

ESTUDO DO EFEITO DAS TEMPERATURAS MESÓFIAS E TERMÓFIAS NA PRODUÇÃO DE BIOGÁS

VITOR ALVES LOURENÇO¹; GUILHERME PEREIRA SCHOELER²; RENAN DE FREITAS SANTOS³; DIULIANA LEANDRO⁴; MAURÍZIO SILVEIRA QUADRO⁵; WILLIAN CEZAR NADALETI⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – vitor.a.lourenco@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – gschoeler@outlook.com

³Universidade Federal de Pelotas – reh.8@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – diuliana.leandro@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – mausq@hotmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – williancezarnadaleti@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O arroz é alimento predominante na dieta da população de muitos países, sendo o Brasil o 7º maior produtor mundial deste cereal. Hoje, o maior produtor nacional, o Rio Grande do Sul agrega cerca de 70,8% da participação do país (IBGE, 2016). Cerca de 25% do arroz produzido no Brasil é o do tipo parboilizado. Ele contém um maior valor nutritivo, rendimento e conservabilidade (FARIA et. al, 2006). O crescimento das indústrias de alimentos pelo aumento populacional é evidente uma vez que uma maior vida útil é necessária para atender todos os consumidores. No entanto, é proporcional o crescimento de subprodutos dos processos industriais, como os efluentes, se caracterizam como grandes poluidores ambientais pela elevada carga orgânica e difícil biodegradabilidade (TONI et. al, 2014).

O processo de parboilização do arroz gera cerca de 4 litros de efluente por quilo arroz industrializado, se caracterizando por suas altas cargas de substâncias orgânicas, principalmente nitrogênio e fósforo, que associado à disponibilidade de nutrientes e ao lançamento incorreto em corpos hídricos estimula o crescimento de organismos fotossintetizantes causando eutrofização (FARIA et al, 2006). Uma das possíveis formas de tratamento é por meio da digestão anaeróbia, tecnologia consolidada em todo o mundo e fortemente utilizada em países com configuração geopolítica semelhantes ao Brasil, como China e Índia (IGONI et al, 2008; VOLTOLINI, 2011).

A digestão anaeróbia é um processo fermentativo que tem como finalidade a remoção de matéria orgânica e a formação de biogás, portanto é uma alternativa atraente para diversos casos de esgoto industrial e esgoto sanitário (LIMA, 2006). Uma das formas de operação do processo se dá através de reatores do tipo descontínuo (em batelada), onde, de acordo com OLIVEIRA (2009), a matéria orgânica a ser digerida é colocada na câmara de digestão e então fechada (selada), com saída apenas para o gás. Após o encerramento da produção de gás é feita a limpeza da câmara, um novo carregamento de material orgânico é realizado e com isso nova produção de biogás tem início.

O biogás é formado pela quebra de matéria orgânica realizada por bactérias metanogênicas, composto por gás metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) e vestígios de monóxido de carbono (CO), pode apresentar traços de nitrogênio (N), hidrogênio (H), gás sulfídrico (H_2S) e outros contaminantes em menor proporção, como os siloxanos (BARBOSA, 2011). Contendo principalmente sólidos suspensos, orgânicos biodegradáveis e patogênicos, os efluentes gerados com altas taxas de matéria orgânica são normalmente medidos

em termos de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio). Através destes parâmetros é possível avaliar o grau de perda do oxigênio natural e em consequência a contaminação do meio, assim os processos anaeróbios de tratamento acarretam na conversão de DQO para produção de metano (METCALF & EDDY, 2016).

Considerando o exposto, esse trabalho teve como objetivo a determinação da temperatura ótima para a produção de biogás através da digestão anaeróbia utilizando efluente e lodo, ambos oriundos da produção de arroz parboilizado.

2. METODOLOGIA

Os biodigestores foram desenvolvidos a partir da reutilização de garrafas de Polietereftalato de Etileno (PET), comportando um volume interno total de 2,15L. Foram instaladas conexões entre os biodigestores e os medidores para passagem do biogás produzido. As conexões, assim como as tampas, foram vedadas com silicone acético incolor, impedindo futuras perdas de biogás para a atmosfera. Para posterior controle das temperaturas internas dos biodigestores foram inseridos termômetros, através de orifícios feitos nas laterais dos recipientes, próximos ao compartimento de permanência do inóculo (lodo), também vedados. Visando a não interferência da luminosidade nos processos internos, cada biodigestor foi envolto com folhas finas de alumínio.

Os medidores foram elaborados a partir do princípio do deslocamento de líquidos. O sistema de medição constitui-se em dois frascos comunicantes, onde um dos frascos (graduado) é conectado à parte superior do reator. Para garantir, ao fim de cada medição, o retorno do líquido contido nos frascos à marca inicial, instalou-se entre cada medidor e seu respectivo reator um divisor de ar com passagem para o reator e a atmosfera. Além disso, os medidores receberam uma fina camada de óleo de soja acima da água do frasco graduado, para evitar a dissolução do CO₂ contido no biogás.

Foram montadas três triplicatas de biodigestores contendo 0,3L de lodo (inóculo) e alimentadas com 1,4L de efluente (substrato). Os volumes não preenchidos dos biodigestores funcionam como headspace, que, de acordo com SILVIUS et. al (2016), retêm as bolhas de biogás que sobem para este compartimento que armazena o gás e desloca estas para a saída do reator. O efluente utilizado para alimentar os biodigestores, assim como o lodo, foi cedido por uma indústria de arroz parboilizado localizada na cidade de Pelotas-RS, Brasil. Baseando-se na literatura, temperaturas mesófilas e termófilas foram escolhidas, 35°C, 45°C e 55°C. Os biodigestores foram acomodados em banhos de aquecimento com termostato.

Durante a execução do experimento, as medições foram realizadas diariamente em dois horários distintos, às 10 e às 17h, zerando-se o medidor a cada intervalo. As análises de DQO e pH foram realizadas no Laboratório de Análise de Águas e Efluentes do Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas, de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater* (APHA, 2005).

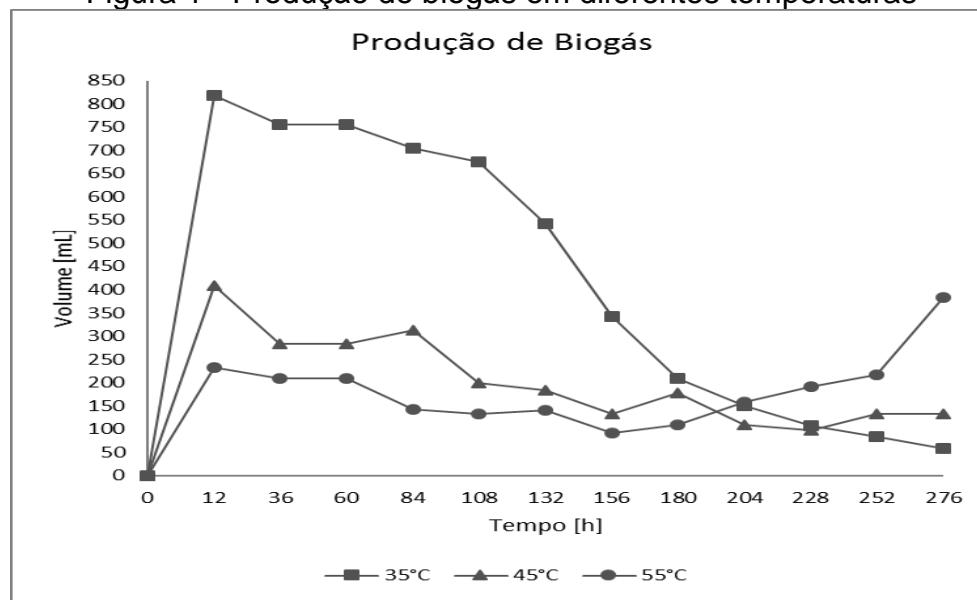
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as temperaturas o maior volume de produção de biogás se deu nas primeiras 12 horas do processo, chegando a valores maiores que todos os posteriores intervalos de 24 horas. Segundo ZEEUW; LETTINGA (1983), esta característica se deve ao fato de que a partida inicial na produção acontece em

decorrência do lodo presente no sistema, que funciona como inóculo. O uso de inóculo não somente antecipa o pico de produção de biogás como também pode aumentar o potencial efetivo da biomassa.

Dentre as três temperaturas utilizadas no experimento, o ponto com 35°C apresentou maiores volumes de biogás ao longo das 276 horas, totalizando uma produção de 5197,5mL. A geração total de biogás apresentada pelos sistemas submetidos à 45°C e 55°C exibiram resultados inferiores, com 2458,3mL e 2213,3mL, respectivamente, além de terem apresentado desde o início uma produção sem picos significativos (Figura 1).

Figura 1 - Produção de biogás em diferentes temperaturas



Devido ao fato de todos os biodigestores terem recebido a mesma alimentação, a DQO de entrada de todos os sistemas foi de 6447,45 mgO.L⁻¹ (Tabela 1). De acordo com a teoria de equivalência da produção de metano em função da remoção de DQO (METCALF & EDDY, 2016), o sistema com maior remoção de DQO foi o submetido a 35°C, com uma remoção de 87,3%, enquanto em 45°C foi obtido 80,43% de remoção, seguido pelo sistema de 55°C com 76,06%. Em relação ao pH de saída, todos os sistemas alcançaram a neutralidade (Tabela 1). Segundo AZEITONA (2012), a elevação do pH após a digestão anaeróbia se dá, geralmente, devido à acumulação de amónia durante o processo de degradação de proteínas.

Tabela 1 - Resultados das Análises

Sistema	DQO [mgO.L ⁻¹]		pH	
	Entrada	Saída	Entrada	Saída
35°C	6447,50	810,46	3,47	7,51
45°C	6447,50	1261,91	3,47	7,35
55°C	6447,50	1542,50	3,47	7,87

4. CONCLUSÕES

De acordo dos resultados obtidos no trabalho, a temperatura ideal para a produção de biogás através da digestão de efluente da produção de arroz parboilizado, nesse experimento, foi a de 35°C.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) & Water Environment Federation (WEF). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** Method 5220-C, p. 5-16, 2005.
- AZEITONA, D. C. L. **Efeitos de Pré-tratamentos Térmicos na Digestão Anaeróbia Termófila de Resíduos de Casca de Batata.** 2012. 142f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- BARBOSA, G.; LANGER, M. Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental. **Unoesc & Ciência – ACSA**, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 87-96, 2011.
- 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 sequencial (RBS). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.26, n.2, p. 309-317, 2006.
- IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.** PNSB, 2008. Acessado em 17 de set. 2016. Online. Disponível em: www.ibge.gov.br.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola.** Rio de Janeiro, v.29 n.2 p.1-79, 2016.
- IGONI, A. H.; AYOTAMUNO, M. J.; EZE, C. L.; OGAGU, S. O. T.; PROBERT, S. D. Designs of Anaerobic Digesters for Producing Biogas from Municipal Solid-Waste. **Applied Energy**, v.85, n.6, p.430-438, 2008.
- LIMA, A. B. **Pós-Tratamento de Efluente de Reator Anaeróbio em Sistema Sequencial Constituído de Ozonização em Processo Biológico Aeróbio.** 2006. 99f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Universidade de São Carlos.
- METCALF, L. EDDY, H. P. **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos**, Brasil: McGraw Hill Brasil, 2016.
- OLIVEIRA, R.D.; **Geração de energia elétrica a partir do biogás produzido pela fermentação anaeróbia de dejetos em abatedouros e as possibilidades no mercado de carbono.** 2009. 98f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação de Engenharia elétrica) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2009.
- SILVIUS, M. VOGELAAR, J. CRUZ, S. **Geração de Biogás da Vinhaça com um Novo Tipo de Reator Anaeróbio.** Portal Tratamento de Água, 07 mar. 2016.
- TONI, J. C. V. IMAMURA, K. B. LIMA, T. H. S. Caracterização física e química dos efluentes líquidos gerados na indústria alimentícia da região de Marília, SP. **Analytica**, São Paulo, v.69, p.58-66, 2014
- VOLTOLINI, C. A. **Co-digestão anaeróbia e potencial de geração de biogás de lodos de esgotos e resíduos orgânicos.** 2011. 63f. Trabalho de Conclusão (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.
- ZEEUW, W.; LETTINGA, G. Start-up of UASB-reactors. In: **Awwteuropean Symposium**, 1983, Wageningen. **Proceedings...** p. 23-25.