

MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO DE BODIESEL E DESEMPENHO OPERACIONAL DE TRATORES AGRÍCOLAS – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

FLÁVIO FRANCISCO DE CARVALHO GOMES¹, THYAGO AUGUSTO MEDEIROS LIRA², AFONSO LOPES³, JÚLIO CÉSAR RODRIGUES MARTINS⁴, GILBERTO HIRUTSUGU AZEVEDO KOIKE⁵

¹ Engenheiro Agrônomo, TRN – Comércio de Produtos Agrícolas Ltda., carvalhopb13@gmail.com.

² Prof. Dr. em Agronomia, Faculdade Facene/João Pessoa - PB, thyagolira@hotmail.com.

³ Prof. Titular, FCAV/UNESP, Jaboticabal, afonso.lopes@unesp.br

⁴ Prof. Dr. em Agronomia, Faculdade Facene/João Pessoa - PB, juliomartins@facene.com.br.

⁵ Engenheiro Mecânico, Dr. em Engenharia Mecânica, Consultor Autônomo, gkoike@bol.com.br

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: A metodologia da pesquisa se caracterizou como revisão bibliográfica sistemática. Nos resultados, foram expostas considerações sobre a avaliação e a discussão dos dados relacionados ao desempenho de máquinas agrícolas, considerando as variáveis do Consumo Horário Volumétrico (CHV), Consumo Horário Ponderal (CHP) e Consumo Específico (CE), utilizando biodiesel de babaçu, buriti, tucumã, mamona, murumuru, óleo de dendê, óleo de soja, óleo residual e pinhão-manso; além do diesel S50, S1800 e S500. Ratificou-se que os óleos estudados apresentaram potencial na aplicabilidade da produção de combustíveis, entretanto, divergem no que tange à eficiência do motor em relação às variáveis instrumentalizadas. Quanto à eficiência do motor, o pinhão-manso expôs menores consumos horário volumétrico, ponderal e específico em relação aos trabalhos analisados.

PALAVRAS-CHAVE: Biocombustível, Bioenergia, Consumo específico.

RAW MATERIALS FOR BIODIESEL PRODUCTION AND OPERATIONAL PERFORMANCE OF AGRICULTURAL TRACTORS – BIBLIOGRAPHICAL REVIEW

ABSTRACT: The research methodology was characterized as a systematic bibliographic review. In the results, considerations were exposed regarding the evaluation and discussion of data related to the performance of agricultural machinery, considering the variables of Hourly Volumetric Consumption (CHV), Hourly Ponderal Consumption (CHP) and Specific Consumption (CE), using babassu biodiesel, buriti, tucumã, castor oil, murumuru, palm oil, soybean oil, residual oil and jatropha; in addition to the diesel S50, S1800 and S500. The research confirmed that the oils studied showed great potential in the applicability of fuel production, however, they differ in terms of engine efficiency in relation to the instrumented variables. Regarding engine efficiency, the Jatropha exhibited lower volumetric, weight and specific hourly consumption in relation to the analyzed works.

KEYWORDS: Biofuel, Bioenergy, Specific consumption.

INTRODUÇÃO: O biocombustível possui distintas propriedades físico-químicas que podem influenciar no desempenho do motor e nas características de emissão de gases. Para que a implementação fosse eficaz no setor de transportes, múltiplas técnicas de produção foram desenvolvidas e testadas nas matérias-primas, com o intuito de que o biodiesel qualificado pudesse ser feito a um custo economicamente viável (LEITE et al., 2013). Para ser comercializado e utilizado em motores ciclo diesel, é necessário que as normas estabelecidas pela ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) sejam respeitadas, ou

seja, as características físicas e químicas como viscosidade, densidade, ponto de fulgor e poder calorífico precisam estar dentro dos parâmetros prescritivos legais, haja vista que as características químicas e físicas do combustível podem ser fortemente influenciadas e apresentar interferência no desempenho operacional dos motores ciclo diesel (ANP, 2022). Dentre os diversos materiais com potencialidades a serem exploradas como matéria-prima para a produção do biodiesel, salientam-se o óleo residual, óleo de palmeiras, caroço de algodão, o babaçu, o buriti, o dendê e a macaúba. Logo, a finalidade desta pesquisa foi avaliar e mitigar efeito da utilização de diferentes tipos de biodiesel, bem como o desempenho operacional de tratores agrícolas ao utilizar diferentes tipos de biodiesel.

MATERIAL E MÉTODOS: Realizou-se revisão bibliográfica, por meio de levantamento de informações referenciais, disponíveis em bibliotecas virtuais, como Scielo, Google Acadêmico e Science Direct. Foram inclusas análises de consumo horário volumétrico, consumo horário ponderal e consumo específico de trabalhos que coadunassem do mesmo trator-teste, biodiesel 100% (B100). Ademais, consideraram-se, como critérios de exclusão, os artigos que não detalhassem as características de consumo horário volumétrico, consumo horário ponderal e/ou consumo específico e que utilizaram modelo distintos do trator-teste. Para a análise comparativa do desempenho operacional, foram selecionadas pesquisas que utilizaram o trator da marca Valtra, modelo BM 125i. A pesquisa foi caracterizada, quanto aos objetivos, como descritiva, por meio da organização, registro, análise e ordenação dos dados referentes às variáveis de consumo operacional. Quanto ao procedimento operacional, a pesquisa é caracterizada por estudo documental retrospectivo com dados secundários. Consideraram-se as características físico-químicas das matérias-primas do diesel e do biodiesel em condições semelhantes no desempenho do trator-teste.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Conforme apresentado na literatura, há variadas pesquisas que comprovam o biodiesel como combustível utilizados em tratores agrícolas. Na tabela 1, comprovam-se os diversos óleos de palmáceas que podem ser utilizados como combustível. O biodiesel representa relevante alternativa como fonte de matéria-prima. Entretanto, muitas pesquisas ainda precisam ser realizadas, pelo fato de que essa possibilidade seja competitiva, pois o Brasil possui vasta diversidade de matérias-primas, com amplo potencial energético na variedade de sementes e frutos oleaginosos.

TABELA 1. Tipos de biodiesel utilizados em tratores agrícolas em testes de desempenho.

Matéria-prima	Tipo de estudo	Autor
Murumuru	Desempenho operacional	Iamaguti et al. (2022)
Babaçu	Desempenho operacional	Lira et al. (2019)
Pinhão-manso	Desempenho operacional	Simon et al. (2023)
Tucumã	Desempenho operacional	Lira (2018)
Soja	Desempenho operacional	Oliveira et al. (2016)
Buriti	Desempenho operacional	Iamaguti et al. (2016)
Mamona	Desempenho operacional	Lima et al. (2013)
Óleo de dendê	Desempenho operacional	Lima et al (2023)
Óleo residual	Desempenho operacional	Soranso et al. (2008)

Dados apresentados pela ANP (2022) mostram que a principal fonte para a produção de biodiesel é o óleo de soja, com 71,9% da produção total do Brasil, seguida por outros materiais graxos, com total de 15,9%, gordura bovina 5,2%, outros 4,26% e óleo de palma/dendê 2,8%. Cerca de 51 fontes de matéria-prima autorizadas a produzir biodiesel no Brasil correspondem à capacidade total de 26.602,26 m³/dia.

A respeito dos dados relacionados ao desempenho operacional, observaram-se que diversos autores correlacionaram o desempenho operacional com estatísticas de consumo horário

volumétrico (CHV), ponderal (CHP) e específico (CE), conforme normas e especificações consideradas na resolução 798/2019, estabelecida pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, ANP (Tabela 2).

Tabela 2. Levantamento dos valores de consumo horário volumétrico (CHV), consumo horário ponderal (CHP) e consumo específico (CE) no trator Valtra BM125i.

Matéria-prima	CHV (L/h)	CHP (L/h)	CE (g kWh⁻¹)	Autor
Diesel B S50	13,76	11,80	264,32	Iamaguti et al. (2016)
Diesel B S1800	13,63	11,57	260,69	Iamaguti et al.(2016)
Diesel B S500	12,60	10,90	272,00	Oliveira et al.(2016)
Murumuru	14,25	12,82	297,13	Iamaguti et al.(2022)
Babaçu	14,80	12,48	321,60	Lira et al.(2019)
Pinhão-manso	10,90	9,00	225,00	Simon et al. (2023)
Tucumã	15,17	12,91	294,22	Lira (2018)
Soja	14,90	13,20	332,00	Oliveira et al.(2016)
Buriti	14,23	12,48	282,72	Iamaguti et al.(2016)
Mamona	14,20	12,29	366,96	Lima et al.(2013)
Óleo de dendê	14,19	12,19	367,28	Lima et al.(2023)
Óleo residual	14,90	-	347,00	Soranso et al. (2008)

Consumo horário volumétrico (CHV) - Ao examinar os dados da tabela 2, é possível afirmar que existem variações no consumo volumétrico, sendo o maior valor apresentado para o biodiesel de Tucumã, que registrou 15,17 L/h. Em consonância, o biodiesel de pinhão-manso computou 10,9 L/h. Essa diferença representa redução de 28,1% quando se utiliza o biodiesel derivado do pinhão-manso, em comparação ao derivado do tucumã. A alteração pode estar atribuída às características físico-químicas específicas de cada matéria-prima, oferecido pelo poder calorífico do biodiesel. Logo, é necessário liberar uma quantidade superior de biodiesel do tucumã, a fim de realizar a mesma quantidade de trabalho que o biodiesel derivado do pinhão-manso exerceu (AGARWAL; GUPTA; DHAR, 2017).

Avaliando os tipos de diesel (S50, S1800 e S500) em comparação ao pinhão-manso (Tabela 2), o biodiesel derivado dessa fonte teve eficácia significativa, com desempenho mais eficiente de 20,2% em relação ao diesel S50; 20% em relação ao diesel S1800; e 13,5% em comparação ao S500. O óleo de pinhão-manso contém aspectos consideráveis por conter aproximadamente 97,6% de triacilglicerídeos, 0,95% de glicolipídios e 1,45% de fosfolipídios. Os triacilglicerídeos são compostos por aproximadamente 35 a 52% de ácido oleico e 15 a 48% de ácido linoleico. Ademais, a inserção de 14,3% de ácido palmítico e 5,1% de ácido esteárico. Ou seja, a maior quantidade de triacilglicerídeos incide na maior eficiência do motor agrícola (ALVES, 2010; PATIL et., 2009).

Salienta-se que, apesar dos tipos de biodiesel apresentados na tabela 2 terem apresentado maior consumo horário volumétrico, com exceção do pinhão-manso, em relação aos tipos de diesel (S50, S1800 e S500), estudos revelam que a utilização do biodiesel apresenta inúmeras vantagens, tais como: possibilidade de produção a partir de um composto renovável, biocombustível, atóxico e biodegradável, disponibilidade imediata, alta eficiência de combustão, alto número de cetano e baixa emissão de gases do efeito estufa. Em acréscimo, torna-se um elemento considerável para reduzir o consumo e a dependência do petróleo, bem como incentivar a agricultura nacional (DEMIRBAS, 2014).

Consumo horário ponderal (CHP) - Para o cálculo do consumo horário ponderal (CHP), foi observado na literatura consultada a influência da densidade do combustível de alimentação e do retorno no momento do teste em cada ensaio (Tabela 2).

Analisados os dados da tabela 2, constatou-se que, em geral, para os variados tipos de biodiesel, os valores se aproximaram, com exceção do pinhão-manso 9,0 L/h, que apresentou redução de 30,2% do biodiesel de tucumã 12,91 L/h, que, por sua vez, obteve a maior

variação dentre os tipos de biodiesel. Essa queda indica que o biodiesel produzido a partir do pinhão-mansão, comparado aos demais, corrobora alto desempenho de eficiência em relação as outras matérias-primas, em função da qualidade e da menor densidade do combustível, influenciando no cálculo do consumo horário ponderal (PINTO, 2020).

Consumo específico (CE) - Ao examinar consumo específico (CE) na literatura disponível, na tabela 2, entre as variações apresentadas, destaca-se o óleo de dendê. O consumo específico (CE) do biodiesel de pinhão-mansão apresentou redução de 39% em comparação ao biodiesel de óleo de dendê, que apresentou consumo de 367,28 g kWh⁻¹(tabela 2). As alterações de uso podem estar atribuídas ao índice de número de cetano. Em termos de partida a frio, a capacidade de ignição do combustível é representada pelo número de cetano, que é adimensional (CN). O ponto de ignição é consideravelmente atrasado pelo baixo número do produto (GIAKOUMIS, 2013). Dentre as variáveis analisadas, apresentou números semelhantes ao diesel S50, S1800 e S500. O consumo específico foi de 14,9% em comparação ao diesel S50, além de apresentar diferença de 13,6% em confrontação ao diesel S1800, e apenas 17,2%, no que tange ao diesel S500.

CONCLUSÕES: Na avaliação isolada dos parâmetros de consumo horário volumétrico, consumo horário ponderal e consumo específico, comparando os tipos de biodiesel e diesel estudados, a melhor alternativa apresentada foi o biodiesel de pinhão-mansão. Apesar da potencialidade do biodiesel de pinhão-mansão ter pontos positivos, o custo de produção, infelizmente, torna-se elevado, devido à maturação não uniforme. Alternativa que se destaca é o biodiesel de palmeiras. A exemplo do babaçu, buriti e tucumã que, além de não comprometerem o funcionamento do motor (combustão e eficiência) e terem um custo de produção relativamente menor comparado ao pinhão-mansão, mostraram bons resultados dentre as pesquisas investigadas. O Brasil tem acumulado vasta experiência e diversidade no que concerne às fontes renováveis e, sendo país tropical de grande extensão territorial, apresenta diversas alternativas de produção de óleos vegetais. Porém, o maior desafio é o aproveitamento das potencialidades regionais, como as palmeiras nativas da Amazônia.

REFERÊNCIAS:

- AGARWAL, A. K.; GUPTA, J. G.; DHAR, A. Potential and challenges for large-scale application of biodiesel in automotive sector. *Progress in Energy and Combustion Science*, vol. 61, pp. 113 – 149, 2017.
- ALVES, MAB. **Otimização da obtenção de biodiesel etílico de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. 2010. 97p. 2010. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Agroenergia). Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO.
- ANP. **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis**. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. 2022.
- DEMIRBAS, Ayhan. *A Realistic Fuel Alternative for Diesel Engines*. 2014.
- GIAKOUMIS, Evangelos G. A statistical investigation of biodiesel physical and chemical properties, and their correlation with the degree of unsaturation. *Renewable Energy*, v. 50, p. 858-878, 2013.
- LEITE, João Guilherme Dal Belo et al. Biodiesel policy for family farms in Brazil: One-size-fits-all. *Environmental Science & Policy*, v. 27, p. 195-205, 2013.
- PATIL, Prafulla D.; GUDE, Veera Gnaneswar; DENG, Shuguang. Biodiesel production from *Jatropha curcas*, waste cooking, and *Camelina sativa* oils. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, v. 48, n. 24, p. 10850-10856, 2009.
- PINTO, Antonio Alves. *Uso de biodiesel de soja em trator agrícola*. 2020.