊNIO A PARTIR DE RESÍDUO DE FECULARIA EM REATOR AnSBBR ALIMENTADO EM BATELADA ALIMENTADA

Tamiris U. Tonello¹, Cristiane L. Andreani², Ângelo G. Mari³, Luana C. Leite⁴, Simone D. Gomes⁵

1 Mestranda de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste., (44)999977307, uana@hotmail.com; 2 Doutoranda de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, (45) 99957-6959, cristiane.andreani@gmail.com; 3 Doutorando de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, (45) 99932-7758, ea.angelo@gmail.com; 4 Graduada de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, (45) 99908-7481, luana.calliari@hotmail.com; 5 Professora de Pós Graduação em 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:

O hidrogênio representa um combustível de elevada densidade energética. Estudos têm buscado verificar o potencial de diferentes resíduos e configurações de reator na produção do biohidrogênio. Diante disso, esse trabalho avaliou a produção deste combustível a partir da água residuária de fecularia de mandioca, utilizando reator anaeróbico operado em bateladas sequenciais com biomassa imobilizada (AnSBBR), alimentado em batelada alimentada, com volume útil de 4,3L e sistema de agitação mecânica. O ensaio utilizou com carga orgânica volumétrica de 13,5 gcarboidratos totais.L⁻¹d⁻¹, tempo de ciclo de 4h, e temperatura controlada de 30 °C. O reator foi inoculado com lodo anaeróbico tratado termicamente. Foram avaliados a produtividade molar e o rendimento de hidrogênio. O volume de biogás foi quantificado utilizando-se frasco mariotte e sua composição verificada por cromatografia gasosa (Shimadzu® 2010, coluna Carboxen® 1010, gás de arraste argônio e detector de condutividade térmica TCD a 230 °C). Os resultados mostram que foi possível produzir 27 mol H₂.m⁻³.d⁻¹, com o rendimento de hidrogênio sobre as cargas aplicada e removida de 2,35 e 2,23 molH₂ Kg⁻¹carboidratos totais, respectivamente. Concluiu-se que a produção de biohidrogênio a partir da água residuária de fecularia em reator AnSBBR alimentado em batelada alimentada foi possível, apresentando potencial neste sentido.

Palavras-Chave: Biogás; Digestão Anaeróbia; Bioenergia.

Biohydrogen production from cassava starch wastewater in AnSBBR Reactor FED fed-batch

ABSTRACT:

Hydrogen is considered a fuel with a high energy density. Studies have verified the potential of hydrogen production from different wastes. Then, this study evaluated the hydrogen production from starch cassava wastewater in a sequential batch reactor with immobilized biomass (AnSBBR) fed in fed-batch, with volume of 4.3 L, mechanically stirred. The assay utilized volumetric organic load rate of 13.5 g_{total carbohydrates}.L⁻¹d⁻¹, cycle time of 4h and controlled temperature of 30 °C. The reactor was inoculated with anaerobic sludge thermically treated. The hydrogen molar productivity and yield were evaluated. The biogas volume was quantified by mariotte flask and the composition by gas chromatography (Shimadzu® 2010, Carboxen® 1010 column, argon as drag gas and Thermic Conductivity Detector (TCD) - 230 °C). The results showed that was possible to produce 27 mol H₂.m⁻³.d⁻¹, with hydrogen yield to applied and removal loads of 2,35 e 2,23 molH₂ Kg⁻¹_{total carbohydrates}, respectively. In

conclusion the biohydrogen production from starch cassava wastewater in AnSBBR reactor fed in fed batch was possible, indicating potential in this way.

KEYWORDS: Biogas; Anaerobic Digestion; Bioenergy.

INTRODUÇÃO:

O hidrogênio representa um substituto promissor de combustível com uma elevada densidade energética. A produção de biohidrogênio por meio da fermentação escura se destaca por utilizar efluentes agroindustriais como fonte para obtenção deste biocombustível, além de exigir baixo consumo de energia externa (BIČÁKOVÁ e STRAKA, 2012).

Dentre as formas para produção de biohidrogênio, destacam-se os reatores anaeróbios operados em bateladas sequenciais com biomassa imobilizada (AnSBBR), nele ocorre predominantemente a formação de biofilme aderido à superfície, favorecendo a estabilidade das colônias. Além disso, a utilização do suporte inerte permite ciclos com períodos mais curtos, conferindo agilidade ao processo (NOVAES et al., 2010).

Diversos trabalhos científicos vêm avaliando a utilização de água residuária de fecularia (ARF) para a obtenção de hidrogênio, porém os experimentos utilizando os AnSBBR para a este fim têm sido conduzidos, na sua maioria, com substratos sintéticos, à base de carboidratos simples, como glicose e sacarose.

Assim, o presente trabalho visa avaliar a produção deste combustível a partir da água residuária de fecularia de mandioca, utilizando reator anaeróbio operado em bateladas sequenciais com biomassa imobilizada (AnSBBR), alimentado em batelada alimentada, com volume útil de 4,3L e sistema de agitação mecânica.

MATERIAL E MÉTODOS:

O experimento foi conduzido no Laboratório de Saneamento Ambiental da Unioeste, campus Cascavel. Para a realização do experimento a água residuária do processo de extração da fécula de mandioca foi coletada em indústria localizada no município de Toledo, PR.

A amostragem para caracterização físico-química do efluente ocorreu após a homogeneização de todo o volume coletado. Foram determinados os parâmetros DQO, sólidos totais, sólidos voláteis, e nitrogênio total Kjeldahl (EATON et al., 2005); açúcares totais (DUBOIS et al., 1956) e pH.

Na Figura 1 é apresentado o esquema do reator que foi utilizado no experimento: um reator anaeróbio operado em batelada sequencial com biomassa imobilizada, e sistema de agitação mecânica constituído por impelidor do tipo turbina (RATUSZNEI et al. 2000).

Na imobilização da biomassa foram utilizados grânulos de PEBD, suporte que favorece a colonização por bactérias hidrolíticas, fermentativas e não redutoras de sulfato (SILVA et al., 2006). O inóculo utilizado foi obtido por meio de tratamento térmico do lodo anaeróbio (SREETHAWONG et al. 2010). (SREETHAWONG et al., 2010).

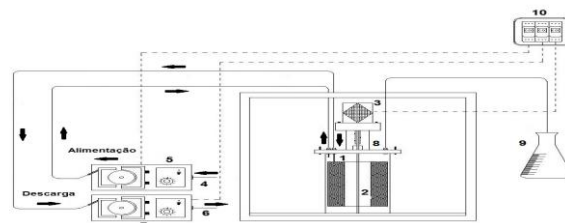


Figura 1. Representação esquemática do reator AnSBBR. 1 – Reator; 2 – Cesto de retenção e material suporte da biomassa; 3 – Sistema de agitação; 4 – Afluente; 5 – Bomba de entrada (alimentação); 6 – Efluente; 7 – Bomba de saída (descarte); 8 – Câmara de aquecimento; 9 – Saída do biogás; 10 – Sistema de automação (timers).

Utilizou-se a estratégia de alimentação de batelada alimentada, na qual o tempo de alimentação consiste em 50% do tempo total de ciclo. O pH inicial da água residuária de

fecularia foi corrigido para 6,0 com bicarbonato de sódio. A condição experimental avaliada consiste em bateladas sequenciais com quatro horas de duração e concentração afluente de $3.500 \text{ mg açúcares totais} \cdot \text{L}^{-1}$, resultando na carga orgânica volumétrica de $9,0 \text{ g açúcares totais} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$.

O reator foi monitorado através de coletas do afluente e efluente. Nessas amostras foram avaliados açúcares filtrados e totais, conforme o método proposto por Dubois et al. (1956). O volume de biogás produzido diariamente foi mensurado por meio de um Frasco Mariotte de 3 L (BUÍTRON; CARVAJAL, 2010; SCOMA; BERTIN; FAVA, 2013), preenchido com água e sua composição verificada por cromatografia gasosa (Shimadzu® 2010, coluna Carboxen® 1010, gás de arraste argônio e detector de condutividade térmica TCD a 230°), conforme Peixoto et al. (2011).

Utilizou-se a produtividade molar volumétrica e o rendimento de hidrogênio sobre a carga orgânica aplicada e removida como parâmetros de avaliação do potencial de produção de biohidrogênio, conforme definido por Manssouri (2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização do afluente (Tabela 1) demonstra que a água residuária de fecularia apresenta elevada DQO, oriunda principalmente da alta concentração de carboidratos – principalmente amido. Esta característica, associada à presença de nutrientes, torna a ARF uma fonte adequada para obtenção do biohidrogênio pela fermentação (LUCAS, 2015).

Tabela 1. Caracterização da água residuária de fecularia, em mg L^{-1}

pH	Carbo. Totais	DQO	NTK	Sólidos Totais	Sólidos Voláteis
4,29	5950,3	8046,2	2,04	1000,0	936,36

O biogás produzido apresentou concentração máxima de hidrogênio de 23,3%, no nono dia de monitoramento do reator. Este resultado é semelhante aos obtidos em reatores AnSBBR operados com afluente sintético (MANSSOURI et al. 2013).

A produtividade molar volumétrica apresentou valor máximo de $27 \text{ mol H}_2 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$, (Figura 2). A maior produção de biogás está relacionada ao crescimento de biomassa, que por sua vez resulta na maior colonização das bactérias.

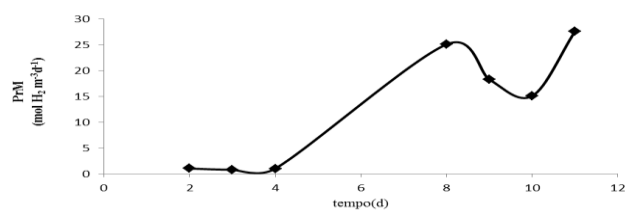


Figura 2. Produtividade molar volumétrica de biohidrogênio.

Após o oitavo dia de monitoramento, iniciou um decréscimo na produtividade molar volumétrica, isso pode estar relacionada pela competição dos micro-organismos que utilizam outras vias metabólicas para a produção de hidrogênio (ALBANEZ et al., 2016).

O máximo rendimento de hidrogênio em relação aos açúcares totais aplicados foi de $2,35 \text{ mol H}_2 \text{ Kg}^{-1}$ carboidratos totais (Figura 3). Manssouri et al. (2013) observou rendimento máximo de produção molar por carga aplicada de $2,23 \text{ mol H}_2 \cdot \text{KgAT}^{-1}$ nas mesmas condições experimentais, em um AnSBBR a partir de afluente sintético a base de sacarose.

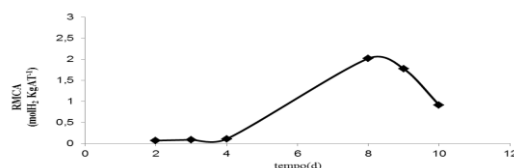


Figura 3. Rendimento molar de hidrogênio em relação a açúcares totais aplicados.

Bravo et al. (2015) e Rosa et al. (2014) obtiveram os melhores resultados para produção de biohidrogênio em reator AnSBBR em bateladas com tempo de ciclo de 4 horas.

CONCLUSÕES:

Foi possível produzir biohidrogênio a partir de água residuária de fecularia em reator AnSBBR, com resultados semelhantes ao encontrado na literatura com afluentes sintéticos.

REFERÊNCIAS

- Albarez, R. Lovato, G.; Zaiat, M.; Ratusznei, S. M.; Rodrigues, J. A. D. Optimization, metabolic pathways modeling and scale-up estimative of an AnSBBR applied to biohydrogen production by co-digestion of vinasse and molasses. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 41, n. 45, p. 20473–20484, 2016.
- Bicáková, O.; Straka, P. Production of hydrogen from renewable resources and its effectiveness. *International Journal of Hydrogen Energy*, v.37, p.11563-11578, 2012.
- Bravo, I. S. M.; Lovato, G.; Rodrigues, J. A. D.; Ratusznei, S. M.; Zaiat, M. Biohydrogen production in an AnSBBR treating glycerin-based wastewater: effects of organic loading, influent concentration, and cycle time. *Appl Biochem. Biotechnol.*v.175: p.1892–1914. 2015.
- Buitrón, G.; Carvajal, C. Biohydrogen production from Tequila vinasses in an anaerobic sequencing batch reactor: Effect of initial substrate concentration, temperature and hydraulic retention time. *Bioresource Technology*, v.101, p.9071- 9077, 2010.
- Dubois, M.; Gilles, K. A.; Hamilton, J. K.; Rebers, P. A.; Smith, F. Colorimetric method for determination sugars and related substance. *Analytical Chemistry*, v.28, 1956.
- Eaton, A. D.; Clesceri, L. S.; Greenberg, A. E. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 21th. American Public Health Association. 2005.
- Lucas, S.D.M. Produção de hidrogênio e metano em reatores anaeróbios de leito fixo em série a partir de efluente de fecularia de mandioca. *Tese (Doutorado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Programa Stricto Sensu em Engenharia Agrícola, Centro de Ciência Exatas e Tecnológicas. Cacavel, PR. 2015.*
- Manssouri, E. M. Influência da carga orgânica na produção de biohidrogênio em ASBBR com agitação tratando água residuária sintética. *Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, 2012.*
- Manssouri, M.; Rodrigues, J. A. D.; Ratusznei, S. M.; Zaiat, M. Effects of organic loading, influent concentration, and feed time on biohydrogen production in a mechanically stirred AnSBBR treating sucrose-based wastewater. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, v. 171, n. 7, p. 1832–1854, 2013.
- Novaes, L.F.; Saratt, B.L.; Rodrigues, J.A.D.; Ratusznei, S.M.; Moraes, D.; Ribeiro, R.; Zaiat, M.; Foresti, E. Effect of impeller type and agitation on the performance of pilot scale ASBR and AnSBBR applied to sanitary wastewater treatment. *Journal of Environmental Management*. v. 91, 2010.
- Peixoto, G.; Saavedra, N. K.; Varesche, M. B. A.; Zaiat, M. Hydrogen production from soft-drink wastewater in an upflow anaerobic packed-bed reactor. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 36, 2011.
- Ratusznei, S. M.; Rodrigues, J. A. D.; Camargo, E. F. M.; Zaiat, M.; Borzani, W. Feasibility of a stirred anaerobic sequencing batch reactor containing immobilized biomass for wastewater treatment. *Bioresource Technology*, v. 75, 2000.
- Rosa, P.R.F; Santos, S.C; , Sakamoto, I.K.; Varesche, M.B.A; Silva, E.L. Hydrogen production from cheese whey with ethanol-type fermentation: Effect of hydraulic retention time on the microbial community composition. *Bioresource Technology*. v.161, 2014.
- Scoma, a.; Bertin, L.; Fava, F. Effect of hydraulic retention time on biohydrogen and volatile fatty acids production during acidogenic digestion of dephenolized olive mill wastewaters. *Biomass and Bioenergy*, v. 28, 2013.
- Silva, A. J.; Hirasawa, M. B.; Varesche, M. B.; Foresti, E.; Zaiat, M. Evaluation of support materials for the immobilization of sulfate-reducing bacteria and methanogenic archaea. *Anaerobe*, v.12, 2006.
- Sreethawong, T.; Chatsiriwatana, S.; Rangsunvigit, P.; Chavadej, S. Hydrogen production from cassava wastewater using an anaerobic sequencing batch reactor: Effects of operational parameters, COD:N ratio, and organic acid composition. *International Journal of Hydrogen Energy*. v35, 2010.