

## POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DA CODIGESTÃO DE EFLUENTE DAS ARROZEIRAS DE PELOTAS E GLICEROL

VITOR ALVES LOURENÇO<sup>1</sup>; GUILHERME PEREIRA SCHOELER<sup>2</sup>; RENAN DE  
FREITAS SANTOS<sup>3</sup>; ANDERSON GABRIEL CORRÊA<sup>4</sup>; VICTORIA HUCH  
DUARTE<sup>5</sup>; WILLIAN CÉZAR NADALETI<sup>6</sup>

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

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – guilherme.schoeler@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – reh.8@hotmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – andersoncorrea560@gmail.com

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

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – williancezarnadaleti@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

NADALETI (2019) destaca em seus estudos que o potencial de produção de energia a partir de efluentes e cascas de indústrias de parboilização de arroz no Brasil é capaz de promover a autossuficiência energética deste setor. O grão representa um importante componente da economia nacional, tendo fechado a safra de 2017/18 com cerca de 12 milhões de toneladas de arroz produzidos (CONAB, 2019), sendo o estado do Rio Grande do Sul (RS) o maior produtor nacional (IBGE, 2018). Nesse contexto, torna-se pertinente explorar a produção de biocombustíveis oriundos de subprodutos da indústria arrozeira, estudando o potencial de produção destes no estado do Rio Grande do Sul, assim como seu potencial de geração de bioenergia.

Suas fontes se apresentam na forma de biomassa de culturas e resíduos agrícolas, resíduos sólidos urbanos e efluentes com alto teor de matéria orgânica. A conversão da biomassa em biocombustível se dá, por exemplo, na digestão anaeróbia destes compostos para geração de biogás, ou na transesterificação de lipídios para produção de biodiesel (MATHIOUDAKIS et al., 2017; SRINUANPAN; CHEIRSILP; PRASERTSAN, 2018).

No que diz respeito aos biocombustíveis líquidos, a produção vem ocorrendo por meio do uso de diferentes matérias-primas agrícolas de culturas oleaginosas e leguminosas para obtenção de bioetanol e biodiesel (GONZÁLEZ-GONZÁLEZ et al., 2018). Dentre as técnicas utilizadas para a produção do biodiesel a mais comum é a transesterificação dos óleos extraídos das biomassas para obtenção de Ácidos Graxos, tal processo garante a redução da viscosidade e eleva a volatilidade, características presentes no óleo diesel (LIMA FILHO et al., 2017). Na transesterificação um triglicerídeo reage com um álcool de cadeia curta na presença de uma base ou ácido forte (catalisador), produzindo uma mistura de ésteres de ácidos graxos (biodiesel) e glicerina - um subproduto (VISENTAINER, 2013). O beneficiamento de arroz oferece uma fonte de triglicerídeos de baixo custo capaz de promover a produção de biodiesel (SINHA; AGARWAL; GARG, 2008). SINHA, AGARWAL e GARG (2008) relatam que o óleo vegetal de farelo de arroz produz um biodiesel com excelentes propriedades físico-químicas, devido aos seus antioxidantes naturais (SINHA; AGARWAL; GARG, 2008).

A glicerina bruta contém aproximadamente 95% de glicerol em sua composição, sendo que para cada 10 Kg de biodiesel produzido é gerado cerca de 1 Kg de glicerol (FONTINELE et al., 2017; SILVA; SOUZA; ANTERO, 2017), ou seja, o aumento significativo na produção de biodiesel na última década resultou na acumulação de grandes quantidades do subproduto, fazendo com que sejam necessárias novas alternativas para sua utilização (D'AUREA et al., 2017;

SILVA; SOUZA; ANTERO, 2017). Nessa conjuntura, a digestão anaeróbia se evidencia como uma alternativa favorável para a aplicação de glicerol, através da codigestão deste subproduto com outros substratos orgânicos para a obtenção de biogás. O processo ocorre através da complexa interação de microrganismos capazes de degradar a matéria orgânica presente no sistema e convertê-la, principalmente, em metano e dióxido de carbono (SCHIWINGEL et al., 2016). O incremento do glicerol pode favorecer a digestão anaeróbia ao ser utilizado pelos microrganismos para obtenção de energia, melhorando a razão entre carbono e nitrogênio (C/N) e elevando a produção de biogás e metano (CH<sub>4</sub>) (KURAHASHI et al., 2017).

Desse modo o objetivo desse trabalho foi determinar o potencial de produção de metano e energia elétrica das indústrias da parboilização de arroz do município de Pelotas-RS via codigestão anaeróbia do efluente da parboilização e do glicerol do biodiesel metílico de óleo vegetal de farelo de arroz em comparação a digestão individual do efluente.

## 2. METODOLOGIA

Com base nos dados disponíveis nas licenças de operação das indústrias arrozeiras de Pelotas concedidas pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), quanto a vazão máxima de efluente de cada empreendimento do ramo, foi realizada a quantificação do potencial de produção de metano a partir de três metodologias distintas a partir da digestão anaeróbia do efluente (859,50 Kg/m<sup>3</sup> de DQO) em reatores UASB à 35 °C: SPEECE (2001), METCALF; EDDY (2003) e UNFCCC (2012). Por fim, para determinar o potencial de produção de metano via codigestão do efluente com 1% de glicerol foi utilizada a proporcionalidade de 5,3945:1,000 (digestão:codigestão) obtida por LOURENÇO (2019) quanto a potencialização da atividade metanogenica do lodo do UASB da parboilização de arroz ao adicionar 1% do glicerol da transesterificação metílica do biodiesel de óleo vegetal de farelo de arroz.

Já o potencial de geração de energia elétrica a partir da queima do metano foi obtida através das seguintes equações:

$$CE = \bar{Q} * LCV \quad (1)$$

Onde:

CE<sub>CH<sub>4</sub></sub>: produção de energia química (MJ.d<sup>-1</sup>);

$\bar{Q}_{CH_4}$ : volume de combustível (m<sup>3</sup>.d<sup>-1</sup>);

LCV<sub>CH<sub>4</sub></sub>: poder calorífico inferior do biocombustível (MJ.m<sup>-3</sup>).

$$E = CE * \eta M * C \quad (2)$$

Onde:

E: produção de energia (kW.d<sup>-1</sup>);

$\eta M$ : eficiência do motor (%), igual a 45 para energia elétrica para o motor CHP alimentado com metano (SILVEIRA et al., 2019);

C: conversão de MJ para kWh.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados levantados nesse estudo o município de Pelotas possui ao todo quatro indústrias de parboilização de arroz, totalizando uma produção mensal de 2,08E+05 toneladas do grão com vazão máxima de 2,61E+03 m<sup>3</sup> de efluente ao dia. A partir desses dados foi determinado o potencial

de geração de metano e energia elétrica via digestão e codigestão anaeróbia que constam na Figura 1:

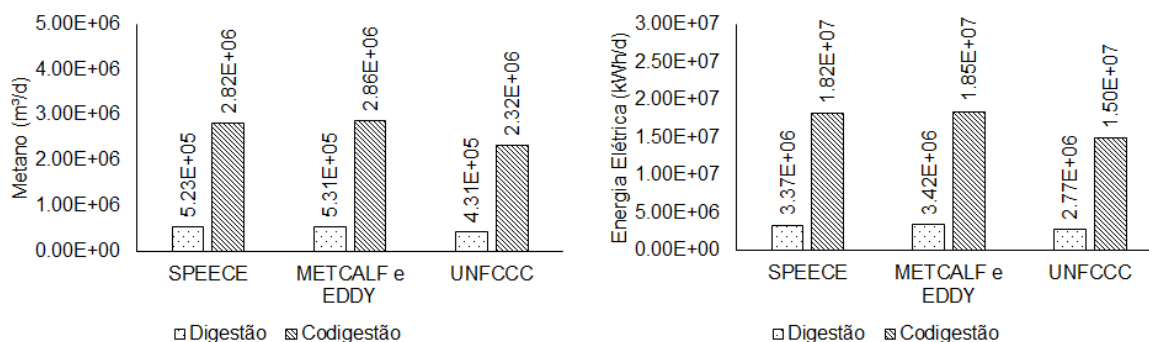


Figura 1 – Potencial de produção de metano e geração de energia elétrica.

SILVEIRA et al. (2019) determinou o potencial de geração de energia química, térmica e elétrica da produção de biogás e gás de síntese dos efluentes e resíduos produzidos nas mais importantes indústrias de arroz em Pelotas e região. Ao todo os autores incluíram 10 indústrias em seu estudo, totalizando 2.2E+03 m³ de efluente gerado ao dia com potencial de produção de 1.8E+06 Nm³ de metano. O estudo determinou ainda que a energia elétrica necessária para o beneficiamento de arroz na região era de 2.74E+06 kWh/dia. Considerando os dados relevados pelos autores, o potencial das quatro indústrias de parboilização localizadas em Pelotas para geração de energia via digestão e codigestão, abordadas no presente estudo, são capazes de promover a autossuficiência energética do setor não somente do município, mas como de toda a região, com elevado excedente quando considerada a codigestão do efluente com o glicerol.

#### 4. CONCLUSÕES

Esse estudo revelou alto potencial de geração de energia elétrica através da produção de metano via codigestão anaeróbia do efluente da parboilização de arroz e glicerol metílico da transesterificação do óleo de arroz, de até 1.85E+07 kWh/dia, com capacidade de promover a autossuficiência do setor com elevado excedente.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: V. 6 - SAFRA 2018/19 - N. 4 - Quarto levantamento**. Brasília: Conab, 2019.
- D'AUREA, A. P.; EZEQUIEL, J. M. B.; D'AUREA, E. M. O.; SANTOS, V. C.; FÁVARO, V. R.; HOMEM JUNIOR, A. C.; ALMEIDA, M. T. C.; PEREZ, H. L. Glicerina bruta associada à ureia na terminação de bovinos: consumo, desempenho e características da carne. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.69, n.1, p.165-172, 2017.
- FONTINELE, G. S. P.; LEITE, S. C. B.; CORDEIRO, C. N.; GOULART, C. C.; COSTA, A. C.; NEVES, J. O.; SILVA, J. D. B. Glycerin from biodiesel in the feeding of red-egg layers. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.38, n.2, p.1009-1016, 2017.
- GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, L. M.; CORREA, D. F.; RYAN, S.; JENSEN, P. D.; PRATT, S.; SCHENK, P. M. Integrated biodiesel and biogas production from

microalgae: Towards a sustainable closed loop through nutrient recycling. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.82, part 1, p.1137-1148, 2018.

KURAHASHI, K.; KIMURA, C.; FUJIMOTO, Y.; TOKUMOTO, H. Value-adding conversion and volume reduction of sewage sludge by anaerobic co-digestion with crude glycerol. **Bioresource Technology**, v.232, p.119-125, 2017.

LIMA FILHO, L. R.; GOUVEIA, L. G. T.; RUZENE, D. S.; SILVA, D. P. Revisão: biodiesel – gases emitidos, produção e sua influência na matriz energética brasileira. **Anais do IX Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe** (2017), p.559- 567.

LOURENÇO, V. A. **Produção de biocombustíveis a partir de subprodutos, resíduos e efluentes da indústria arrozeira: Biodiesel e metano**. 2019. 67f. Projeto de Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas 2019.

MATHIOUDAKIS, V.; GERBENS-LEENES; P.W.; VAN DER MEER, T.H.; HOEKSTRA; A.Y. The water footprint of second-generation bioenergy: A comparison of biomass feedstocks and conversion techniques. **Journal of Cleaner Production**, v.148, p.571-582, 2017.

METCALF&EDDY Inc. **Wastewater Engineering treatment Disposal Reuse**. 4. ed.

NADALETI, W. C. Utilization of residues from rice parboiling industries in southern Brazil for biogas and hydrogen-syngas generation: Heat, electricity and energy planning. **Renewable Energy**, v.137, p.55-72, 2019.

New York, McGraw - Hill Book, 1815p. 2003.

Press, Nashville, Tennessee, 394 p. 2001.

SCHIWINGEL, A. W.; ORRICO, A. C. A.; ORRICO JUNIOR, A. P. O.; SUNADA, N. S. S.; CENTURION, S. R. Desempenho da co-digestão anaeróbia de dejetos suínos com inclusão de glicerina bruta. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, n.4, p.778-783, 2016.

SILVA, D. B.; SOUZA, B. R.; ANTERO, R. V. P. Produção biotecnológica de produtos de valor agregado utilizando glicerol residual proveniente da síntese de biodiesel. **Evidência**, v.17, n.2, p. 63-86, 2017.

SILVEIRA, A.R.R.; NADALETI, W.C.; PRZYBYLA G. ET AL., Potential use of methane and syngas from residues generated in rice industries of Pelotas, Rio Grande do Sul: thermal and electrical energy. **Renewable Energy**, v.134, p.1003-16, 2019.

SINHA, S.; AGARWAL, A. K.; GARG, S. Biodiesel development from rice bran oil: Transesterification process optimization and fuel characterization. **Energy Conversion and Management**, v.49, p.1248-1257, 2008.

SPEECE, R. E. **Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewaters**. Archae

SRINUANPAN, S.; CHEIRSILP, B.; PRASERTSAN P. Effective biogas upgrading and production of biodiesel feedstocks by strategic cultivation of oleaginous microalgae. **Energy**, v.148, p.766-774, 2018.

UNFCCC. **Approved Methodologies for Small Scale CDM Project Activities. Type III, AMS III.H Methane recovery in wastewater treatment (Version 16.0)**, 2012. Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/4ND00PCGC7WXR3LOLOJTS6SVZP4NSU>>. Acesso em: 18 mar. 2018.