

## ESTUDO DA PRODUÇÃO DE BIOGÁS VIA CODIGESTÃO ANAERÓBIA DE EFLUENTE DA PRODUÇÃO DE ARROZ E RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS: RESULTADOS PRELIMINARES

VITOR ALVES LOURENÇO<sup>1</sup>; RENAN DE FREITAS SANTOS<sup>2</sup>;  
MARCELA AFONSO<sup>3</sup>; BRUNO MULLER VIEIRA<sup>4</sup>; WILLIAN CEZAR NADALETTI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – vitor.a.lourenco@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – reh.8@hotmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – marcelamafonso@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – bruno.prppg@hotmail.com

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – williancezarnadaletti@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

As perspectivas do cenário energético mundial apontam para ações que protagonizem energias renováveis, devido principalmente à escassez do petróleo e ao avanço dos estudos referentes a eficiência de energias limpas (PADOAN et al., 2015). Além da necessidade de gerar novas fontes energéticas outra problemática atual, é a necessidade de reduzir os impactos ambientais causados pela volumosa geração de resíduos das agroindústrias, da pecuária e dos centros urbanos (ZANETTI et. al, 2015).

O Brasil é um dos maiores produtores de arroz parboilizado do mundo, tendo como maior produtor nacional o Rio Grande do Sul que soma cerca de 70,8% da participação do país (IBGE, 2016). O processo de parboilização, gera a cada quilo de beneficiado cerca de 4 litros de efluente, o qual contém altas cargas de substâncias orgânicas, nitrogênio e fósforo (BASTOS, 2010), que associado a disponibilidade de nutrientes e o lançamento incorreto em corpos hídricos estimula o crescimento de organismo fotossintetizantes causando eutrofização (FARIA et. al, 2006).

A biodigestão anaeróbia surge como uma ferramenta de tratamento biológico para este tipo de efluente, capaz de reduzir o teor de matéria orgânica do efluente e biogás (CREMONEZ et. al, 2013), tendo sua produção de biogás potencializada quando operada entre 30 e 40°C (KIM et al, 2002). Dentro desse contexto a codigestão se apresenta como uma alternativa capaz de melhorar o rendimento da biodigestão anaeróbia de resíduos sólidos através da associação de diferentes resíduos orgânicos agroindustriais e efluentes que possuam características complementares (AGDAG; SPONZA, 2007), tendo como principal meta potencializar a produção de biogás (MAZARELI, 2015), a diluição e consequentemente a inibição de tóxicos e estabelecer uma relação C/N ideal para o processo (XIE et al., 2011).

Em decorrência da agroindústria, o Brasil é um país com grande fartura ao que tange a disponibilidade de resíduos sólidos ricos em matéria orgânica. Com a necessidade de dispor tal resíduo surge a aplicabilidade de tecnologias que façam uso de suas propriedades para geração de energia (SOUZA et al., 2013).

Do exposto, o objetivo deste trabalho foi determinar o potencial de geração de biogás proveniente da codigestão de efluente e lodo da produção de arroz parboilizado e cascas de banana e da codigestão de efluente e lodo da produção de arroz parboilizado e cascas de laranja.

### 2. METODOLOGIA

Os volumes utilizados na alimentação dos biodigestores foram obtidos através de um planejamento experimental 2<sup>3</sup> (Quadro 1), resultando em duas baterias de onze biodigestores, incluindo o ponto central (PC), realizado em triplicata. O efluente e o lodo utilizados foram cedidos por uma indústria de arroz parboilizado de Pelotas-RS. Já os resíduos sólidos, foram obtidos no Restaurante Universitário da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Segundo ZANETTI et. al (2015), o tamanho das partículas influencia diretamente na produção de biogás, assim como o teor de umidade, sendo assim, os resíduos sólidos foram triturados com o auxílio de um liquidificador e diluídos, a cada 100g foi adicionado 200mL de água destilada. Os biodigestores foram operados em batelada, recebendo alimentação apenas no início de seu ciclo.

Os biodigestores foram alocados em banhos de aquecimento com termostato, à 35°C. As medições foram realizadas a cada 12 horas por um período de sete dias. As análises foram realizadas no Laboratório de Águas e Efluentes da Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim da UFPEL. A determinação do teor de Matéria Orgânica foi realizada pelo método da mufla (GOLDIN, 1987). As análises de Nitrogênio Kjeldahl (NTK), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Potencial Hidrogeniônico (pH), foram realizadas com base na metodologia encontrada em *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater* (APHA et. al, 2005).

Quadro 1 – Volumes de Alimentação dos Biodigestores

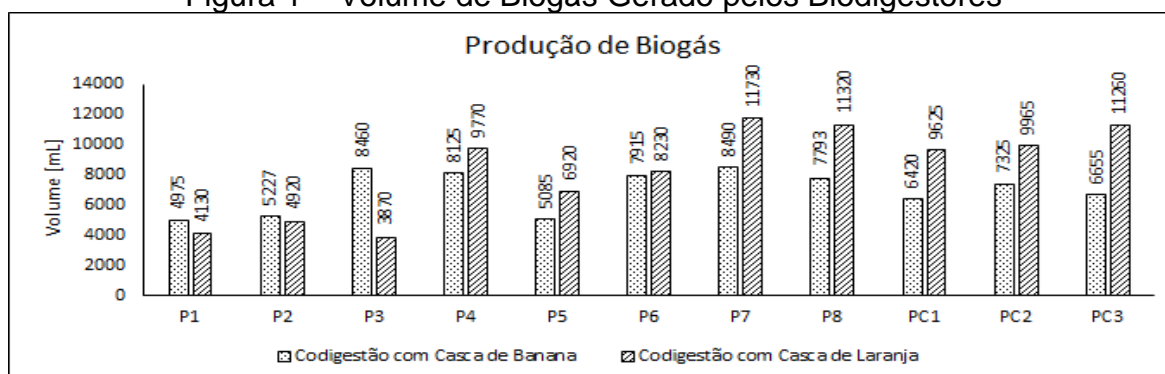
Alimentação dos Biodigestores [mL]				
Ponto	Efluente de Arroz	Resíduo Sólido	Lodo de Arroz	Água Destilada
P1	680	170	340	510
P2	850	170	340	340
P3	680	340	340	340
P4	850	340	340	170
P5	680	170	510	340
P6	850	170	510	170
P7	680	340	510	170
P8	850	340	510	0
PC	765	255	425	255

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar do banho de aquecimento utilizado no experimento possuir termostato, a temperatura no interior dos biodigestores chegou em alguns momentos a 40°C. É importante ressaltar que caso essas variações tenham ocorrido de maneira brusca, é possível que tenha acarretado em perdas de até 30% na produção do biogás, já que as bactérias metanogênicas apresentam alta sensibilidade a variações rápidas que excedam 2°C (DEUBLEIN; STEINHAUSER, 2008).

Como pode ser observado na Figura 1, ambos os biodigestores operados com a alimentação P7 apresentaram maior eficiência dentro de seu respectivo tipo de resíduo sólido, porém o biodigestor alimentado com a casca da laranja obteve um volume significativamente maior, com 11730mL gerados ao longo das 168 horas de experimento, contra 8490mL de BP7. Em geral os reatores que receberam a casca de laranja alcançaram produções maiores que os que receberam a casca da banana. Os reatores que receberam alimentação referente aos pontos centrais apresentaram uma média de produção de 6800mL com um desvio padrão de 383,43, quando alimentados com casca de banana, e média 10283,33mL com desvio padrão de 704,42, quando alimentado com casca de laranja. Tal variação pode ser atribuída a erros humanos durante a alimentação ou a vazamentos no sistema de medição de biogás.

Figura 1 – Volume de Biogás Gerado pelos Biodigestores



Os pontos alimentados com casca de banana apresentaram relação C/N entre 24,3 e 25,0, já os alimentados com casca de laranja de 28,2 à 30,7. Ensaios realizados por ZANETTI et. al (2014), demonstram que ao se comparar a produção de biogás de composições com uma relação C/N entre 20 e 30, os melhores resultados são obtidos em misturas que possuam uma razão de 30:1.

Os processos anaeróbios de tratamento relacionam diretamente a remoção de DQO com a produção de metano (METCALF; EDDY, 2016), sendo assim os biodigestores que removeram maiores cargas de DQO foram os alimentados com laranja, com uma média de aproximadamente 4400 mgO.L<sup>-1</sup> removidas, porém as maiores eficiências em termos de remoção de DQO foram apresentados pelos biodigestores com casca de banana, em torno de 90% (Quadro 2). Pode-se supor que essa diferença ocorre pelo fato da codigestão com casca de laranja possuir uma maior carga de matéria orgânica em sua entrada. Quanto ao pH, pode-se afirmar que em todos os biodigestores o processo de codigestão anaeróbia acarretou em neutralização do mesmo (Quadro 2).

Quadro 2 – Resultados das Análises de DQO e pH

Quadro 2 - Resultados das Análises de DQO e pH													
DQO [mgO.L <sup>-1</sup> ]								pH					
	Entrada	Saída	R. [%]		Entrada	Saída	R. [%]		Entrada	Saída			
BP1	3438,02	675,85	80,34	LP1	3364,55	1300,28	61,35	BP1	4,35	7,75	LP1	3,60	7,76
BP2	3805,33	896,24	76,45	LP2	3584,94	1300,28	63,73	BP2	4,20	7,65	LP2	3,51	7,66
BP3	5054,18	602,39	88,08	LP3	5862,26	4606,06	21,43	BP3	4,45	7,93	LP3	3,80	5,45
BP4	4466,48	308,54	93,09	LP4	9674,93	4495,87	53,53	BP4	4,57	8,08	LP4	3,72	5,56
BP5	3070,71	161,62	94,74	LP5	4172,64	859,05	79,40	BP5	4,36	7,59	LP5	3,54	7,84
BP6	4025,71	308,54	92,34	LP6	5818,18	1529,60	73,71	BP6	4,23	7,61	LP6	3,78	7,70
BP7	5054,18	367,31	92,73	LP7	9454,55	2644,63	72,03	BP7	4,59	7,84	LP7	3,86	7,69
BP8	4686,87	808,08	82,76	LP8	10115,7	3636,36	64,05	BP8	4,54	8,07	LP8	3,94	7,10
BPC1	3511,48	440,77	87,45	LPC1	6809,92	1652,89	75,73	BPC1	4,52	8,22	LPC1	3,89	7,71
BPC2	3952,25	367,31	90,71	LPC2	6148,76	991,74	83,87	BPC2	4,65	8,29	LPC2	3,94	7,82
BPC3	4025,71	734,62	81,75	LPC3	7471,07	991,74	86,73	BPC3	4,40	8,27	LPC3	3,87	7,80

#### 4. CONCLUSÕES

A associação do efluente de arroz com a casca de laranja apresentou melhor eficiência em termos de produção de biogás, possivelmente por ter proporcionado uma melhor relação entre carbono e nitrogênio para a atividade metanogênica, com valores próximos a uma razão C/N de 30:1.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGDAG, O.; SPONZA, D. Co-digestion of mixed industrial sludge with municipal solid wastes in anaerobic simulated landfilling bioreactors. **Journal of Hazardous Materials**, v.140, n.1-2, p.75-85, 2007.

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.

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. **Revista Ambiente e Água**, v. 5, n. 3, 2010.

CREMONEZ, P. A.; FEIDEN, A.; ZENATTI, D. C.; CAMARGO, M. P.; NADALETI, W. C.; ROSSI, E.; ANTONELLI, J. Biodigestão Anaeróbia no Tratamento de Resíduos Lignocelulósicos. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 2, p. 21-35, 2013.

DEUBLEIN, D.; STEINHAUSER, A. **Biogas from waste and renewable resources: an introduction**. Weinheim Wiley-VCH, 2008.

FARIA, O. L. V.; KOETZ, O. 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). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.2, p.309-317, 2006.

GOLDIN, A. Reassessing the use of loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 18, n. 10, p. 1111-1116, 1987.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro, v.29 n.2 p.1-79, 2016.

KIM, M.; AHN, Y.; SPEECE, R. Comparative process stability and efficiency of anaerobic digestion; mesophilic vs. thermophilic. **Water Research**, v.36, p.4369-4385, 2002.

MAZARELI, R. C. S. **Co-Digestão Anaeróbia de Resíduos Vegetais e Águas Residuárias de Suinocultura em Reatores Horizontais de Leito Fixo e Alta Taxa**. 2015. 91f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropécua) - Programa de Pós-graduação em Microbiologia Agropécua, Universidade Estadual Paulista.

METCALF, L. EDDY, H. P. **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos**, Brasil: McGraw Hill Brasil, 2015.

PADOAN, M. R.; HOPFNER, S. A.; MONTAGNOLI, M. S.; SELLIN, N.; MARANGONI, C.; SOUZA, O. Produção de Etanol por Levedura Flocculante Empregando como Substrato os Resíduos Polpa e Cascas de Banana Madura. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Química – COBEQ**, 20., Florianópolis. **Anais...** São Paulo: Blucher, 2015. p.6217-6224.

SOUZA, O.; FISCHER, G. A. A.; SOUZA, E. L. de S.; SELLIN, N.; MARANGONI, C. Produção de Biogás a Partir de Resíduo Agrícola da Bananicultura. In: **Simpósio Internacional Sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais**, 3., São Pedro, 2013. **Anais...** Acessado em 29 de out. 2017. Online. Disponível em: [http://www.sbera.org.br/3sigera/obras/in\\_pro\\_01\\_OzairSouza.PDF](http://www.sbera.org.br/3sigera/obras/in_pro_01_OzairSouza.PDF)

XIE, S.; LAWLOR, P. G.; FROST, J. P.; HU, Z.; ZHAN, X. Effect of pig manure to grass silage ratio on methane production in batch anaerobic co-digestion of pig manure and grass silage. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v.102, n.10, p.5728–5733, 2011.

ZANETTI, A.; ARRIECHE, S.; SARTORI, D. J. M. Estudo Da Composição Ótima de Diferentes Resíduos Orgânicos para a Produção de Biogás. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Química – COBEQ**, 20., Florianópolis. **Anais...** São Paulo: Blucher. p.6217-6224.