

Avaliação da produção de biogás em reatores anaeróbios alimentados com resíduos alimentares e glicerol bruto

Artículo largo



Arthur Ivers Braga*^{ID}; Lorena Oliveira Pires^{ID}

Departamento de Engenharia, Física e Matemática (DEFM), Instituto de Química de Araraquara (IQ/Ar), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp)

*arthur-ivers.braga@unesp.br

Resumo

Os combustíveis renováveis vêm ganhando visibilidade e aumento em sua demanda. O biodiesel é produzido em larga escala pelo processo de transesterificação. Este processo tem o glicerol como subproduto, que pode ser um problema ambiental devido a seu excedente. Neste trabalho, glicerol e resíduo alimentar foram usados em co-digestão em processos anaeróbios para produção de biogás. Ensaio em reatores batelada variaram a proporção de glicerol bruto: 0 %, 3 % e 6 % em volume. O ensaio com 3 % gerou o maior volume de biogás, 336,60 mL e 99,68 % de consumo de glicerol, já o ensaio de 6 % obteve o pior desempenho. Sem glicerol, atingiu-se a maior remoção de DQO (Demanda Química de Oxigênio), 81,12 %, e de carboidratos, 93,30 %. Com 3 %, obteve-se a segunda melhor remoção de DQO. Constatou-se que, com 3 % de glicerol na co-digestão, aumentou a produção de biogás (comparado com 0 %), consumindo praticamente todo glicerol.

Palavras-chave:

Biogás; Co-digestão;
Resíduo alimentar;
Glicerol.

Evaluation of biogas production in anaerobic reactors fed with food waste and crude glycerol

Abstract

Renewable fuels have been gaining visibility and increasing demand. Biodiesel is produced on a large scale by the transesterification process. This process has glycerol as a by-product, which can be an environmental problem due to its surplus. In this work, glycerol and food residue were used in co-digestion in anaerobic processes for biogas production. Assays in batch reactors varied the proportion of crude glycerol: 0 %, 3 % and 6 % by volume. The 3 % test generated the highest volume of biogas, 336.60 mL and 99.68 % of glycerol consumption, while the 6 % test had the worst performance. Without glycerol, the highest COD (Chemical Oxygen Demand) removal was achieved, 81.12 %, and carbohydrate removal, 93.30 %. With 3 %, the second best COD removal was obtained. It was found that with 3 % glycerol in the co-digestion, biogas production increased (compared to 0 %), consuming practically all glycerol.

Keywords:

Biogas; Co-digestion;
Food waste; Glycerol.

Forma de citar: Ivers Braga, A., & Oliveira Pires, L. (2022). Avaliação da produção de biogás em reatores anaeróbios alimentados com resíduos alimentares e glicerol bruto. RedBioLAC, 6(1), 28-33.

Introdução

Cada vez mais a preocupação com questões ambientais tem ganhado relevância na atualidade, seja ela de maior ou menor grau. Um tema relevante na conscientização relacionada aos impactos ambientais é a crescente dependência de recursos energéticos fósseis. Assim, o desejo e a conscientização para minimizar os danos ambientais, com a grande quantidade de poluentes despejados levou a novas alternativas de combustíveis “verdes” e renováveis, como o biodiesel, obtido por meio de um processo que promove a transesterificação de óleos vegetais ou gordura, juntamente com um álcool primário, gerando um éster de ácido graxo (biodiesel) e o glicerol como subproduto (Barros & Jardine, 2020). Este subproduto, de acordo com Nghiem *et al.* (2014), representa cerca de 10 % do volume de biodiesel produzido, e segundo Peiter *et al.* (2016), no Brasil, foram gerados aproximadamente 350 mil toneladas de glicerol bruto no ano de 2013, sendo que internamente do país, somente 40 mil toneladas desta substância são consumidas a cada ano.

Diversos estudos e pesquisas científicas são realizadas, tendo o glicerol como protagonista, procurando alternativas viáveis para este produto, devido a sua alta capacidade poluente, como a digestão anaeróbia do glicerol visando degradá-lo e a produzir biogás (Rodrigues *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2017; Simões, 2017; Viana 2011). Esta substância é amplamente utilizada no setor farmacêutico, em cosméticos e na indústria alimentícia. Porém, a sua purificação e refino em diversos graus, para ser comercializado, despende um custo relativamente elevado. No Brasil, a produção de glicerol em 2018 foi de 440,6 mil m³, sendo um aumento de 17,6 % em relação a 2016. Devido a isso, outras alternativas são buscadas para minimizar esse acúmulo (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2019; Peiter, *et al.* 2016). Ensaios feitos por Razaviarani *et al.* (2013), no Canadá, mostraram que um acréscimo de 1,1 % (v/v) de glicerol da produção de biodiesel co-digerido com o lodo de esgoto utilizou elevou a taxa de produção de biogás em 65 % em relação ao controle, melhorando também a remoção da demanda química de oxigênio em 82 %.

Por se tratar de resíduo de difícil degradação biológica com valores médios da demanda química de oxigênio (DQO) de 1.260 g/L (Viana, 2011), pesquisas também vêm sendo realizadas para estudar o potencial da mistura de glicerol com resíduos alimentares. Estes descartes de alimentos ocorrem rotineiramente, em todas as casas, restaurantes e locais que produzem qualquer tipo de refeição. Isso faz com que o descarte de resíduos sólidos seja um dos principais desafios sociais urbanos e de saúde pública. Graças a isso, a quantidade de resíduos gerados é imensa, gerando típicos problemas e impactos ambientais, tais como criação de animais vetores de inúmeras doenças, como baratas, ratos e aves, mau cheiro gerado pela decomposição da matéria orgânica, contaminação de águas subterrâneas, rios e lagos

pelo chorume produzido quando estocado em lixões a céu aberto e a emissão de gases nocivos. Além do mais, o custo para municípios e toda a cadeia de processos que há por trás da coleta e limpeza desses resíduos também são uma problemática enfrentada, com gastos de recursos e poluição. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2020), no Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2020, no país, cada pessoa gera 170 kg de resíduos orgânicos ao ano, e a fração orgânica é a principal componente dos resíduos sólidos urbanos do Brasil, com 45,3 %, traduzidos em 36 milhões de toneladas de resíduos alimentares, que ainda servem como fonte de gases estufa (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2020). A co-digestão é interessante pois estudos mostram que é mais eficaz que a mono-digestão, em relação à produção de metano e da decomposição da matéria orgânica (Gueri *et al.*, 2018; Marchi, Bressiani, & Barbosa, 2014). O processo de digestão anaeróbia consiste na degradação de materiais orgânicos em ambiente ausente de oxigênio, pela atuação de microrganismos adaptados a realizar este processo fermentativo, transformando a matéria orgânica por vias metabólicas já bastante estudadas (Marchi, Bressiani, & Barbosa, 2014; Simões, 2017). Esse processo em questão gera elementos orgânicos e também inorgânicos, desejáveis e de alto potencial de utilização. Estes produtos, como o metano, contribuem para diversificar a matriz energética, com alternativas mais sustentáveis.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi a quantificação de biogás produzido durante o processo de digestão anaeróbia de resíduos alimentares co-digeridos com glicerol bruto, oriundo da produção do biodiesel.

Metodologia

Os resíduos alimentares são parte fundamental do projeto, pois são um dos substratos, que, juntamente com o glicerol bruto, foram co-digeridos, buscando a produção de biogás. Estes resíduos foram coletados em restaurantes na cidade de Araraquara-SP (Brasil), englobando carnes, grãos, legumes, frutas, verduras, massas, pães, etc. A classificação e separação foi feita em três classes diferentes, sendo elas: verduras, legumes e frutas (57,4 %), grãos e carboidratos (16,3 %), e proteínas (26,3 %). Após a classificação os resíduos foram triturados, homogeneizados, e armazenados em freezer.

Glicerol bruto, residual do processo de produção de biodiesel, foi cedido pela Usina Piloto de Produção de Biodiesel instalada no Instituto de Biotecnologia da UNIARA na cidade de Araraquara – SP (Brasil). O biodiesel tem como matéria-prima o óleo de fritura coletado pela Cooperativa ACACIA (Associação dos Catadores da cidade de Araraquara - Brasil). O glicerol bruto apresenta as seguintes características: 10,41 % de teor de glicerol livre, 23,38 % de sabão, 15,84 % de metanol, 22,75 % de umidade e materiais voláteis, 5,84 %

de água, 3,04 % de cinzas e 34,57 % de matéria orgânica não glicerol (MONG), além de pH 10,00 (Rodrigues, *et al.*, 2016). Lodo granular de reator previamente usado na co-digestão da vinhaça citrícola e glicerol bruto foi utilizado como inóculo. A análise de sólidos foi submetida para as amostras do inóculo bem como para os resíduos alimentares, em duplicata, e buscou quantificar sólidos totais, fixos e voláteis (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, 1999). Além disso, procedeu-se com uma análise de sólidos no lodo também ao final de todos os ensaios, para verificar as alterações em sua característica.

Realizou-se análises de DQO para caracterização do resíduo alimentar e o glicerol bruto. Esta foi realizada utilizando-se a metodologia proposta por American Public Health Association (2005). As análises de DQO foram realizadas em duplicata (A e B), no início e no fim (afluente e efluente filtrados) dos experimentos. Calculou-se também sua porcentagem de remoção.

A determinação da concentração de glicerol foi determinada por meio do método físico-químico, para o afluente e efluente dos reatores. A determinação foi realizada por espectrofotometria, por oxidação do glicerol livre com metaperiodato de sódio levando à formação de formaldeído. (Bondioli y Della Bella, 2005). A quantificação de carboidratos totais foi realizada segundo Dubois *et al.* (1956), por meio do método espectrofotométrico, exclusivamente para a glicose.

Os ensaios foram realizados em batelada e duplicata, em reatores de 500 mL. O resíduo alimentar foi diluído 12 vezes para utilização. Realizaram-se três ensaios com diferentes proporções em volume de resíduo alimentar co-digerido com glicerol: Ensaio 1 (100:0); Ensaio 2 (97:3); Ensaio 3 (94:6). O pH do substrato preparado foi ajustado para 7,0, utilizando-se NaOH ou H₂SO₄ 0,05 M sob agitação magnética e leitura no medidor de pH, antes da mistura com o inóculo, a fim de favorecer a atividade metanogênica. Os reatores foram submetidos a atmosfera de nitrogênio, vedados e imersos em um banho de água a 37 °C. O biogás produzido durante os ensaios de co-digestão foi medido por deslocamento de volume de água, em frascos lavadores acoplados no topo de cada frasco reator (Aquino *et al.*, 2007). O monitoramento da produção de biogás foi feito a cada 30 minutos, manualmente, verificando e registrando os volumes de água coletados em provetas, a cada intervalo, até seu término, sendo a duração total de cada ensaio e acompanhamento, para os Ensaios 1, 2 e 3 respectivamente: 54 h, 44 h e 46 h. Uma foto real da montagem dos experimentos é apresentada na Figura 1.

Resultados e Discussão

Caracterizações do Inóculo e substrato

Os valores de sólidos totais (ST), sólidos fixos (SF) e sólidos voláteis (SV) para o inóculo, antes e no fim de todos os ensaios, e para o resíduo alimentar estão apresentados na Tabela 1.



Figura 1 | Esquema de montagem dos ensaios.

Fonte: Autores, 2021.

Tabela 1 | Valores dos sólidos totais, fixos e voláteis para o lodo e os resíduos alimentares.

Sólidos	Lodo vinhaça citrícola (Início)	Lodo vinhaça citrícola (final)	Resíduo Alimentar
ST (mg/mL)	55,681	66,730	159,200
SF (mg/mL)	7,789	6,341	11,905
SV (mg/mL)	47,892	60,389	147,300

Fonte: Autores, 2021.

É possível ver, por meio da [Tabela 1](#), a comparação válida quanto aos valores dos sólidos encontrados para o lodo granular, entre seu estado inicial e final dos ensaios, apresentando aumento nos teores de sólidos totais e voláteis, possivelmente gerados da consequência dos ensaios anaeróbios realizados, favorecendo o crescimento da massa dos microrganismos presentes. Os valores de DQO caracterizados, em g/L, do resíduo alimentar é de 188,20 (g/L) e do glicerol bruto igual a 607,04 (g/L). Quanto à caracterização de carboidratos no resíduo alimentar, foi executada a análise de glicose. O resíduo alimentar utilizado apresentou teor de glicose igual a 61,830 g/l.

Análises dos Ensaios Realizados

Os dados médios de DQO do início (A e B) e fim, além da eficiência de remoção dos ensaios são dispostos na [Tabela 2](#). Observando a [Tabela 2](#), a DQO aumentou com as adições de glicerol, devido à elevada carga orgânica oferecida por esta substância e por se tratar de resíduo de difícil degradação biológica, sendo os resultados de DQO maiores já esperados com a introdução do glicerol, pela sua contribuição no aumento da DQO. (Viana, 2011). Pela [Tabela 2](#), o Ensaio 1 foi o que obteve a melhor taxa de remoção da DQO, superior

a 80 %. O Ensaio 2 ficou em segundo, provavelmente devido à elevação da carga orgânica causada pelo glicerol bruto, apresentando remoção superior a 60 %. O Ensaio 3 teve o pior desempenho na remoção da DQO, provavelmente causado pela maior quantidade de glicerol bruto no substrato. Shimura (2018) obteve a remoção de DQO média de 50,50 % nos ensaios com Linear Alquilbenzeno Sulfonado (LAS) e lodo empregado no tratamento de dejetos de avicultura. Análises de concentrações de glicose para cada amostra analisada, além das porcentagens de remoção do meio, com base nos valores iniciais, para cada um dos reatores e ensaios, encontram-se na [Tabela 3](#).

Com base nos dados apresentados pela [Tabela 3](#), pode-se observar que, como esperado, houve consumo, e consequentemente redução da concentração de glicose no substrato, gerado pela atividade microbiológica para produção de biogás, para todos os três ensaios.

Análises para as concentrações de glicerol para as amostras dos Ensaios 2 e 3, para os reatores A e B da duplicata foram executadas, sendo possível calcular as porcentagens de remoção de glicerol, com base nos valores iniciais respectivos, estão presentes na [Tabela 4](#).

Tabela 2 | Valores médios de DQO no início e fim dos ensaios e porcentagem de remoção.

Ensaio	DQO início (mg/L)	DQO fim (mg/L)	Remoção DQO
1	4.370	825	81,12 %
2	50.423	16.007	68,25 %
3	84.353	49.715	41,06 %

Fonte: Autores, 2021.

Tabela 3 | Valores médios de glicose no início e fim dos ensaios e porcentagem de remoção.

Ensaio	Glicose início (mg/L)	Glicose fim (mg/L)	Remoção
1	1.694,8	126,05	92,56 %
2	1.980,3	319,4	83,87 %
3	1.587,1	475,5	70,04 %

Fonte: Autores, 2021.

Tabela 4 | Valores médios de glicerol no início e fim dos ensaios e porcentagem de remoção.

Ensaio	Glicose início (mg/L)	Glicose fim (mg/L)	Remoção
1	-	-	-
2	4,26	0,02	99,53 %
3	6,95	3,63	47,77 %

Fonte: Autores, 2021.

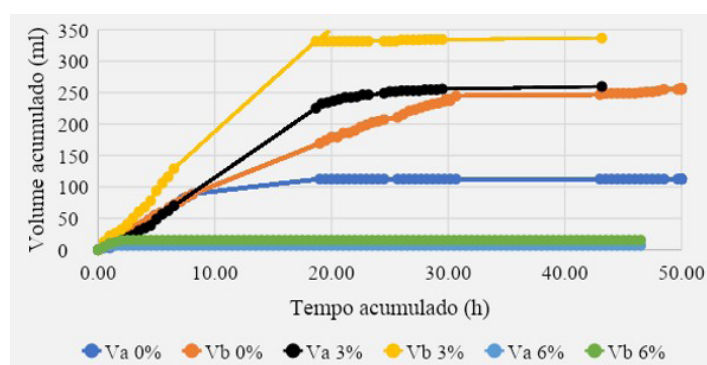


Figura 2 | Perfil comparativo da produção de biogás de todos os ensaios para reatores A e B.

Fonte: Autores, 2021.

Pode-se verificar, segundo a [Tabela 4](#), que o consumo de glicerol para o Ensaio 2 foi expressivo, reduzindo sua concentração no meio. Ao mesmo tempo, o Ensaio 3 obteve uma redução menor, possivelmente atrelado ao menor desempenho da produção de biogás, bem como na remoção de DQO e de glicerol, comparativamente aos outros ensaios. A produção de biogás para o ensaio somente com resíduo alimentar como substrato dos reatores anaeróbios batelada em duplicata, nomeados reatores “A” e “B” produziu, 112,60 mL e 256,30 mL de biogás, respectivamente. No ensaio com 3 %, foram produzidos, para os reatores A e B, 259,60 mL e 336,60 mL de biogás total, respectivamente. Para o ensaio de 6 %, gerou-se, para os reatores A e B, respectivamente 7,00 mL e 15,40 mL de biogás. Um perfil de produção comparativo entre os Ensaios 1, 2 e 3 é apresentado na [Figura 2](#).

Pela [Figura 2](#), o Ensaio 2 obteve a maior produção de biogás. Então pode-se afirmar, como esperado, que a adição desta quantidade de glicerol para a co-digestão favoreceu a produção de biogás. Em segundo, está o Ensaio 1 e então o Ensaio 3, com menor produção, provavelmente causada por inibição pelo substrato ou até mesmo morte de microrganismos, pela alta carga orgânica oferecida.

Ensaios de produção de biogás realizados por [Citelli \(2017\)](#), no qual buscou-se avaliar a atividade metanogênica específica de biomassa na degradação de glicerol utilizado como substrato em reatores anaeróbios em batelada, foram obtidos resultados, com glicerol 10 g/L como substrato, 92,8 mL e 399,6 mL de metano, sendo respectivamente esses valores usando como inóculo lodo da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE Monjolinho e lodo da Avícola Dacar da cidade de Tietê-SP. [Shimura \(2018\)](#) obteve produção de metano utilizando lodo de reator UASB usado no tratamento de dejetos de avicultura, e soluções de Dodecilbenzenosulfonato de Sódio (LAS) como substrato, com concentrações de LAS de 2,00 g/l e 5,06 g/l no meio para duplicata, conseguindo volumes de metano iguais a 148,75 mL e 32 mL respectivamente.

Conclusões

A pesquisa realizada mostrou que foi possível promover a produção de biogás em reatores anaeróbios alimentados com resíduo alimentar e glicerol bruto oriundo da produção de biodiesel. O ensaio com 3 % de glicerol foi o mais eficiente na produção de biogás, gerando 336,60 mL. A remoção de matéria orgânica medida pela DQO, foi mais bem sucedida no experimento sem glicerol, com 81,12 % de remoção, seguida pelo ensaio com 3 % de glicerol, com remoção de 68,25 %, e 41,06 % com 6 % de glicerol. Para o consumo do glicerol, o ensaio mais eficaz foi o de 3 %, reduzindo 99,53 % do glicerol, enquanto o ensaio de 6 %, com remoção de 47,77 %, mesmo produzindo menos biogás (15,40 mL).

Agradecimentos

A FAPESP pelo apoio da bolsa para realização deste projeto (Processo: 2020/04360-5). Ao prof. Dr. Arnaldo Sarti pelo uso de seu laboratório para a realização das análises de sólidos e a Dra. Lorena Oliveira Pires, pela excelente orientação e apoio durante toda a realização desse projeto.

Referências

- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, (2020). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. <https://abrelpe.org.br/panorama>
- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, (2019). Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis. <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-contedo/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-2019>
- American Public Health Association. (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater (21st ed.)

- Aquino, S. F., Chernicharo, C. A. L., Foresti, E., Santos, M. de L. F. dos, & Monteggia, L. O. (2007). Metodologias para determinação da atividade metanogênica específica (AME) em lodos anaeróbios. *Engenharia Sanitária E Ambiental*, 12(2), 192–201. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522007000200010>.
- Barros, T.D, Jardine J.G. (n.d.). Transesterificação. [Www.agencia.cnptia.embrapa.br](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br). <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fj0847od02wyiv802hvm3juldruvi.html>
- Bondioli, P., & Della Bella, L. (2005). An alternative spectrophotometric method for the determination of free glycerol in biodiesel. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 107(3), 153–157. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200401054>
- Citelli, I. R., Sarti, A., Maintinguer, S. I., & Pires, L. O. (2017). Avaliação da Geração de Metano por Diferentes Inóculos Utilizando Glicerol e Melaço de Soja como Substrato. *Blucher Chemical Engineering Proceedings*. <https://doi.org/10.5151/chemeng-cobeqic2017-268>
- DuBois, Michel., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, Fred. (1956). Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350–356. <https://doi.org/10.1021/ac60111a017>
- Gueri, M. V. D., De Souza, S. N. M., Kuczman, O., Schirmer, W. N., Buratto, W. G., Ribeiro, C. B., & Besinella, G. B. (2018). Digestão Anaeróbia de Resíduos Alimentares Utilizando Ensaios BMP. *BIOFIX Scientific Journal*, 3(1), 08. <https://doi.org/10.5380/biofix.v3i1.55831>
- Marchi, M. E. V., Bressiani, P. do A., & Barbosa, P. M. (2014). Digestão anaeróbia de resíduos orgânicos para cozinha industrial dos restaurantes Latife. Trabalho de formatura (Curso de Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. http://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=9495
- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (1999). Norma Técnica Interna SABESP NTS 013. Sólidos, Método de Ensaio. URL: <https://www3.sabesp.com.br/normastecnicas/nts/nts013.pdf>
- Nghiem, L. D.; Nguyen, T. T.; Manassa, P.; Fitzgerald, S. K.; Dawson, M.; Vierboom, S. (2014). Co-digestion of sewage sludge and crude glycerol for on-demand biogas production. *International Biodeterioration & Biodegradation*. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ibiod.2014.04.023>.
- Peiter, G. C., Alves, H. J., Sequinel, R., & Bautitz, I. R. (2016). Alternativas para o uso do glicerol produzido a partir do biodiesel. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, 5(4). <https://doi.org/10.5380/rber.v5i4.46501>
- Razaviarani, V., Buchanan, I.D., Malik, S., Katalambula, H. (2013). Pilot scale anaerobic codigestion of municipal wastewater sludge with biodiesel waste glycerin. *Bioresource Technology*, 133, 206–212. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2013.01.101>.
- Rodrigues, C. V., Santana, K. O., Nespeca, M. G., Eduardo de Oliveira, J., & Maintinguer, S. I. (2016). Crude glycerol by transesterification process from used cooking oils: Characterization and potentialities on hydrogen bioproduction. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(33), 14641–14651. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.06.209>
- Shimura, L. G. (2018). Avaliação da geração de metano por biomassa anaeróbia utilizando surfactante como substrato. *Repositório Institucional UNESP*, 42 f. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/202950>
- Silva, F. M. S., Oliveira, L. B., Mahler, C. F., & Bassin, J. P. (2017). Avaliação da produção de hidrogênio a partir da codigestão anaeróbia de resíduos sólidos orgânicos e glicerol residual da produção de biodiesel. *Química Nova*. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170041>
- Simões, A. N. (2017). Processamento do glicerol bruto em reatores anaeróbios de leito fluidificado, acidogênico e metanogênico, em temperatura mesofílica. *Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos*. doi:10.11606/D.18.2017.tde-12062017-095758
- Viana, M. B. (2011). Produção de biogás a partir de glicerol oriundo de biodiesel. *Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos*. doi:10.11606/D.18.2011.tde-01092011-162845.