



DESEMPENHO DE BIODIESEL COM ÓLEO DE UVA OPERANDO EM UM MOTOR GERADOR COM BLENIDAS DE DIESEL

FERREIRA, Gustavo V.
CASTILHO, Carol.
MIYAHIRA, Clara G. M.
JUNIOR, Edvaldo G.
SILVA, Felipe M da.
SANTOS, Reginaldo G.

RESUMO

Os estudos para a obtenção de biodiesel vêm evoluindo constantemente no cenário mundial, a obtenção do óleo por meio de culturas oleaginosas para sua produção requer avaliações para a melhor metodologia de catalização. Com a alta no valor nos combustíveis e as metas de redução de emissão de CO₂, o biodiesel se tornou uma fonte renovável de produção de combustível no qual possui grande destaque e eficiência quando comparado ao diesel mineral. Este trabalho tem por objetivo apresentar a análise de biodiesel obtido pelo processo de transesterificação a partir do óleo de semente de uva, e avaliar dados de desempenho do biodiesel em diferentes proporções de mistura com óleo diesel mineral em um motor gerador de ciclo a diesel. O presente estudo demonstra que o biodiesel produzido a partir do óleo da semente da uva possui potencial para ser utilizado como fonte alternativa para fabricação de biocombustíveis.

PALAVRAS-CHAVE: Bioenergia; sustentabilidade; combustível.

1. INTRODUÇÃO

A indústria vitivinícola brasileira vem apresentando um crescimento vertiginoso nos últimos anos, principalmente nos estados da região Sul, destacando-se o Rio Grande do Sul como maior estado produtor, acumulando 62,51% da área vitícola nacional (EMBRAPA, 2021). Segundo a Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV), o Brasil é o 18º país com a maior produção de vinho no mundo tendo gerado em 2020 aproximadamente 190 milhões de litros (OIV, 2020).

O aumento da produção provoca, conseqüentemente, um aumento na geração de resíduos, sendo o bagaço de uva o principal resíduo gerado (DANTAS et al., 2008). Diversos fatores influenciam na composição do bagaço, sendo que, Beres et al (2017), o bagaço seco é composto por 5-10% de polpa residual, 8-20% de casca e engaço e 38-52% de sementes.

Ao analisar a composição do bagaço de uva caracteriza-se pela sua aptidão para ser utilizado em diferentes processos industriais, tanto na extração de óleo de semente de uva como de polifenóis (incluindo as antocianinas), flavonóis, flavanóis, ácidos fenólicos e resveratrol, na produção de ácido cítrico, metanol, etanol e xantanas por fermentação e na geração de energia por metanização (Ruberto et al., 2007). Tendo em consideração o seu conteúdo polifenólico, diferentes autores concluem que este subproduto é dotado com uma atividade antioxidante elevada, sugerindo que o bagaço de uva

produzido em adegas pode ser utilizado no indústrias farmacêutica, cosmética e alimentar como uma fonte alternativa de antioxidantes naturais (MAICAS e MATEO, 2020).

O método mais convencional para a produção de biodiesel é a transesterificação quimicamente catalítica de sementes ricas em lipídios (MARINKOVIC e TOMASEVIC, 1998). As sementes de uvas são classificadas como oleaginosas, possuindo em sua composição centesimal de 10 a 20% de lipídios, sendo que, destes, cerca de 90% é constituído por ácidos graxos insaturados (HANGANU et al., 2012). Estes dados demonstram que a semente de uva possui potencial para a produção de biodiesel.

Desta maneira, o presente trabalho tem como objetivo descrever a produção de biodiesel a partir das sementes de uva e o seu desempenho em um a combustão.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biocombustível do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Campus Cascavel-Pr, localizado na latitude de 24°59'18.1"S, longitude de 53°26'55.4"O, e altitude de 790 m (Google, 2022).

O óleo de semente de uva foi obtido pelo processo de prensagem a frio e posterior filtragem, e as suas características físico-químicas foram avaliadas pelo laboratório de análises Instituto Adolfo Lutz em São Paulo - SP, sendo apresentados na tabela 1:

Tabela 1. Características físico-químicas do óleo de semente de uva utilizado no experimento.

	Especificação	Resultado	Metodologia
Cor (25°C)	Amarelo Esverdeado	De acordo	Propriedades Organolépticas
Densidade (25°C g/ml)	0,910 – 0,923	0,916	IAL 337/IV
Estado Físico (25°C)	Líquido viscoso	De acordo	Propriedades Organolépticas
Índice de Acidez (mg KOH/g)	<4,0	0,41	AOCS Ca5-40
Índice de Acidez como Oleico %	<2,0	0,02	IAL 325/IV
Índice de Iodo (Wijs)	120 - 145	122,27	IAL 329/IV
Índice de Peróxido (meq/kg)	<10	1,38	IAL 326/IV
Índice de Refração (nd 40°C)	1,4630 – 1,4770	1,4720	IAL 327/IV
Índice de Saponificação (mg KOH/kg)	188 - 200	190,86	IAL 328/IV
Odor (25°C)	Fraco odor vegetal	De acordo	Propriedades Organolépticas

Fonte: IAL - Instituto Adolfo Lutz (2021).



2.1 PRODUÇÃO DO BIODIESEL

Determinou-se a produção do biodiesel através da rota metílica, como especificado da seguinte forma: 1000 mL de óleo de uva refinado, 300 mL de álcool metílico (CH_3OH) e 20 g de hidróxido de potássio (KOH). Em um béquer, sobre chapa com agitação magnética, foi posto 1000 mL de óleo de uva em agitação até alcançar a temperatura de 60°C . Em um balão volumétrico colocou-se 300 mL de álcool metílico juntamente com 20 gramas de hidróxido de potássio e após 3 minutos sob agitação manual para que ocorra total dissolução do KOH com o metanol, adicionou-se a mistura de óleo de uva refinado, sendo aquecido sob agitação por 10 minutos mantendo a temperatura em torno de 60°C .

Decantação

Após a produção do biodiesel, este, foi transferido para um funil de decantação, onde ficou armazenado durante 24 horas para que ocorra a separação das fases em duas camadas nítidas, de biodiesel e glicerol.

3. LAVAGEM DO BIODIESEL

Nesta etapa os ésteres metílicos são submetidos à lavagem no próprio funil de decantação com água a 80°C , na razão 1:3 de água para biodiesel. Depois da adição de água, foi realizada uma agitação para que fosse promovida uma boa retirada de impurezas (álcool não reagido, catalisador e sabões formados durante a reação) por parte da água. Na sequência, a água e o biodiesel foram separados por decantação. A água por ser a fase mais densa migrou para o fundo do funil, e o biodiesel permaneceu na parte superior. Após um intervalo de tempo de duas horas (necessário para total separação das duas fases), a água impura foi removida e posteriormente descartada. O procedimento de lavagem foi realizado de três vezes a fim de remover totalmente qualquer tipo de impureza.

3.1 AQUECIMENTO DO BIODIESEL

Terminada a lavagem, o biodiesel foi seco em estufa a 110°C por doze horas, para que toda a água evaporasse. Logo após, o biodiesel foi armazenado em um dessecador com sílica gel por mais doze horas, para que seja eliminada por completo toda água e umidade que ainda resta no composto.

3.2 GERADOR CICLO DIESEL

A metodologia se baseou em um estudo de caso (Silveira, 2021) do desempenho de um motor gerador ciclo diesel assistido por sistemas de automação industrial. Neste estudo utilizou-se um motogerador ciclo diesel BD-8500 E3 acionado por um motor de 13,0 cv, acoplado a um gerador com 7,5 kVA/6,0 kW de potência nominal, com tensão de saída de 240 V trifásico. O biodiesel utilizado foi produzido através do processo de transesterificação via rota metálica. O diesel puro (tipo A – S10) foi doado por uma distribuidora local de combustíveis. Para efetuar o registro dos dados durante todo o experimento foram utilizados sistemas de aquisição e registro de dados com padrão industrial (Indústria 4.0). Para isto, empregou-se um controlador lógico programável (CLP) marca Eaton, modelo XV-102-D6-70TWR, dotado de uma interface homem-máquina (IHM) com touch screen de 7” (sete polegadas), uma unidade terminal remota (RTU) modelo XN-GWBR-CANopen marca Eaton, um medidor multifuncional de parâmetros elétricos modelo DPM-C520 marca Delta e um indicador de pesagem com célula de carga modelo 3107C marca Alfa. Para conectar os equipamentos foram utilizados protocolos de redes industriais (Modbus-RS485 e CAN-open) apresentando as informações em tempo real do processo em um sistema supervisor, a fim de monitorar, apresentar, registrar e armazenar os preceitos do sistema de geração. A carga utilizada consistiu em um banco de quinze resistências aletadas com dissipação nominal de 1500 W/220V e 4500 W/220V perfazendo um total de 1,5 e 4,5 kW.

O combustível utilizado foi composto por blendas ou misturas volumétricas entre biodiesel de uva e óleo diesel tipo A-S10 (baixo teor de enxofre – 10 mg/kg). A proporção do biodiesel na composição do combustível foi de 0% (D100 – diesel mineral), 5% (B5), 10% (B10), 20% (B20), 40% (B40) e 60% (B60). Para medir a massa de combustível consumida foi utilizado um tanque externo de armazenamento, fixado em uma célula de carga, para obter o consumo de combustível nos testes do conjunto moto gerador ciclo diesel.

Na Equação 1, pode ser observada o cálculo do consumo de combustível, para cada teste de desempenho do conjunto motogerador.

$$Ma = (mi - mf) / t \quad (1)$$

Onde: Ma – consumo horário de combustível (g/s); mi – massa inicial de combustível (g); mf – massa final de combustível (g); t – tempo de ensaio (s).

O consumo específico de combustível foi determinado utilizando a unidade (g.kW-1h-1), conforme a Equação 2.

$$CE = (3600 \cdot Ma) / EG \quad (2)$$

Onde: CE – consumo específico (g.kW-1h-1); Ma – consumo horário volumétrico (kg.s-1); e EG – energia gerada no conjunto motor gerador (kW).

4 ANÁLISES E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE DO BIODIESEL

Os resultados da análise físico-química do biodiesel de uva foram realizados no laboratório Pool Lab - Laboratório de Produtos de Petróleo e Álcool em Itajaí-SC. No qual foi submetido a testes e apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Características físico-químicas biodiesel de uva.

Ensaio	Unidade	Método	Especificação	Resultado
Aspecto	-	Visual	L.I.I.	L.I.I.
Cor Visual	-	Visual	Amarelo	Amarelo
Massa Específica a 20°C	Kg/m ³	ASTM D 4052	820 à 853,0	882,9
Ponto de Fulgor	°C	ASTM D 93	38 mín.	174,0
Água Sedimentos % (BSW)	%	ASTM D 1796	0,05 máx.	Ausente
Ponto de Congelamento	°C	ASTM D 97	N.A.	-1
Viscosidade a 40°C	cSt	ASTM D 445	1,5 à 6,0	4,088
Ester	%	Infravermelho	N.A.	23,036
Aromáticos Totais	%	Infravermelho	N.A.	1,39
Olefinas Totais	%	Infravermelho	N.A.	26,84
Benzeno	%	Infravermelho	N.A.	0,03
Tolueno	%	Infravermelho	N.A.	12,49
Glyserol	%	ASTM D 130	N.A.	4,72
Corrosividade ao Cobre	-	De acordo	N.A.	1ª

Fonte: Pool-Lab (2022).

N.A. = Não Aplicável.

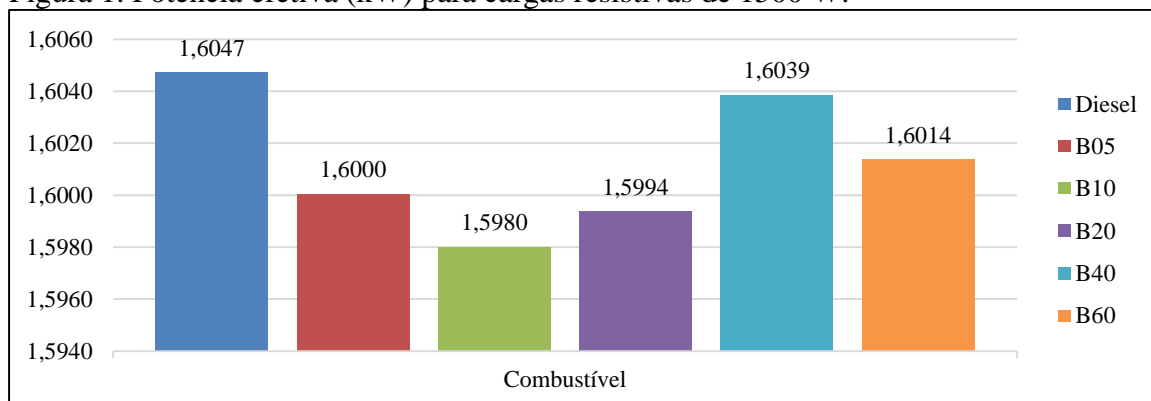
L.I.I. = Límpido e Isento de Impurezas.

4.2 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO CONJUNTO MOTOR GERADOR

4.2.1 Potência Efetiva

Segundo a NBR ISO 3046/1 a potência efetiva de um motor de combustão interna alternativo é a potência ou a soma das potências desenvolvidas no eixo motor expressa em quilowatts (kW). A partir da figura 4 é possível observar a potência desenvolvida pelo conjunto motor gerador sob a operação das blendas de combustível a base de óleo vegetal em função das cargas nominais resistivas de 1500 W e 4500 W. O resultado das potências efetiva apresentam-se numericamente maiores que o valor nominal em virtude de o conjunto motor gerador operar em uma tensão alternada de 240 V e o dimensionamento do circuito elétrico resistivo ser realizado para uma tensão elétrica de 220V. A partir da figura 2 e 3 é possível observar o comportamento do conjunto motor gerador a carga resistiva nominal de 1500 W e 4500 W. De modo geral, a utilização do biocombustível contribui para uma maior potência fornecida por parte do gerador na carga resistiva nominal de 4500 W, e constância na carga resistiva nominal de 1500 W apesar das diferenças mensuradas serem consideravelmente pequenas.

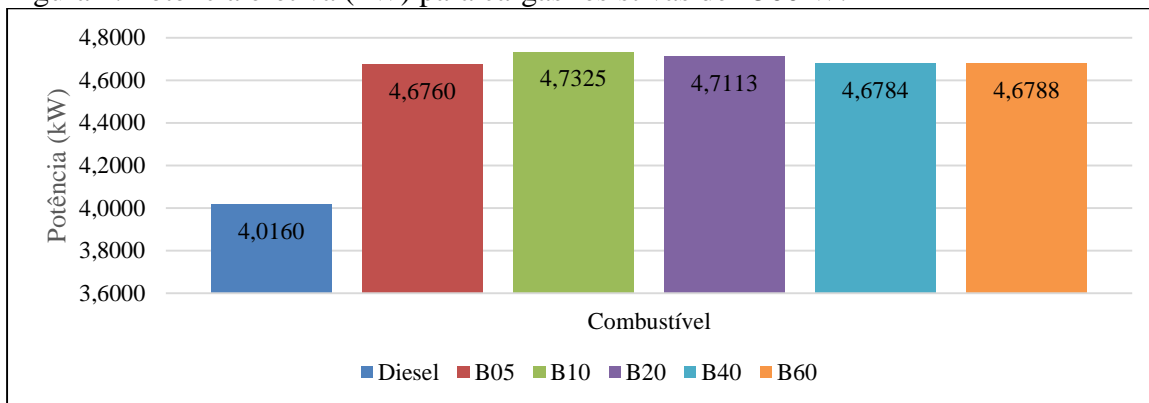
Figura 1. Potência efetiva (kW) para cargas resistivas de 1500 W.



Fonte: O autor (2022).



Figura 2. Potência efetiva (kW) para cargas resistivas de 4500 W.



Fonte: O autor (2022).

4.2.2 Consumo específico de combustível

Na Tabela 3 estão expressos os resultados obtidos de consumo específico (CE) do conjunto motor gerador ciclo diesel operando com os biocombustíveis a base de óleo de uva, como também os valores de referência para o diesel convencional.

Tabela 3. Características físico-químicas biodiesel de uva.

Combustível	1500 W	4500 W
	CE (g.kW ⁻¹ .h ⁻¹)	CE (g.kW ⁻¹ .h ⁻¹)
Diesel	0,561	0,392
S05	0,555	0,395
S10	0,623	0,365
S20	0,615	0,384
S40	0,584	0,392
S60	0,569	0,397

Fonte: O autor (2022).

O consumo específico em g.kW⁻¹.h⁻¹ de cada combustível pelas cargas resistivas aplicadas, mostrando a eficiência do conjunto motor gerador com aquele combustível. A 1500 W, a maioria dos combustíveis apresentaram maiores valores de consumo específico em relação ao diesel, no qual o menor valor registrado de consumo específico foi de 0,55 g.kW⁻¹.h⁻¹ para o combustível S05, significativamente menor que o diesel o qual apresentou um valor de 0,561 g.kW⁻¹.h⁻¹. A 4500 W, os combustíveis apresentaram valores de consumo específico equivalentes em relação ao diesel, no qual o menor valor registrado de consumo específico foi de 0,365 g.kW⁻¹.h⁻¹ para o combustível S10, significativamente menor que o diesel o qual apresentou um valor de 0,392 g.kW⁻¹.h⁻¹.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos resultados de desempenho avaliou-se o desempenho das misturas de biodiesel de uva com o diesel convencional. Os biocombustíveis ensaiados desempenharam um pequeno acréscimo de potência efetiva desenvolvida em relação ao diesel convencional com a carga de resistividade alta de 4500 W. Com o acréscimo de cargas resistivas, o biodiesel apresenta um consumo específico mais próximo do diesel, indicando que sua utilização em operações mais próximas da capacidade nominal é mais eficiente.

AGRADECIMENTOS

O Autor agradece ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Energética na Agricultura, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), LABTES - Laboratório de Tecnologias.

REFERÊNCIAS

AKIN, GÖÜ., KARUK ELMAS, ŞÜ. NIHAN., ARSLAN, F.N., YILMAZ, İ., KENAR, A., Chemometric classification and quantification of cold pressed grape seed oil in blends with refined soybean oils using attenuated total reflectance–mid infrared (ATR–MIR) spectroscopy, *LWT – Food Science and Technology* 2018.

BERES C., COSTA G. N. S., CABEZUDO I., SILVA-JAMES N. K., TELES A. S. C., CRUZ A. P. G., MELLINGER-SILVA C., TONON R. V., CABRAL L. M. C., FREITAS S. P. Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: a review. *Waste Management*. v. 68, p. 581-594, 2017.

BERES C., SIMAS-TOSIN F. F., CABEZUDO I., FREITAS S. P., IACOMINI M., MELLINGER-SILVA, C., CABRAL, L. M. C. Antioxidant dietary fibre recovery from Brazilian Pinot noir grape pomace. *Food Chemistry*, v. 201, p. 145-152, 2016

DANTAS F. R., ARAÚJO G. G. L., SILVA D. S., PEREIRA, L. G. R., GONZAGA-NETO S., TOSTO M. L. Composição química e características fermentativas de silagens de maniçoba (*Manihot sp.*) com percentuais de coproduto de vitivinícolas desidratado1. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 9, n. 2, p. 247-257, 2008.

GOOGLE. Google Earth website. 2022. Disponível em: <http://earth.google.com>. Acesso em: 27 de junho de 2022.



HANGANU A., TOSCASCĂ M. C., CHIRA N. A., MAGANU M., ROSCA, S. The compositional characterisation of Romanian grape seed oils using. *Food Chemistry*, v. 134, p. 2453-2458, 2012.

MAICAS S., MATEO J. J. 2020. "Sustainability of Wine Production," *Sustainability*, MDPI, vol. 12(2), pages 1-10, January.

MARINKOVIC S., TOMASEVIC A. Transesterification of sunflower oil in situ. *Fuel. Germen J Biodiesel*. 77(12):1389–1391. 57, 1999.

MELLO L. M. R. Vitivinicultura brasileira: Panorama 2020. Comunicado Técnico 223 - Embrapa Uva e Vinho. Bento Gonçalves, 2021.

OIV - International Organisation of Vine and Wine. April 2019 2016:1–14. <http://www.oiv.int>. (acessado em Abril 11, 2022).

RUBERTO G., RENDA A., DAQUINO C., AMICO V., SPATAFORA C., TRINGALI C., DE TOMMASI N. Polyphenol constituents and antioxidant activity of grape pomace extracts from Five Sicilian red cultivars. *Food Chemistry, Barking*, v. 100, p. 203-210, Jan, 2007.