

## Acta Iguazu

ISSN: 2316-4093

### Biodigestão anaeróbia de manipueira com adição de glicerol em faixa termofílica

Lara Talita Schneider<sup>1</sup>, Anderson Rodrigo Heydt<sup>2</sup>, Gabriela Bonassa<sup>1</sup>, Paulo André Cremonez<sup>3</sup>, Joel Gustavo Teleken<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Cascavel. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia de Energia na Agricultura. Endereço: Rua Universitária, 2069 – Jardim Universitário, Cascavel – Paraná, CEP 85819-110, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharias e Exatas. Endereço: Rua Pioneiro, 2153, Palotina – Paraná, CEP: 85950-000, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Cascavel. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Endereço: Rua Universitária, 2069 – Jardim Universitário, Cascavel – Paraná, CEP 85819-110, Brasil.

E-mail: laarats@gmail.com, andersonrheydt@gmail.com, gabrielabonassa@gmail.com, pacremonez@gmail.com, joelteleken@gmail.com

**Resumo:** Com a crise e instabilidade de preços do petróleo, houve uma expansão pela busca e desenvolvimento de fontes alternativas de geração de energia não dependentes de combustíveis fósseis, e neste contexto a biodigestão anaeróbia é considerada uma fonte de energia limpa, pois consiste no processo biológico de degradação da matéria orgânica para a geração do biogás. O objetivo do trabalho foi à avaliação do incremento de diferentes cargas de glicerol em resíduos de fecularia visando à eficiência na remoção de sólidos presentes. Os experimentos foram realizados em reatores de bancadas, confeccionados de PVC apresentando uma sazonalidade de batelada, com resíduo líquido de fecularia e adição de glicerol, resíduo este gerado na produção de biodiesel. O experimento que apresentou maior eficiência em remoção de sólidos totais com 75,94 % foi o experimento com adição de 7 % de glicerol.

**Palavras-chave:** biogás, tratamento de resíduo, sólidos totais.

### Anaerobic digestion of cassava with addition of glycerol in thermophilic

**Abstract:** With the oil crisis, the world turned a frantic search for alternative sources of power generation, not dependent on fossil fuels. Anaerobic digestion is considered a source of clean energy, as is the biological process of degradation of organic matter for the generation of biogas. The main objective of this study was to evaluate the development of different loads of glycerol starch manufacturer of waste aimed at efficiency in the removal of solids present. The experiments were performed on benches reactors, made of PVC having a boatload of seasonality, with liquid waste processing undertaking with the addition of glycerol, and waste generated by biodiesel production. The experiment showed that

greater efficiency in removal of total solids with 75.94 % was the experiment with the addition of 7 % glycerol.

**Key words:** biogas, waste treatment, total solids.

### Introdução

A crescente geração de resíduos agroindustriais impulsiona estudos voltados a formas de reaproveitamento e diminuição do impacto causado pela disposição incorreta destes no meio ambiente. Como possível solução para gerenciamento destes resíduos, destaca-se a biodigestão anaeróbia, processo que consiste na degradação da matéria orgânica na ausência de oxigênio, gerando majoritariamente metano (CH<sub>4</sub>), hidrogênio (H<sub>2</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (DEMIRER e CHEN, 2005; CHEN et al., 2016).

A biodigestão anaeróbia é um processo que ocorre de forma natural em ausência de oxigênio, onde há a degradação da matéria orgânica em quatro etapas distintas: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese. Além do biogás, no final do processo tem-se a biomassa fermentada na forma líquida, denominada biofertilizante, sendo este rico em matéria orgânica e apto a ser utilizado na fertilização de culturas energéticas (LATTIEFF, 2016).

Os resíduos utilizados na biodigestão anaeróbia são denominados de biomassa, as quais são matérias orgânicas oriundas de animais e plantas (NREL, 2009). A utilização da biomassa possui diversas vantagens, podendo ser utilizada na para geração de energia, como hidrogênio, biogás, bioetanol as quais são considerados fontes de energia limpa.

A manipueira é um resíduo gerado através do processamento da mandioca por meio da prensagem da massa ralada, para produção de farinha ou amido. É rica em macro e micronutrientes, tais como minerais e carboidratos, possuindo também concentrações significativas de glicosídeos cianogênicos, como a linamarina (CASSONI e CEREDA, 2011; NASU et al., 2015).

A cada tonelada de raiz processada de mandioca, são gerados aproximadamente de 267 a 419 litros de manipueira (DEL BIANCHI, 1998). A composição da manipueira pode variar de acordo com a tecnologia utilizada no processamento da mandioca.

O glicerol é um subproduto gerado na transesterificação de óleos vegetais para obtenção de biodiesel, biocombustível este que vem ganhando atenção devido à instabilidade dos preços do petróleo, emissões de gases de efeito estufa e alterações climáticas ocasionadas pelo uso de combustíveis fósseis. Este subproduto possui em sua

composição glicerol bruto, álcalis, ésteres metílicos, etanol/metanol e água, sendo que devido a esta composição e a alta concentração de carbono apresenta-se como matéria-prima promissora como substrato aos microrganismos (URQUIAGA et al., 2005; MARU et al., 2016; KLEIN et al., 2016).

O glicerol (glicerina ou 1,2,3-propanetriol) é gerado na quantidade de aproximadamente 10 kg a cada 100 kg de biodiesel, este é considerado um álcool, viscoso, isento de cor e odor. A geração de glicerol tem aumentado em decorrência da grande síntese do biodiesel, e concomitantemente a isto se intensifica a busca por possíveis tecnologias para gerenciar o grande volume produzido. O glicerol residual possui elevado teor de impurezas, em torno de 20 %, dificultando-se a purificação do mesmo, onde uma alternativa para esse impasse seria a adequação do resíduo ao processo de biodigestão anaeróbia, porém, devido à elevada demanda química de oxigênio (DQO) aconselha-se a utilização de pequenas quantidades, na codigestão com outros resíduos (PACHAURI e HE, 2006; SILES LÓPEZ et al., 2009; ANDRIAMANOHIARISOAMANANA et al., 2016).

Segundo Reyes et al. (2016), a adição de 1 % de glicerol a resíduos sólidos municipais, maximizou a produção de metano.

Tendo em vista a necessidade de gerenciamento do grande volume de manipueira e glicerol gerados em agroindustriais, o principal objetivo do presente trabalho foi avaliar o incremento de diferentes cargas de subprodutos da geração de biodiesel (glicerol) em resíduos de fecularia visando à maximização da eficiência na remoção de sólidos presentes nos mesmos via biodigestão anaeróbia. No processo foram utilizados três subprodutos: o inóculo de suíno, a manipueira e glicerol.

### **Material e métodos**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Produção de Biocombustíveis, na Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina. Foram utilizados dez biodigestores horizontais, confeccionados em PVC, com altura de 50 cm, largura de 10 cm e capacidade útil de 3,2 L., operados em regime batelada.

Na Figura 1, observam-se os biodigestores utilizados no processo.



**Figura 1.** Biodigestores utilizados no processo de biodigestão anaeróbica.

Para realização do experimento, utilizou-se resíduos de diferentes cadeias agroindustriais, resíduo líquido de fecularia (manipueira) e glicerol. Adicionou-se 20 % de inóculo (suíno) do volume útil do reator. Os demais 80 %, foram preenchidos com manipueira e submetidos a adições diferenciadas de glicerol que variaram entre 0,1,3,5 e 7 %, sendo realizados em triplicada.

O tempo total de realização de todo o processo foi 12 dias, que por ser conduzido em faixa termofílica apresenta uma aceleração na degradação realizada pelos microrganismos.

Todo o processo foi conduzido a temperaturas na faixa termofílica. Os reatores foram mantidos em 2 incubadoras sob a temperatura média de 45 °C ( $\pm 1,0$  °C). As incubadoras foram confeccionadas com casco térmico e termostato digital marca FullGauge®, modelo TIC-17RGTi, para o controle da temperatura e definição de set-point juntamente com um segundo termômetro digital independente com objetivo de monitorar a temperatura interna das estufas. Todo o sistema de captação do efluente digerido e coleta do biogás foram construídos externamente às estufas.

Na Figura 2, observa-se o sistema completo da estufa em qual o processo de biodigestão foi mantido.



**Figura 2.** Sistema completo para a biodigestão anaeróbia.

A análise de Sólidos foi realizada por meio do método gravimétrico com a utilização da estufa, mufla e dessecador. Primeiramente, realizou-se a pesagem dos cadinhos vazios, que foram mantidos em mufla de 50 min a 2 horas, aproximadamente. Após este período, os cadinhos foram retirados e deixados no dessecador para esfriar, em sequência adicionou-se aos cadinhos 20 mL da amostra, que foram encaminhados a estufa por 24 horas. Após as 24 horas os cadinhos foram retirados e pesados, obtendo-se o resultado dos sólidos totais. Para os resultados de sólidos fixos, os cadinhos após serem pesado foram levados novamente na mufla de 50 min a 2 horas, após esse tempo os mesmos foram pesados, obtendo-se os resultados dos sólidos totais fixo. Já os sólidos totais voláteis foram obtidos através da diferença da subtração dos sólidos totais pelos sólidos totais fixos.

### **Resultados e discussão**

Na Tabela 1, pode-se visualizar os resultados de sólidos totais, sólidos totais fixos e voláteis de todo o processo, além do percentual de remoção total. Observa-se que o experimento que apresentou maior eficiência foi o teste 5, com adição de 7 % de glicerol, com 75,94 % da remoção total dos sólidos, 74,29 % de sólidos totais fixos e 77,53 % de sólidos totais voláteis. Já o experimento que não apresentou resultados satisfatórios foi o teste 2, com adição de 1 % de glicerol, apresentando remoção de 60,56 % dos sólidos totais presentes, 52,16 % de sólidos totais fixos e 68,53 % de sólidos totais voláteis.

**Tabela 1.** Entrada e saída de sólidos totais (ST), sólidos totais fixos (STF), sólidos totais voláteis (STV) e também a remoção (%) total

Experimentos	Afluente			Efluente			Remoção (%)
	ST	SF	SV	ST	SF	SV	
1	53,088	24,288	28,8	37,28	15,68	21,6	69,92
2	90,487	42,631	47,856	55,2	22,24	32,8	60,56
3	166,765	79,318	87,477	118,72	55,36	63,36	71,33
4	240,088	116,005	124,083	162,88	77,28	85,6	67,81
5	314,887	152,692	162,195	239,36	113,44	125,76	75,94

Siqueira (2012), ao analisar adição de glicerina bruta em resíduos de bovinos apresentou resultados de maior redução de sólidos voláteis com adição de 2 % de glicerina bruta (61,60 %), e a menor ocorreu no tratamento de controle de 18,17 % sem adição de glicerina bruta. Ressaltando que o experimento realizado pelo mesmo foi realizado em fase mesofílica.

Cremones (2015) ao analisar o glicerol como aditivo em resíduo de suíno, obteve melhores resultados com adição de 3 % de glicerol com uma remoção de 76,86 % de sólidos totais e 80,54 % de sólidos totais voláteis, ele também analisou a adição de polímero orgânico a base de fécula de mandioca (PBM). As eficiências de remoção de sólidos, tanto totais quanto voláteis, foram mais elevadas nos tratamentos utilizando adição de PBM em concentrações de 1 e 3 % .O mesmo autor apresenta também que com adição de 1 e 3% de PBM apresentou respectivamente remoção de 84,99 % e 87,89 % de sólidos totais e 88,17 % e 91,70% de sólidos totais voláteis.

Pode-se observar que na utilização de manipueira como substrato e glicerol com aditivo, os melhores resultados foram obtidos com adições de 7 %, não podemos considerar que adições acima de 7 % sejam favoráveis à remoção de sólidos, pois o valor máximo estudado foi de 7 %.

Com estudo realizado, a adição tanto de glicerol e PBM, separadamente, apresentou melhores resultados com baixas porcentagens adicionadas, já quando utilizadas juntas verificou-se a necessidade de adição de maior porcentagem de glicerol quando o substrato utilizado for manipueira.

### Considerações finais

A adição de glicerol em substrato de manipueira para o processo de biodigestão anaeróbia realizado em faixas termofílicas apresenta aceleração nas atividades microbianas, um menor tempo de retenção hidráulica, também auxilia na remoção de sólidos presentes no efluente.

A adição de glicerol em processo de biodigestão anaeróbia pode ser vista como uma alternativa, assim o que antes era um resíduo pode ser utilizado para a produção de um biocombustível, o biogás.

### Agradecimento

Agradecimentos à CAPES pela concessão de bolsa de estudos.

### Referências

- ANDRIAMANOHARISOAMANANA, F. J.; YAMASHIRO, T.; IHARA, I.; IWASAKI, M.; NISHIDA, T.; UMETSU, K. Farm-scale thermophilic co-digestion of dairy manure with a biodiesel byproduct in cold regions. **Energy Conversion and Management**, v. 128, p. 273-280, 2016.
- CASSONI, V.; CEREDA, M.P. Avaliação do Processo de Fermentação Acética da Manipueira. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v.26, n.4, p.101-113. 2011.
- CHEN, C.; GUO, W.; NGO, H. H.; LEE, D. J.; TUNG, K. Ç.; JIN, P.; WANG, J. WU, Y. Challenges in biogas production from anaerobic membrane bioreactors. **Renewable Energy**, v. 98, p. 120-134, 2016.
- CREMONEZ, P. A. **Digestão anaeróbia de polímero orgânico à base de fécula de mandioca**. 2015. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2015.
- DEL BIANCHI, V. **Balço de massa e de energia do processamento de farinha de mandioca em uma empresa de médio porte do estado de São Paulo**. Botucatu, 1998. 88 118p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- DEMIRER, G.N.; CHEN, S. Two-phase anaerobic digestion of unscreened dairy manure. **Process Biochemistry**, v.40, n.4, p.3.542-3.549, 2005.
- LATTIEFF, F. A. A study of biogas production from date palm fruit wastes. **Journal of Cleaner Production**, v. 139, p. 1191-1195, 2016.

MARU, B. T.; LÓPEZ, F.; KENGEN, S. W. M.; CONSTANTÍ, M.; MEDINA, F. Dark fermentative hydrogen and ethanol production from biodiesel waste glycerol using a co-culture of *Escherichia coli* and *Enterobacter* sp. **Fuel**, v. 186, p. 375-384, 2016.

KLEIN, M.; ISLAM, Z. U.; KNUDSEN, P. B.; CARRILLO, M.; SWINNEN, S.; WORKMAN, M.; NEVOIGT, E. The expression of glycerol facilitators from various yeast species improves growth on glycerol of *Saccharomyces cerevisiae*. **Metabolic Engineering Communications**, v. 3, p. 252-257, 2016.

NASU, E. G. C.; FORMENTINI, H. M.; FURLANETTO, C. Effect of manipueira on tomato plants infected by the nematode *Meloidogyne incognita*. **Crop Protection**, v. 78, p. 193-197, 2015.

NREL. Assessment of biomass resources in Liberia. Technical report, NREL/TP- 6A2-44808, Abril, 2009.

PACHAURI, N.; HE, B. Value-added utilization of crude glycerol from biodiesel production: a survey of current research activities, in: ASABE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING, 2006. Oregon. **Anais...** Oregon: American Society of Agricultural and Biological Engineers. P. 1-16, 2006.

REYES, J. C. M.; EUGENIO, G. H.; HUBER, D. H.; BALAGURUSAMYD, N.; SOLARES, T. E. Biochemical methane potential of oil-extracted microalgae and glycerol in co-digestion with chicken litter. *Bioresource Technology*, Available online, 2016.

SILES LÓPEZ, J. A.; MARTÍN SANTOS, M. D. L. A.; CHICA PÉREZ, A. F.; MARTÍN, A. Anaerobic digestion of glycerol derived from biodiesel manufacturing. **Bioresource Technology**, v. 100, n. 23, p. 5609-5615, 2009.

SIQUEIRA, J. **Co-digestão de glicerina bruta associada a esterco bovino na produção de biogás**. 2012. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Bioenergia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2012.

URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BOODEY, R. M. Produção de biocombustíveis a questão do balanço energético. **Revista de Política Agrícola**, v. 14, n. 1, p.42-46, jan/fev/mar 2005.

---

**Recebido para publicação em:** 16/11/2016

**Aceito para publicação em:** 18/11/2016