

Avaliação da viabilidade de produção de biogás a partir de resíduos da filtragem de óleo vegetal

Letícia Oliveira Barros¹; [0000-0003-0098-2895](tel:0000-0003-0098-2895)
Roberto Guião de Souza Lima Júnior¹; [0000-0001-9970-0434](tel:0000-0001-9970-0434)

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.
obarros.leticia@gmail.com

Resumo: O mercado brasileiro produz cerca de 3 bilhões de litros de óleo vegetal por ano. Em sua forma residual, o óleo vegetal apresenta grande capacidade de impacto ambiental, expondo os recursos hídricos a eutrofização, pois um litro de óleo descartado incorretamente no ambiente pode contaminar 10.000 litros de água. Assim, torna-se fundamental a adoção de estratégias para tratar e aproveitar o valor econômico desse resíduo. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar o potencial de tratamento e aproveitamento energético do resíduo de filtragem do óleo vegetal (borra) usado, minimizando sua disposição em aterros sanitários e lixões, e agregar valor a este processo de reciclagem ao criar uma fonte de energia alternativa para utilização no processo de filtragem do óleo, incentivando a abertura e ampliação de empresas de tratamento de óleo vegetal. Para tal testou-se a produção de biogás da degradação da borra de óleo vegetal. Foram utilizados 3 biodigestores produzidos com cano PVC (capacidade de 7L), em regime de batelada, por 52 dias. Os materiais introduzidos nos biodigestores foram inóculo bovino borra de óleo vegetal, nos quais testou-se previamente os sólidos totais e voláteis para mensurar a quantidade adequada de resíduo e inóculo a ser utilizado no tratamento, segundo procedimento padrão descrito em VDI 4630. Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey. Foram produzidos em média 0,985 L de biogás por g/ sólido volátil adicionado, demonstrando que a borra de óleo vegetal apresenta potencial energético adequado aos objetivos propostos.

Palavras-chave: Resíduo orgânico. Borra de óleo vegetal. Biodigestão anaeróbica. Aproveitamento energético. Biogás.

Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares

INTRODUÇÃO

O descarte inadequado de um litro de óleo de cozinha pode poluir cerca de 10.000 litros de água (GALVALIZI, 2009) e sua decomposição em aterros sanitários e lixões emite grandes quantidades de CH_4 na atmosfera, gás 23 vezes mais danoso que o CO_2 na ampliação do efeito estufa (BAIRD; COLIN, 2011). Contudo, apenas 6,5 milhões de litros de óleo vegetal são reciclados anualmente no Brasil, dentre o montante de produção de 3 bilhões de litros ao ano. Tal valor corresponde a menos de 1% do óleo produzido (ABIOVE, 2017), caracterizando-o como um problema ambiental em potencial.

Por outro lado, se coletado e reciclado o óleo vegetal usado pode se transformar em biodiesel e outros produtos de valor econômico relevante. Assim, a reciclagem de óleo vegetal usado é uma demanda urgente e deve ser incentivada (NEIVERTH et al, 2021). Tal resíduo pode apresentar grande potencial de geração de biogás, pois se encontra embebido em óleo vegetal, que produz aproximadamente 800 Nm^3 de biogás por tonelada de óleo, ao passo que os resíduos orgânicos sólidos urbanos geram entre 150 e 100 Nm^3 de biogás /ton (MATA-ALVAREZ 2003).

Em paralelo, as empresas de coleta e filtragem de óleo utilizam energia elétrica para aquecer o óleo que se encontra emulsificado, pois caso contrário este estaria indisponível para filtragem e conseqüentemente para a reciclagem.

Nesse contexto, a biodigestão anaeróbica dos resíduos de filtragem do óleo vegetal, com produção de biogás, pode representar uma alternativa energética limpa para utilização no próprio processo de filtragem (aquecimento) do óleo, ao mesmo tempo em que promove o tratamento dos resíduos da filtragem e gera biofertilizante líquido para plantas como subproduto da biodigestão (LUSTOSA; MEDEIROS, 2014).

Portanto, o objetivo do trabalho foi testar o potencial de tratamento e aproveitamento energético do material proveniente da filtragem borra vegetal usado evitando sua disposição em aterros sanitários e lixões; criar uma fonte de energia alternativa, limpa, independente e descentralizada para utilização no aquecimento demandado pelo próprio processo de filtragem do óleo vegetal usado; baratear o custo da reciclagem

Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares

do óleo vegetal via economia de energia no processo de filtragem, incentivar abertura e ampliação de empresas de coleta e filtragem de óleo vegetal.

MÉTODOS

Os resíduos a serem biodigeridos e o inóculo anaeróbico, previamente preparados, utilizados como meio digestor, foram testados quanto aos seus teores de sólidos totais e sólidos voláteis segundo procedimento padrão descrito em VDI 4630. Os procedimentos foram realizados nos laboratórios de Processamento de Materiais do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA).

Para tal foram feitas análises de três amostras com borra de óleo e três amostras com inóculo anaeróbico, as quais foram submetidas à aquecimento em estufa a 100°C por 24h para obtenção dos valores de sólidos totais (ST). Após esse tempo, os materiais foram retirados e resfriados no dessecador e colocados em mufla a 500° por 4h, para obtenção dos dados de sólidos voláteis (SV). Em todas as etapas as amostras foram pesadas em balança analítica AY220 da Marte.

No Laboratório de tratamento e aproveitamento energético de Resíduos do UniFOA, foram montados três biodigestores anaeróbicos para biodigestão em regime de batelada. Os biodigestores foram produzidos com cano PVC de 10 cm de diâmetro e 110 cm de comprimento, no qual foram utilizados 7,0 litros do volume disponível, preenchendo o espaço com inóculo bovino previamente ativado. O inoculo foi coletado de um biodigestor anaeróbico instalado nas dependências da Empresa Dr. Catador Compostagem, no município de Volta Redonda.

Antes do aporte de resíduos, os biodigestores foram submetidos a *hungryphase* (fase de fome) de 10 dias, de modo a eliminar a maioria da carga orgânica, em forma de matéria orgânica morta, eventualmente presente no inóculo, como sugerido em VDI 4630. Cada um dos biodigestores foi alimentado com 47g de borra de filtragem de óleo vegetal usado, cedida pela empresa Óleo Local. O quantitativo de borra utilizado foi definido segundo a metodologia VDI 4360, que descreve a utilização de no máximo 50% da carga orgânica presente no inóculo. Os 47g utilizados representam tal valor em preso úmido.

Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares

Os biodigestores foram hermeticamente fechados e conectados a sacos de armazenamento de biogás da marca Teseraux/ Germany para coleta de biogás produzido. Para a mensuração do volume de biogás produzido utilizou-se um medidor termal Brooks 6000 e uma bomba de vácuo, que retirava o biogás dos sacos de armazenamento e enviava para o medidor de vazão. A geração de biogás foi mensurada por 52 dias com o total de 36 leituras dos três biodigestores (12 leituras em cada um dos biodigestores).

Para comparações dos resultados obtidos nos biodigestores utilizou-se a Análise de Variância (ANOVA) ao nível de significância de 95 % de confiança. De modo a atender aos requisitos da análise de variância, realizou-se os testes de normalidades e a homocedasticidade de todas as variáveis, de acordo com Sokal e Rohlf (1995). Como a maioria dos dados não atendeu estes requisitos foi utilizada a transformação logarítmica $\text{Log}(x + 1)$, onde Log é o logaritmo na base 10 e x é o valor não transformado. Tais transformações foram feitas previamente à análise de variância ANOVA, a qual foi seguida do teste a posteriori de diferenças de médias de Tukey ao nível de confiança de 95 % ($p < 0,05$) para determinação de quais médias foram significativamente diferentes, toda vez que a hipótese nula foi rejeitada (ZAR, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) encontraram em média 70g de sólidos voláteis nos 7 litros de inóculo anaeróbico adicionado em cada biodigestor, o que determinou o aporte de 47g de peso úmido (PU) de borra de óleo vegetal usado, o que corresponde a 35g de sólidos voláteis, correspondendo a 50% da carga orgânica em sólidos voláteis do inóculo, como descrito em VDI 4630. Os dados relativos a ST e SV do inóculo anaeróbico e borra de óleo são apresentados a Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados de sólidos voláteis e sólidos totais

	Borra de óleo (%)	Inóculo anaeróbico (%)
SV	99,1	1,0
ST	93,7	1,3

Fonte: Autor (2021)

Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares

A produção média de biogás nos três biodigestores foi de 0,985 L/g SV adicionado, como visto na Tabela 2, cerca de 35% a mais que os 0,64 L/gSV encontrados por Lima Jr. (2015) com a biodigestão de resíduos sólidos orgânicos urbanos.

Orrico Júnior et al (2010), testando a produção de biogás com dejetos suínos encontrou 0,68 L de biogás/gSV. Já em combinação com o óleo para a composição de substrato com dejetos de suínos foram encontrados 0,716 L/gSV (PASTOR et al, 2013). Kreusch et al. (2018) encontraram 0,31 L/gSV com dejetos suínos, glicerol e óleo residual.

Nota-se portanto que a biodigestão anaeróbica da borra de óleo com inoculo bovino foi mais eficiente que todos os comparativos apresentados no que tange a produção energética.

Já em relação ao tempo de degradação, pode-se observar que o período de maior produção de biogás foram as semanas 3 e 4, como visto na figura 1 e 2. Por outro lado, operações de biodigestão anaeróbica em batelada duram normalmente 3 semanas, 21 dias (MATA-ALVAREZ 2003), o que indica uma degradação mais lenta da borra de óleo vegetal em relação a substratos de mais fácil degradação. Tal aspecto sucinta investigações posteriores sobre o uso de estratégias de pré-digestão que otimizar o a biodigestão do substrato em questão.

Tabela 2 - Produção de biogás por grama de SV adicionada

Biodigestor	Produção de biogás por grama de SV adicionada (L/g SV)
1	0,999
2	0,974
3	0,981
Média	0,985

Fonte: Autor (2021)

CONCLUSÕES

Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares

A biodigestão anaeróbica in loco do resíduo de filtragem de óleo vegetal pode representar uma fonte de energia alternativa viável e acessível para utilização no próprio processo de tratamento e filtragem do óleo vegetal, pois tal substrato apresentou maior potencial energético que os demais substratos normalmente utilizados na biodigestão anaeróbica.

O tempo de biodigestão do resíduo de filtragem do óleo vegetal foi maior que o tempo de degradação de outros substratos comumente biodigeridos, o que sugere novos estudos envolvendo o controle de outras variáveis do processo e o possível uso de estratégias de pré-tratamento que aumentem a velocidade de sua biodigestão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA) pelo apoio financeiro prestado no projeto.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS (ABIOVE). Capacidade Instalada da Indústria de Óleos Vegetais. 2017. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=estatistica&area=NC0yLTE>>. Acesso em: 20 set. 2021.

BAIRD, COLIN; CANN, MICHAEL. Química Ambiental. BOOKMAN COMPANHIA ED, 4ª Ed., 2011, 844 p.

GIRARDI NETO, João; SILVA, Joel Dias da; PINHEIRO, Ivone Gohr. Balanço de massa no tratamento de resíduos sólidos orgânicos provenientes de restaurantes em biorreator. Engenharia Sanitaria e Ambiental, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 491-499, maio 2017. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522017150094>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/QVtWvsNJtzhqx8dbrm4mNXd/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 18 jun. 2022.

KREUSCH, Regina Céli et al. Produção de biogás obtida por dejetos suínos com suplementação de glicerol e óleo vegetal residual. Revista Ibero-Americana de

Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares

Ciências Ambientais, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 251-263, 23 maio 2018. Companhia Brasileira de Produção Científica. <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2018.003.0020>.

LIMA JR., Roberto Guião Souza. Estratégias de compostagem como pré-tratamento de resíduos sólidos orgânicos. Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil, 198 p, 2015.

LUSTOSA, G. N. MEDEIROS, Í. H. B. D. (2014). Proposta de um biodigestor anaeróbio modificado para produção de biogás e biofertilizante a partir de resíduos sólidos orgânicos.

MATA-ALVAREZ, J. Fundamentals of the anaerobic digestion process. Biomethanization of the organic fraction of municipal solid wastes, p. 1-20, 2003.

MATA-ALVAREZ, J., DOSTA, J.; ROMERO-GÜIZA, M.S.; FONOLL, X.; PECES, M.; ASTALS, S. A critical review on anaerobic co-digestion achievements between 2010 and 2013. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Amsterdam, v. 36, p. 412-27, 2014. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S1364032114002664/1-s2.0-S1364032114002664-main.pdf?_tid=bb76f320-0858-11e4-8012-00000aab0f26&acdnat=1405013972_3b8f0a92c03d91dc8762d3eab63b5141> Acesso em: 13 maio 2014.

MATIAS, Kervyson Cavalcante. Produção de Biogás a partir de resíduos orgânicos visando aplicação aquecimento e cocção de alimentos em substituição ao gás natural. 2021.2 TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, 2021.

NASCIMENTO, R. C. (2014). Biogás de resíduos orgânicos do restaurante universitário com adição de efluente doméstico e óleo de cozinha (Bachelor's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná).

NEIVERTH, Cristhiane et al. FABRICAÇÃO DE BODIESEL UTILIZANDO ÓLEO RESIDENCIAL USADO. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7., 2021, Anais do Evento de Iniciação Científica (EVINCI) do Centro Universitário Autônomo do Brasil (UNIBRASIL). 2021. Disponível em:



Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência
e Saberes Multidisciplinares

<https://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/anaisvinci/article/view/5489>.

Acesso em: 20 jul. 2022.

OLIVEIRA, Rosicler Barbosa de et al. Sustentabilidade Ambiental e Logística Reversa: análise das redes de reciclagem de óleo de cozinha na região metropolitana de são paulo. Revista do Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial da Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 115-132, ago. 2014.

ORRICO JÚNIOR, M.A.P.; ORRICO A.C.A.; LUCAS JÚNIOR, J. Avaliação de parâmetros da biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos alimentados com dietas à base de milho e sorgo. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.30, n.4, p.600-607, jul./ago. 2010.

SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. ,1995, "Biometry: the principles and practice of statistics".In: Freeman W. H. and Co., Biological Research, 3º ed., San Francisco.

PASTOR, L.; RUIZ, L.; PASCUAL, A.; RUIZ, B. Co-digestion of used oils and urban landfill leachates with sewage sludge and the effect on the biogas production. Applied Energy, Amsterdam, v. 107. p. 438-45, 2013. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0306261913001736/1-s2.0-S0306261913001736-main.pdf?_tid=54c3aa18-085a-11e4-8012-00000aab0f26&acdnat=1405014659_ea9ba53f803af824e33b2796b396a208>

Acesso em: 1 jul. 2014.

PEREIRA, G. D. S. (2020). Avaliação da biodegradabilidade do líquido percolado (chorume) proveniente do tratamento de resíduos sólidos orgânicos.

Qian, H., & Ricklefs, R. E. (2016). Out of the tropical lowlands: latitude versus elevation. Trends in ecology & evolution, 31(10), 738-741.

XAVIER, C. A. N; LUCAS JR. J. Parâmetros de dimensionamento para biodigestores batelada operados com dejetos de vacas leiteiras com e sem uso de inóculo. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.30, n.2, p.212-223, mar./abr. 2010.

ZAR, J. H. ,1996, Biostatistical Analysis. 3ºed., New Jersey USA, Prentice Hall.