

ESTUDO DO EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DE LODO NA PRODUÇÃO DE BIOGÁS VIA DIGESTÃO ANAERÓBIA

Willian Cézar Nadaleti*, Guilherme Pereira Schoeler, Vitor Alves Lourenço, Marcela Afonso, Renan de Freitas Santos

* Universidade Federal de Pelotas – williancezarnadaletti@gmail.com

RESUMO

O arroz é um componente primordial da dieta brasileira, dado que coloca o país como o segundo maior consumidor do grão do mundo. O Brasil tem estimativas de 11,38 milhões de toneladas de arroz para a safra de 2017/2018, tendo o Rio Grande do Sul como maior produtor. Cerca de 25% do arroz consumido no Brasil é do tipo parboilizado, o processo de parboilização envolve um grande volume de água, a geração de efluentes neste processo equivale a 4m³/ton de arroz processado. O efluente gerado se caracteriza por altas cargas de DQO e DBO, o que torna viável a tratamentos biológicos. A digestão anaeróbia é um processo capaz de reduzir o potencial poluidor destes efluentes e gerar energia limpa através do biogás. As estações de tratamento de efluentes da parboilização de arroz geram lodo anaeróbio em seus tratamentos biológicos, estes lodos podem ser adicionados como inóculo adicional ao processo de digestão anaeróbia, favorecendo a partida do processo, o desempenho dos biodigestores e estabilidade do sistema. Assim, a adição de inóculo é capaz de aumentar a produção de biogás. O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de duas diferentes concentrações de lodo na produção de biogás via digestão anaeróbia de efluente da produção de arroz parboilizado. Os biodigestores de volume interno total de 2,15 dm³, foram alimentados com o efluente do Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA) da Estação de Tratamento de Efluentes de uma indústria de parboilização de arroz localizada na cidade de Pelotas-RS, assim como o lodo utilizado como inóculo. Foram executadas duas triplicatas de biodigestores, onde uma recebeu uma razão de substrato:inóculo de aproximadamente 5:1, enquanto a outra foi alimentada com 2:1. Os biodigestores, operados em batelada, foram acomodados em banhos de aquecimento com termostato à 55°C por um período de 564 horas. A razão de substrato para inóculo 2:1 foi a que apresentou maior eficiência, totalizando 6,62dm³ de biogás, enquanto a de 5:1 gerou apenas 3,20dm³. A remoção de DQO no sistema 5:1 foi de 76,08%, enquanto no sistema com 2:1 foi de 68,98. O substrato utilizado apresentou pH de 3,47 nas amostras entrada, em ambos os sistemas as amostras de saída apresentaram neutralidade.

PALAVRAS-CHAVE: Biodigestão anaeróbia, efluente, arroz parboilizado, inóculo, bioenergia.

ABSTRACT

Rice is a key component of the Brazilian diet since it places the country as the second largest consumer of the world's grain. Brazil has estimates of 11.38 million tons of rice for the 2017/2018 harvest, with the Rio Grande do Sul as the largest producer. About 25% of the rice consumed in Brazil is parboiled, the process of parboiling involves a large volume of water, the generation of effluents in this process is equivalent to 4m³/ton of processed rice. The generated effluent is characterized by high COD and BOD loads, which makes biologic treatments viable. Anaerobic digestion is a process capable of reducing the polluting potential of these effluents and generating clean energy through biogas. The effluent treatment plants of parboiled rice generate anaerobic sludge in their biological treatments, these sludges can be added as an additional inoculum to the anaerobic digestion process, favouring the start of the process, the performance of the biodigesters and the stability of the system. Thus, the addition of inoculum is capable of increasing biogas production. The objective of this work was to evaluate the effect of two different concentrations of sludge on biogas production via anaerobic digestion of parboiled rice effluent. The biodigesters with a total internal volume of 2.15dm³ were fed with the effluent from the Anaerobic Upflow Reactor (RAFA) of the Effluent Treatment Station of a rice parboiling industry located in the city of Pelotas-RS, as well as the sludge used as inoculum. Two triplicates of biodigesters were performed, where one received a substrate: inoculum ratio of approximately 5:1, while the other was fed with 2:1. The batch-operated biodigesters were accommodated in thermostat-heated baths at 55°C for a period of 564 hours. The substrate ratio for inoculum 2:1 was the one with the highest efficiency, totalling 6.62dm³ of biogas, while that of 5:1 generated only 3.20dm³. The removal of COD in the 5:1 system was 76.08%, whereas in the 2:1 system it was 68.98. The substrate used had pH of 3.47 in the input samples, in both systems the exit samples presented neutrality.

KEY WORDS: Anaerobic biodigestion, wastewater, parboiled rice, inoculum, bioenergy.

INTRODUÇÃO

O arroz é um cereal característico do mercado interno brasileiro, sendo componente primordial da dieta nacional (QUEIROZ et al.; 2007). De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento, o Brasil tem estimativas de 11,38 milhões de toneladas de arroz para a safra de 2017/2018 (CONAB, 2018). O Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional do cereal, tendo a produtividade total de 8.156 quilos por hectare (IRGA, 2017).

Parte do arroz consumido no Brasil é do tipo parboilizado, o processo de parboilização assegura, através de operações unitárias, maior qualidade, um arroz polido e inteiro com maior durabilidade e riqueza de nutrientes (QUEIROZ et al., 2007). A grande demanda de mercado, ocasionou o crescimento do setor industrial responsável pelo processamento de arroz, elevando a geração de efluentes. Tendo em vista que a parboilização do arroz é um dos principais métodos de beneficiamento do grão e envolve um grande volume de água, a geração de efluentes neste processo equivale a 4m³/ton de arroz processado (BASTOS et al., 2010).

O efluente gerado pela indústria de parboilização de arroz se caracteriza por altas cargas de DQO e DBO, o que torna viável a tratamentos biológicos (ASATI, 2013). No entanto, as altas taxas de substâncias orgânicas e nutrientes como o fósforo e nitrogênio (FARIA et al., 2006; QUEIROZ et al., 2007), quando lançado em corpos hídricos sem tratamento adequado podem estimular o crescimento de organismos fotossintetizantes levando à eutrofização das águas (FARIA et al., 2006).

A digestão anaeróbia é um processo capaz de reduzir o potencial poluidor destes efluentes e gerar energia limpa através do biogás, através da ação de microrganismos que transformam compostos orgânicos complexos em substâncias como metano e dióxido de carbono (GONZAGA; BARBOSA, 2016).

As estações de tratamento de efluentes da parboilização de arroz geram lodo anaeróbio em seus tratamentos biológicos, o seu emprego como inóculo adicional ao processo de digestão anaeróbia favorece a partida do processo, o desempenho dos biodigestores e estabilidade do sistema, já que são ricos em microrganismos anaeróbios capazes de acelerar o tempo de bioestabilização (BARCELOS, 2009; STEIL, 2001).

Assim, a adição de inóculo é capaz de aumentar a produção de biogás, fornecendo ao novo substrato uma população adicional de microrganismos típicos da biodigestão anaeróbia, capaz de diminuir os custos operacionais dos biodigestores já que antecipa o início da degradação da matéria orgânica (XAVIER; JUNIOR, 2010). Além do efeito sinérgico dos microrganismos, outra vantagem apresentada pelo uso de inóculo está no melhoramento do balanço de nutrientes (BARCELOS, 2009), em contrapartida, um inóculo com baixa eficiência reflete em declínio da produção de biogás.

Estudos indicam o potencial de produção de energia térmica e elétrica capaz de promover a autossuficiência energética das indústrias de parboilização de arroz no Brasil, ocasionando redução de gastos envolvendo a compra de energia elétrica de concessionárias, com a alternativa de venda de energia sobressalente (NADALETI; PRZYBYLA, 2018).

Do exposto, esse estudo tratou da concentração de inóculo a ser empregada para biodigestão anaeróbia de efluente da produção de arroz parboilizado visando a produção de biogás.

OBJETIVOS

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de duas diferentes concentrações de lodo na produção de biogás via biodigestão anaeróbia de efluente da produção de arroz parboilizado.

METODOLOGIA

Os biodigestores foram elaborados por meio da reutilização de garrafas de Politereftalato de Etileno (PET), volume interno total de 2,15 dm³, vedados com silicone acético incolor e envolvidos com folhas finas de alumínio, com saída apenas para transporte dos gases até o medidor.

A quantificação do volume de biogás produzido foi realizada a partir do princípio do deslocamento de líquidos, através de dois frascos comunicantes. Para evitar a dissolução do CO₂ contido no biogás, os medidores receberam uma fina camada de óleo de soja acima da água.

Instalou-se entre cada medidor e seu respectivo reator um divisor de ar que quando aberto garante o escape do gás para atmosfera, fazendo com que o líquido retorne a sua marca inicial, zerando o medidor.

O efluente empregado como substrato do processo de biodigestão anaeróbia foi coletado do Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA) da Estação de Tratamento de Efluentes de uma indústria de parboilização de arroz localizada na cidade de Pelotas-RS. Assim como o lodo utilizado como inóculo, que é o principal resíduo gerado nas Estações de Tratamento de Efluentes.

Foram executadas duas triplicatas de biodigestores, onde uma recebeu uma razão de substrato:inóculo de aproximadamente 5:1, enquanto a outra foi alimentada com 2:1. Todos os reatores foram preenchidos de modo a reservar um volume de 0,45 dm³ para armazenamento do gás gerado (*headspace*).

Os biodigestores, operados em batelada, foram acomodados em banhos de aquecimento com termostato à 55°C por um período de 564 horas. As análises da Demanda Química de Oxigênio (DQO) e do Potencial Hidrogeniônico (pH) foram realizadas de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater* (APHA, 2005).

RESULTADOS

A utilização de um inóculo no processo de digestão anaeróbia pode garantir maiores produções de biogás junto ao tratamento de resíduos (XAVIER; JUNIOR, 2010) assim como uma melhor partida para produção, desempenho e estabilidade do sistema, considerando a população adaptada ao resíduo utilizado (STEIL, 2001). Porém, uma baixa eficiência por parte do inóculo poderá influir negativamente na produção de biogás, pois o mesmo ocupará um volume que poderia ser preenchido pelo substrato a ser tratado (JUNIOR; SANTOS, 2000).

A razão de substrato para inóculo que apresentou maior eficiência na produção de biogás foi a de 2:1, totalizando 6,62dm³ de biogás, enquanto a de 5:1 gerou apenas 3,20dm³. Raposo et al. (2009) verificaram uma menor produção de metano quando a relação substrato:inóculo diminuiu, indicando um possível efeito de inibição com a concentração do substrato.

Um comportamento similar pôde ser observado em reatores alimentados com substrato e inóculo oriundos de um biodigestor indiano operado com dejetos de vacas leiteiras, onde uma maior adição de inóculo permitiu maiores produções de biogás (XAVIER; JUNIOR, 2010). Em contrapartida, outros tipos de substratos e inóculos, como água residuária de suinocultura e dejetos bovinos, uma adição de apenas 5% de inóculo apresentou igual ou maior eficiência do que acréscimos de 10 e 20% (OLIVEIRA et al., 2012).

Conforme a Figura 1, é possível observar que o sistema que recebeu maior proporção de inóculo apresentou uma melhor partida de geração logo nas primeiras 12 horas. Além disso, o sistema de razão 2:1 obteve seu pico de produção com 36 horas enquanto o de razão 5:1 levou 276 horas.

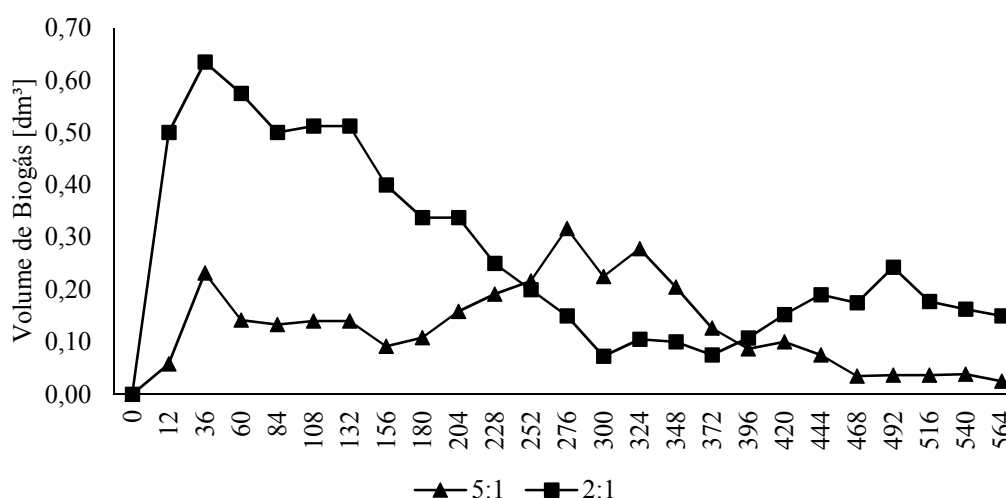


Figura 1: Gráfico do volume de biogás produzido em biodigestão anaeróbia de efluente e lodo da indústria de arroz parboilizado. Fonte: Autor do Trabalho.

O comportamento do pico de produção, característico da razão 2:1 pode ser comparado com estudos de Steil (2001), onde o uso de maior percentual de inóculo antecipou a produção de biogás em biodigestão de resíduos de corte de frangos, com cerca de 80% da produção nos primeiros dias de experimento.

Ambos os sistemas apresentaram uma DQO de entrada de 6447,45 mg/L, já que foram alimentadas com o mesmo substrato. A biodigestão anaeróbia promoveu uma remoção de 76,08% no sistema com razão de 5:1 e 68,98% no que recebeu 2 vezes mais substrato em relação ao lodo (Figura 2).

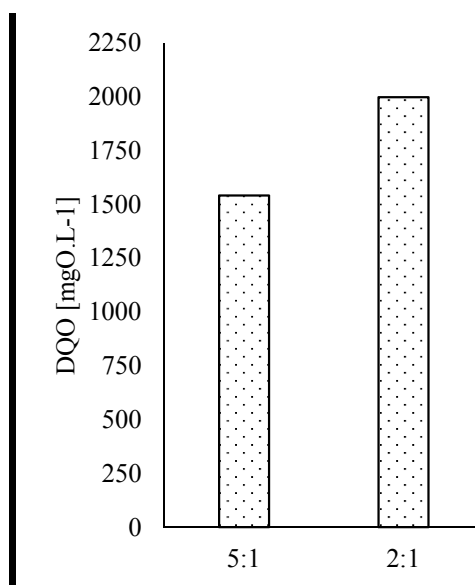


Figura 2: Resultado da análise da DQO de saída. Fonte: Autor do Trabalho.

Processos anaeróbios de tratamento relacionam diretamente a remoção de DQO com a produção de metano. Sendo assim era esperado que a carga de remoção de DQO fossem superiores nos biodigestores onde houve maior produção de biogás.

O substrato utilizado apresentou pH de 3,47, o que segundo Weiland (2010) pode ter causado inibição dos processos, já que a faixa ideal para a produção de biogás ocorre entre 7,0 e 8,0. Em ambas as razões de substrato e inóculo as amostras de saída atingiram a neutralidade.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no trabalho, a razão de 2:1 de substrato para inóculo apresenta maior eficiência no que diz respeito ao volume de biogás gerado através da digestão anaeróbia de efluente da produção de arroz parboilizado quando comparada a de 5:1.

Tendo em vista que a proporção direta entre a produção de metano e a remoção de DQO não pode ser observada no experimento, recomenda-se que em estudos futuros sejam aplicados processos de lavagem do biogás para quantificação do gás metano gerado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) & Water Environment Federation (WEF). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Introduction 4500-N A, p. 4-103, 2005; Method 5220-C, p. 5-16, 2005.
2. ASATI, S. R. Treatment of Waste Water from Parboiled Rice Mill Unit by Coagulation/Flocculation. **International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research**, v.2, n.3, 2013.

3. Barcelos, B. R. **Avaliação de Diferentes Inóculos na Digestão Anaeróbia da Fração Orgânica de Resíduos Sólidos Domésticos**. 2009. 89f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília.
4. Bastos, R. G.; Severo, M.; Volpato, G.; Jacob-Lopes, E.; Zepka, L. Q.; Queiroz, M. I. Bioconversão do nitrogênio do efluente da parboilização do arroz por incorporação em biomassa da cianobactéria *Aphanothece microscopica* Nägeli. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 5, n. 3, p. 258-264, 2010.
5. CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: V. 5 - SAFRA 2017/18 - N. 6 - Sexto levantamento. Brasília: Conab. 2018.
6. Faria, O. L. V.; Koetz, P. R.; Santos, M. S.; Nunes, W. A. Remoção de fósforo de efluentes da parboilização de arroz por absorção biológica estimulada em reator em batelada seqüencial (RBS). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.2, p.309-317, 2006.
7. Gonzaga, D. A.; Barbosa, R. C. Estimativa do tamanho mínimo de rebanho suíno para a implementação de sistema de geração de energia elétrica de 35 kwh, 150 kwh, 275 kwh e 590 kwh, usando biogás como combustível para grupos geradores. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.6, n.2, p.26-32, 2016.
8. IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. **Irga esteve presente na maior convenção de arroz das Américas**. 2017. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/7046/irga-esteve-presente-na-maior-convencao-de-arroz-das-americas>>. Acesso em 06 de maio de 2018.
9. Junior, J. L.; Santos, T. M. B. Aproveitamento de resíduos da indústria avícola para produção de biogás. Simpósio sobre Resíduos da Produção Avícola, 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia, EMBRAPA, 2000, p. 27-43.
10. Nadaleti, W. C.; Przybyla, G. Emissions and performance of a spark-ignition gas engine generator operating with hydrogen-rich syngas, methane and biogas blends for application in southern Brazilian rice industries. **Energy**, v.154, p.38-51, 2018.
11. Oliveira, M. C. R.; Marriel, I. E.; Paiva, C. A. O.; Calazans, G. M.; Cruz, J. C. Concentração de inóculo e produção de biogás em reator de batelada alimentado com água residuária de suinocultura. **Boletim de Pesquisa e desenvolvimento**, v. 48, p. 1-22, 2012.
12. Queiroz, M. I.; Lopes, E. J.; Zepka, L. Q.; Bastos, R. G.; Goldbeck, R. The kinetics of the removal of nitrogen and organic matter from parboiled rice effluent by cyanobacteria in a stirred batch reactor. **Bioresource Technology**, v.98, p.2163-2169, 2007.
13. Raposo, F., Borja, R., Martin, M. A., Martin, A., De La Rubia, M. A. & Rincón, B. Influence of inoculum-substrate ratio on the anaerobic digestion of sunflower oil cake in batch mode: Process stability and kinetic evaluation. **Chemical Engineering Journal**, v.149, n.1-3, p.70-77, 2009.
14. Steil, L. **Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbia de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos**. 2001. 127f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara.
15. Xavier, C. A. N.; Junior, J. L. Parâmetros de dimensionamento para biodigestores batelada operados com dejetos de vacas leiteiras com e sem uso de inóculo. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.2, p.212-223, 2010.