

OBTENÇÃO DE BIODIESEL E TESTE DE CONSUMO EM MOTOR A DIESEL UTILIZANDO O SEBO BOVINO COMO MATÉRIA-PRIMA

Sara Rafaela Oliveira Nunes, saraolvrn@gmail.com¹
Rudson de Souza Lima, rudson.lima@ufersa.edu.br¹
Daniel Freitas Freire Martins, dffm@ufersa.edu.br¹

¹Universidade Federal Rural do Semi Árido, ufersa@edu.com.br

Resumo: Sabe-se que grande parte das fontes energéticas disponíveis são derivadas do petróleo. No entanto, pode-se listar vários problemas atrelados ao uso desses combustíveis destacando a potencialização do efeito estufa, aumento dos níveis de poluição e, devido ser uma fonte de energia não renovável, a possível escassez devido ao aumento da demanda energética. Atrelado a isso, o desenvolvimento de combustíveis alternativos utilizando recursos renováveis se mostra em alta nas pesquisas em todo o mundo visando a diminuição da dependência dos combustíveis fósseis. Estes biocombustíveis adotam como fatores principais fontes limpas, baratas e que supram a necessidades exigidas pelo crescimento energético global. Dentre os biocombustíveis em ascensão, o biodiesel desponta como uma ótima alternativa de substituição parcial ou total do diesel fóssil em motores ciclo diesel. No Brasil, conforme a Lei nº 11.097 todo biodiesel vendido no país deve ser constituído pela mistura óleo diesel/biodiesel, denominado BX, de acordo com as especificações da Agência Nacional do Petróleo (ANP). Esse trabalho teve como objetivo verificar o desempenho de consumo de um motor ciclo diesel da fabricante Bounous modelo 13 DBT, utilizando as concentrações B10 (correspondente ao diesel comercial puro), B25, B60 e B100 (correspondente ao biodiesel puro) e estabelecer comparações. O biocombustível foi produzido a partir do sebo bovino, subproduto gerado por intermédio do abate de animais, por meio de uma reação de transesterificação por rota etílica e submetido a caracterizações físico-químicas que comprovaram que o biodiesel produzido neste trabalho se encontra dentro dos parâmetros estabelecidos pela ANP. Os testes no motor mostraram que conforme havia um aumento na proporção de biodiesel, o consumo também aumentava constatado pelo biodiesel puro B100 que apresentou 15 g/min de consumo médio na faixa de estabilidade do motor, valor superior quando comparado com o B25 que apresentou 10,67 g/min, melhor valor de consumo apresentado dentre as misturas. Por fim, o motor apresentou bom funcionamento sem nenhuma anormalidade e os gases do escapamento apresentaram coloração branca quando comparado com a queima do diesel comercial puro.

Palavras-chave: Motor ciclo diesel, biocombustíveis, sebo bovino.

1. INTRODUÇÃO

É sabido que a matriz energética mundial, em sua grande maioria, depende dos combustíveis fósseis. Entretanto, a perspectiva mundial está mudando rapidamente devido a grandes preocupações da humanidade: meio ambiente e economia global. Em virtude disso, a busca por novas fontes energéticas que sejam limpas e baratas está em crescimento, uma vez que o mundo enfrenta sérios problemas ambientais como o aumento do efeito estufa e a possível escassez dos combustíveis fósseis.

O desenvolvimento de combustíveis alternativos utilizando recursos renováveis se mostra em alta nas pesquisas em todo o mundo visando a diminuição da dependência pelos combustíveis derivados do petróleo. Os biocombustíveis podem ser produzidos através de biomassa animal ou vegetal, e o Brasil, está em uma posição favorável diante desta realidade, devido a vasta área territorial com potencial agrícola e para criação de animais (Santos, 2010). Atualmente, um dos combustíveis alternativos que mais se destaca é o biodiesel.

De acordo com os dados da Resenha Energética Brasileira de 2020, constatados pela Empresa de Pesquisa Energética em coordenação juntamente com a ANP, o Brasil mantém a liderança na produção de biodiesel em sua matriz energética (Canto, 2021) apresentando boas condições para a produção e uma alta gama de matérias-primas (mamona, soja, palma, milho, resíduos de frituras, sebo bovino, entre outros).

O sebo bovino, insumo resultante do abate e outros resíduos sólidos de animais ruminantes, tem mostrado um bom potencial para a produção de biodiesel. Segundo a ANP (2021), a fabricação de biodiesel utilizando o sebo como matéria-prima atinge, aproximadamente, 7,6% do biodiesel produzido no país. Estudos relatam as vantagens da utilização deste insumo para a produção de biocombustíveis, são elas: geração de renda aos pequenos e grandes agricultores, a não

concorrência com outros setores de mercado e, destacando o fator ambiental, a designação de um destino adequado para que os resíduos não sejam despejados em lixões, rios e córregos ocasionando sérios problemas ao meio ambiente. Segundo Graxaria (2019), a oferta deste produto no Brasil é de aproximadamente 1,2 milhão de toneladas por ano, quantidade satisfatória para utilizar este insumo como fonte para a produção de biodiesel.

Neste contexto, o presente trabalho visa a obtenção e caracterização do biodiesel utilizando o sebo bovino como matéria-prima por meio de uma reação de transesterificação por rota etílica e analisar a viabilidade operacional e o desempenho de um motor de combustão interna utilizando o biodiesel em busca de melhores soluções de aplicações na indústria automobilística.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Motores de Combustão Interna

Considerado o tipo de motor mais comum e que se destaca por elevada obtenção de trabalho e maior eficiência, os motores de combustão interna (MCI) são máquinas térmicas que transformam o calor gerado pela queima da mistura ar-combustível (gasolina ou diesel) em trabalho (Simêncio, 2019). Segundo Martins (2006) “O MCI aproveita o aumento da pressão resultante da combustão da mistura ar-combustível para imprimir um movimento de rotação ao motor”.

Os primeiros motores de combustão interna datam do século XIX. Em 1876, Nicollas Otto patenteou o motor atualmente conhecido como ciclo Otto e, em 1892, Rudolf Diesel patenteou o motor de ignição espontânea conhecido como motor Diesel (Rosa, 2014). Esses dois tipos de motores apresentam diferenças no que diz respeito ao ciclo de operação e desenvolvimento da combustão, mas são similares do ponto de vista mecânico.

Rudolf Diesel tinha o objetivo de criar um motor que utilizasse menor quantidade de combustível para gerar o mesmo trabalho que os demais motores da época. Ao utilizar o conceito de iniciar o processo de combustão através da injeção de combustível em uma câmara com ar aquecido por meio da compressão obteve resultados satisfatórios na qual o motor conseguia atingir uma eficiência duas vezes maior que os demais motores (Hernandez, 2011).

2.2. Combustíveis fósseis X Biocombustíveis

O petróleo, principal fonte de energia mundial, é constituído de uma mistura complexa de hidrocarbonetos, oriundo da decomposição de substâncias orgânicas primitivas, associados a fenômenos de pressão e temperatura, depositadas no fundo dos mares e oceanos (Fernandes; Silva, 2015). Do petróleo derivam vários produtos, como a gasolina, querosene refinado, óleo combustível doméstico e industrial, óleo lubrificante e coque. A utilização desses combustíveis é um dos principais fatores que afetam o meio ambiente. A emissão dos gases oriundos da combustão destrói a camada de ozônio e acelera os efeitos do aquecimento global, além de contaminar o solo, os oceanos e a natureza em geral (Hinrichs et al, 2014).

O fator ambiental e a possível escassez das reservas energéticas de fontes não renováveis, propiciaram o avanço das pesquisas acerca dos biocombustíveis. Provenientes de biomassa renovável, de origem vegetal ou animal, apresentam boa capacidade de substituição parcial ou total dos combustíveis fósseis e promovem a sustentabilidade ambiental. O Brasil é o país referência em pesquisas e utilização de biocombustíveis. Segundo o Ministério de Minas e energia, as fontes de energias renováveis (solar, eólica, hidráulica, biomassa e geotérmica) atingiram a participação de aproximadamente 46% na matriz energética, sendo 18% de combustíveis alternativos (ANP, 2021).

2.3. Biodiesel e o processo de transesterificação

A legislação brasileira define biodiesel conforme a Lei Federal nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005 inciso XXV, como: “[...] biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores de combustão interna ou, conforme regulamento, para outro tipo de geração de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil” (Brasil, 2005). As pesquisas acerca do biodiesel tomaram uma maior proporção em função dos benefícios associados à utilização deste combustível, como: ser uma fonte renovável de energia (menor emissão de CO₂ e diminuição nos problemas ambientais), uma grande diversidade de matérias-primas existentes, menor toxicidade devido à isenção de enxofre e aromáticos e a biodegradabilidade (Fernandes Junior et al., 2012).

Atualmente, o biodiesel produzido deve atender às especificações estabelecidas pelo Regulamento Técnico ANP N° 1/2008 das características do biodiesel mediante normas da ABNT, ASTM, ISO e CEN. E a obtenção do mesmo é feita através de um processo de transesterificação. Essa reação tem o objetivo de modificar a estrutura do óleo vegetal ou animal para que coincida com as características físico-químicas do diesel convencional. Segundo Santos (2010), refere-se a um processo reversível de reação de um lipídeo (triglicerídeo) com um monoalcool de cadeia curta, na presença de um catalisador (base ou ácido) que resulta na produção de uma mistura de ésteres alquílicos de ácidos graxos e glicerol.

A transesterificação pode sofrer efeitos de vários fatores ocasionados pelo tipo e proporção de álcool, tipo e proporção de catalisador, agitação, tempo e temperatura (Santos, 2010). O fator tipo e proporção do álcool é um dos fatores mais importantes para que se obtenha um bom resultado, geralmente, trabalha-se com um excesso para que possa haver um equilíbrio e o direcionamento da reação para a formação de ésteres e a separação de fases (Meher et al., 2006). O catalisador pode ser homogêneo (mais utilizado no setor industrial por ser uma reação rápida) ou heterogêneo (ainda em

estudos pelos pesquisadores, mas simplifica o processo de purificação já que os catalisadores podem ser separados facilmente).

2.4. Sebo Bovino como matéria-prima

O sebo bovino é uma gordura de origem animal, considerado como um subproduto gerado pelo abate nos matadouros. Trata-se de um insumo bastante utilizado na indústria de sabões, cosméticos, tintas, vernizes, fabricação de ração animal, entre outros (Varão et al., 2017). Este material graxo desperta curiosidade no que se refere a produção de energia, já que dispõe de boa produtividade, baixo custo e, destacando o fator ambiental, evita o descarte inadequado e sem tratamento em locais como rios e lagos que ocasionam a eutrofização.

Nos dias atuais, o sebo está em ascensão no mercado de biocombustíveis devido ao seu baixo custo associado a um bom rendimento que, de acordo com Silva (2015), pode alcançar 93%. No Brasil, é a terceira maior (7,6%) matéria-prima utilizada para a produção de biocombustível segundo dados da ANP (2021).

2.5. Aproveitamento do resíduo formado na produção de biodiesel

O glicerol é o principal subproduto gerado na produção de biodiesel, sendo que aproximadamente 10% do volume total de biodiesel produzido corresponde ao glicerol (Dasari et al., 2005). Em sua forma pura pode ser aplicado em aditivos para as indústrias de cosméticos, medicamentos, alimentos e indústrias químicas em geral. Segundo a Revista Fapesp (2012), em 2011 o volume de glicerol produzido atingiu uma demanda de aproximadamente 260 mil toneladas, valor oito vezes maior que a demanda estimada. Segundo Santos (2010), este excesso de glicerina não é totalmente absorvido e acaba gerando uma saturação no mercado, levando a queda no preço e estocagem sem destino certo.

Para que se possa melhorar a sustentabilidade da cadeia produtiva do biodiesel, uma das opções seria converter o glicerol em produtos de alto valor econômico como: rações para alimentação animal, produção de propeno para a produção de polímeros, produção de etanol e hidrogênio, entre outros (Soares, 2006).

Entretanto, gargalos como custos com purificação e processos de transformação mais eficientes e acessíveis ainda limitam a produção destes compostos em grande escala. Nesse sentido, o incentivo a pesquisas científicas e tecnológicas torna-se fundamental para que o glicerol possa cada vez mais ser transformado em produtos essenciais para as indústrias, minimizando assim a utilização de matéria-prima fóssil e alavancando a cadeia produtiva do biodiesel.

3. METODOLOGIA

3.1. Produção do biodiesel de sebo bovino

A coleta do material foi feita no matadouro público Francisco Simião da Silva, localizado na cidade de Caraúbas/RN. Foram coletados aproximadamente 10 kg de sebo, armazenados em saco plástico devidamente identificados. O sebo foi triturado e submetido ao aquecimento no bico de Bunsen para que o mesmo fosse derretido. Após o derretimento, o óleo foi filtrado e levado para a estufa de secagem para que se mantivesse sem umidade e para que não solidificasse a temperatura ambiente.

O óleo foi submetido a uma reação de transesterificação por rota etílica utilizando a catálise homogênea básica, onde foi aplicado uma razão óleo-etanol de 1:10 e de 2 a 4% de catalisador (essa quantidade depende da quantidade de ácidos graxos livres presente no sebo), ou seja, 100 g de óleo, 165 g de álcool etílico e 2 a 4 g de catalisador.

Inicialmente, o óleo líquido, após o derretimento do sebo, foi pesado e colocado em uma estufa de secagem (aproximadamente 70°C) para que não houvesse solidificação. Em seguida, foi preparada a solução de etanol e hidróxido de potássio (KOH) a quente (aproximadamente 50°C) e misturada com o óleo. Uma vez feita a mistura, deixou-se agitando por aproximadamente 3 horas a uma temperatura aproximada de 60°C. Para a realização da reação foi montado um sistema com um agitador magnético com aquecimento, para manter a temperatura, e um condensador para tentar diminuir a perda de etanol.

Posteriormente, a mistura foi transferida para um funil de decantação e mantida em repouso por 24 horas para que houvesse a separação do biodiesel e do glicerol. Depois da separação, foi retirada a glicerina e o biodiesel foi lavado repetidas vezes com água quente até a completa remoção de KOH e/ou etanol. Adiante foi submetido a estufa de secagem a 100°C por 1 hora para retirar qualquer resquício de água presente na amostra.

3.2. Testes de desempenho no motor

Após todo o processo de produção e caracterização das análises necessárias, deu-se início aos testes no motor (vide Figura 1) ciclo diesel da fabricante Bounous modelo 13 DBT que contém: 1 cilindro, refrigeração a ar, cilindrada total de 762 cm³, taxa de compressão de 17,5:1 e potência de 13CV (9,5 kW) a 2000 rpm (rotação controlada por um governador elétrico associado ao motor).

Os ensaios consistiram em avaliar o consumo do motor utilizando o biodiesel em diferentes composições (misturas com o diesel convencional), além de observar a emissão de gases através do escapamento.

Utilizou-se o diesel s500 da rede de abastecimento local, com uma concentração de biodiesel de 10%, e no decorrer dos ensaios esta porcentagem foi ampliada, de modo que obtivesse as misturas B10 (referente ao diesel comercial s500 puro), B25, B60 e, por fim, B100 que se refere ao biodiesel puro. É necessário que para cada mistura, o motor queime por um tempo para ter a comprovação de que cada combustível em teste está sendo consumido devidamente. Por fim, contabilizou-se o consumo em massa de combustível a cada 10 segundos durante 2 minutos para cada mistura. Mediu-se o consumo de combustível pela diferença de massa, utilizando uma balança digital para quantificar essa medição (vide Figura 1).

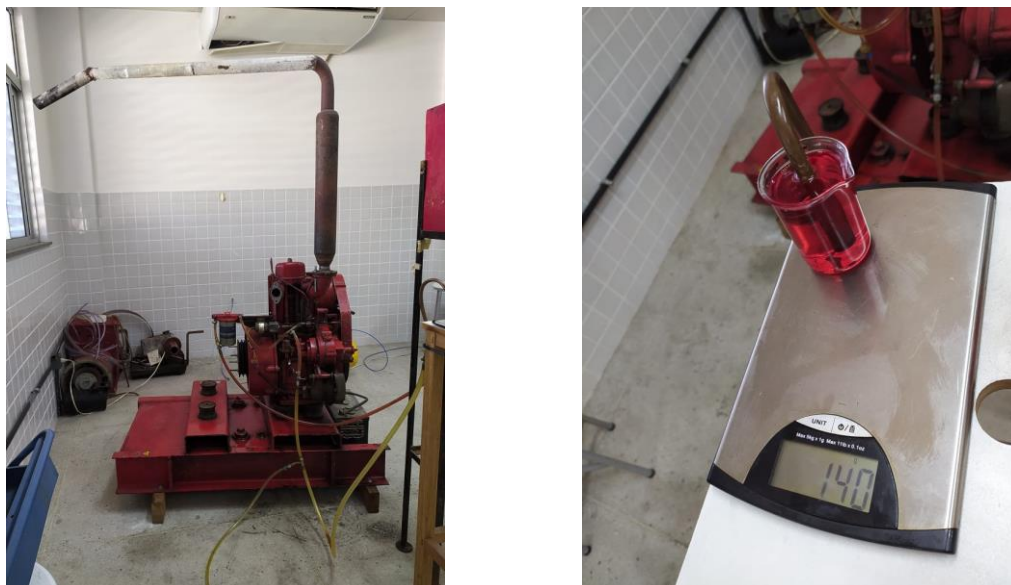


Figura 1: Motor ciclo diesel utilizado e o sistema de medição de consumo, respectivamente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Caracterização físico-química e análise termogravimétrica do sebo bovino e do biodiesel

A determinação da qualidade do combustível é um fator crucial para a comercialização do biodiesel e deve ser analisada através das propriedades físico-químicas e especificações de Normas ou Resoluções. Com base nisso, os primeiros resultados obtidos foram os parâmetros físico-químicos das amostras de sebo bovino e do biodiesel produzido mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos do sebo bovino e do biodiesel produzido.

PARÂMETROS	SEBO BOVINO	BIODIESEL
Índice de Acidez (mg KOH/g)	3,61	0,47
Ácidos Graxos Livres (%)	23,3	-
Índice de Saponificação (mg KOH/g)	238,6	213,5
Massa específica (kg/m ³)	-	867
Água e Sedimentos (mg/kg)	-	0,0
Teor de Umidade (%)	-	4,6

Silva (2015) relata que a condição ideal da matéria prima, para a produção de biodiesel, no que se refere a ácidos graxos livres e índice de acidez, são valores abaixo de 0,5% e 2,0 mg KOH/g, respectivamente. Os valores mostrados na Tabela 1 não estão dentro dos limites de referência, possivelmente a forma de armazenamento influenciou na qualidade do sebo, já que o mesmo foi guardado em geladeiras, contato direto com a umidade. Segundo Silva (2015), a presença de água na amostra favorece a hidroxilação do sebo aumentando o índice de acidez.

Notou-se que durante os experimentos, em algumas amostras, havia a formação parcial ou total de sólidos que impediam a separação de fases (glicerina + biodiesel). Possivelmente, estes sólidos eram restos de sebo não convertidos durante a reação devido ao elevado índice de acidez. Em contrapartida, pode-se perceber que, apesar da acidez elevada da matéria-prima, o biodiesel atendeu as especificações exigidas pela ANP ($\leq 0,5$ mg KOH/g).

Em relação ao índice de saponificação quanto mais elevado for, maior é a propensão do surgimento de subprodutos na reação de transesterificação, dificultando o processo de lavagem e afetando o rendimento de biodiesel. O valor encontrado neste trabalho se assemelha ao de Santos (2010) que encontrou o valor de 246, 1 mg KOH/g, que também relatou problemas durante o processo de lavagem e menor rendimento.

Quanto ao valor de massa específica do biodiesel produzido, importante propriedade que influencia na injeção e circulação de combustível no motor, Santos (2010) e Brito (2020) também encontraram valores semelhantes, 829,8 e 874,12 kg/m³, respectivamente. O resultado obtido na análise de água e sedimentos demonstrou que os processos de lavagem e secagem foram eficientes, pois não foi encontrado impurezas e nem sinais visuais de água no biodiesel.

A análise termogravimétrica gera como resultado uma curva de decomposição térmica que informa as etapas de degradação da amostra em função da temperatura (Silva, 2009). Na curva TG/DTG (termogravimetria/termogravimetria derivada) do sebo bovino (vide Figura 2-a) houve apenas um estágio de degradação térmica entre 258,78 - 440,06°C, com perda de massa de 90,62% referente à decomposição térmica dos triglicerídeos e uma massa residual, impurezas ou resíduos inorgânicos não degradados, de 2,11%. Já na curva TG/DTG do biodiesel produzido (vide Figura 2-b), pode-se observar a presença de três eventos de perda de massa. O primeiro evento, possivelmente, refere-se à umidade presente na amostra apresentando 3,14% de perda de massa, valor que se assemelha ao encontrado na análise de teor de umidade. O segundo evento é a degradação do biodiesel, que apresentou uma perda de massa de 77,05% que se refere a taxa de conversão do sebo em biodiesel. E o terceiro evento caracterizado, provavelmente, por resquícios de sebo que não foram convertidos durante a reação.

Este fato pode ser explicado devido à alta quantidade de ácidos graxos livres presentes no sebo bovino que ao reagir com o catalisador neutralizava a reação favorecendo ao processo de saponificação ou o processo incompleto da transesterificação (Silva, 2009). Observa-se também uma massa residual de 1,79%, referente a algum composto inorgânico ou a restos de KOH que não foram eliminados totalmente durante a lavagem.

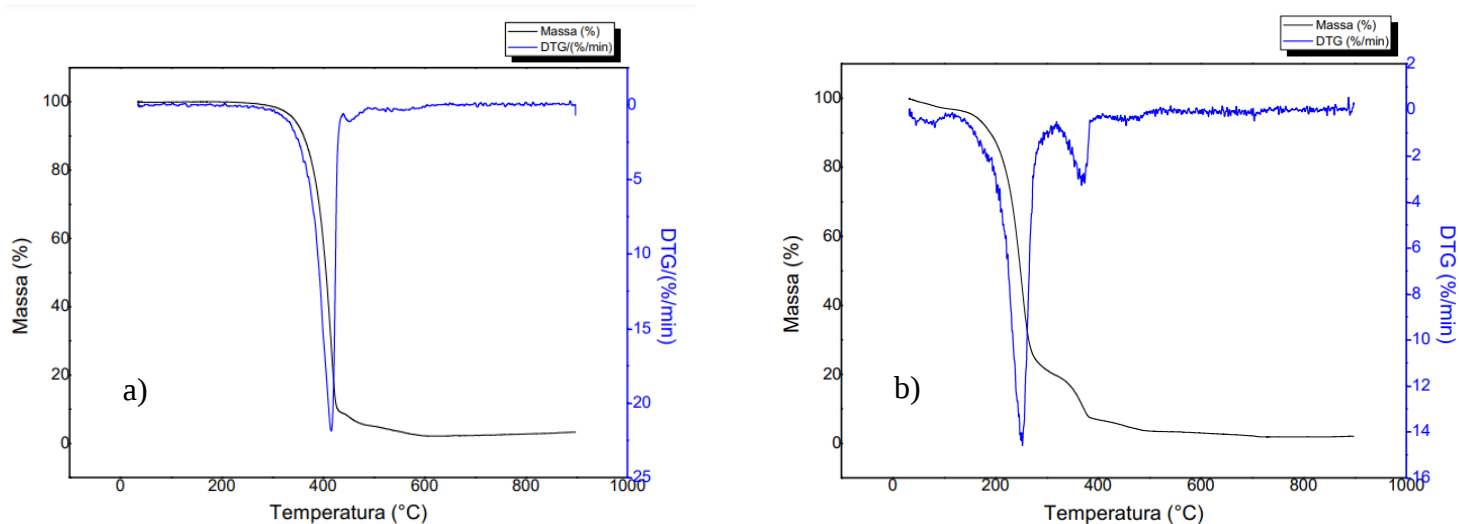


Figura 2: a) Termograma do sebo bovino; b) Termograma do biodiesel produzido

4.2. Testes de desempenho no motor

Os testes foram realizados em triplicata a fim de se obter o consumo médio do motor. Foi observado que dentro do intervalo de 2 minutos havia uma faixa de constância de consumo situada entre 50 e 110 segundos. Essa constância pode ser explicada devido ao tempo que o motor leva para estabilizar.

A Figura 3 ilustra os valores médios de consumo obtidos para todas as amostras de misturas do biodiesel produzido com o diesel comercial puro. No primeiro experimento, referente ao diesel comercial puro (B10), obteve-se um consumo de 11,67 g/minuto. Fernandes e Silva (2015), registrou um consumo médio sob mesma rotação de 2000 rpm de 39 g/minuto utilizando um diesel comercial com 7% de biodiesel.

A mistura B60 e B100 foram as misturas que apresentaram um maior valor médio de consumo. Resultado esperado já que o poder calorífico é inferior ao diesel comercial, fato também constatado por Fernandes e Silva (2015). A utilização do biodiesel produzido não causou anormalidades ou prejuízos ao funcionamento do motor.

A proporção B25 se mostrou mais satisfatória, menor valor médio de consumo, até mesmo quando comparada com o diesel comercial puro.

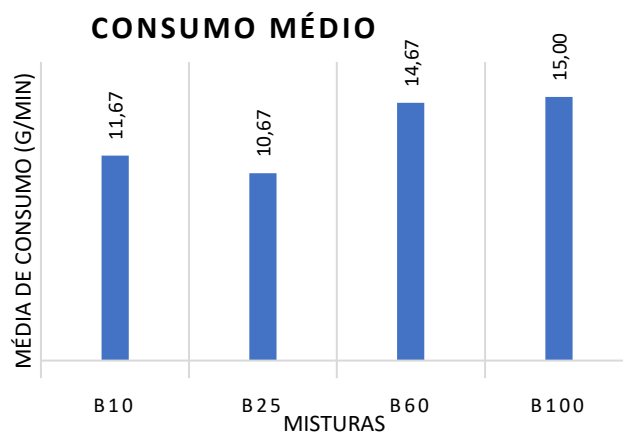


Figura 3: Comparativo do consumo médio entre as misturas no intervalo de 50 e 110 segundos.

Com os resultados obtidos, é sabido que a utilização do sebo bovino como matéria prima para a produção de biodiesel é possível, visto que este insumo, embora necessite de mais estudos acerca de como melhorar o rendimento afetado pelo alto índice de acidez, apresentou parâmetros físico-químicos dentro dos exigidos pela ANP.

Cada combustível se comporta de uma maneira diferente, inclusive com relação à taxa de compressão. Para o motor em análise (Taxa de compressão 17:1) dessa forma, dentro das misturas feitas, a B25 mostrou o menor valor de consumo médio na faixa de estabilidade do motor. Logo, a utilização do biodiesel puro em veículos automotores, apesar do maior consumo, é possível. Este valor elevado pode estar atrelado ao fato de que os motores da atualidade ainda não estão totalmente preparados para o uso do B100 (biodiesel puro).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência nacional do petróleo, gás natural e biocombustíveis, 2005. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel.asp>. Acesso em: 20 out. 2021.
- ANP. 2021. Informações de Mercado - Biodiesel. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Rio de Janeiro. Acesso em 22 de agosto de 2021, disponível em <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-e-fornecimentodebiocombustiveis/biodiesel/biodiesel/informacoes-de-mercado>.
- BRASIL. Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe Sobre A Introdução do Biodiesel na Matriz Energética Brasileira. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm. Acesso em: 22 jul. 2021.
- Brito, Diego Bruno Oliveira de., 2020. Produção e análise de desempenho de biodiesel a partir de óleo de soja reutilizado. 2020. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharias, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas.
- Canto, Karen., 2021. Com matriz energética mais renovável do mundo, País lidera produção de biocombustíveis. Disponível em: <https://www.brasilagro.com.br/conteudo/-com-matriz-energetica-mais-renovavel-do-mundopaís-lidera-producao-de-biocombustiveis.html>. Acesso em: 15 nov. 2021.
- Fernandes Júnior, Valter José et al., 2012. Caracterização de resíduo sólido formado em biodiesel de sebo bovino. Química Nova, Online, v. 35, n. 10, p. 1901-1906. Disponível em: <http://quimicanova.sbg.org.br/default.asp?ed=143>. Acesso em: 21 jul. 2021
- Fernandes, Fernando Souza; Silva, Daniel Fernando da., 2015. Análise de consumo de combustível em um motor diesel 4t utilizando óleo diesel, biodiesel e mistura diesel/biodiesel. 56 f. TCC (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade de Rio Verde, Goiás, 2015. Disponível em: <https://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/Fernando%20Souza%20Fernandes.pd> f. Acesso em: 17 set. 2021.
- Graxaria, Revista., 2019. Sebo bovino: uma commodity cada vez mais valorizada. Disponível em: <https://www.editorastilo.com.br/sebo-bovino-uma-commodity-cada-vez-mais-valorizada/>. Acesso em: 14 nov. 2021.
- Hernandes, Marcelo Rocha., 2011. Estudo dos componentes auxiliares de partida a frio de motores movidos a Diesel. 2011. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Hinrichs, Roger A.; Kleinbach, Merlin; REIS, Lineu B., 2014. Energia e meio ambiente. 5.ed. Traduzido por: Lineu Belico dos Reis, Flavio Maron Vichi e Leonardo Freire de Mello. São Paulo: Cengage Learning.
- Martins, Jorge., 2006. Motores de Combustão Interna. 2. ed. Porto, Portugal: Publindústria Edições Técnicas. 464 p.
- Meher, L. C; Vydya Sagar, D; Naik, S.N. 2006. Technical aspects of biodiesel production by transesterification – a review. Renewable and Sustainable Energy Review, v. 10, p. 248-268.
- Revista Fapesp. Online: Ilustrações Drüm, v. 196, 2012. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/noticias/usinas/glicerina/glicerina-residuo-biodiesel-pesquisas-040712>. Acesso em: 26 nov. 2021

- Rosa, Josimar Souza., 2014. Estudo de um motor ciclo diesel monocilíndrico bicomcombustível. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2014. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/3459>. Acesso em: 23 set. 2021.
- Santos, Anne Gabriella Dias. 2010. Avaliação de estabilidade térmica e oxidativa do biodiesel de algodão, girassol, dendê e sebo bovino. 185 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/Rn.
- Silva, Jéssica de Souza. 2009. Preparação e caracterização de misturas de óleo de soja e gorduras animais para a aplicação na reação de transesterificação. 2015. 35 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Energia, Universidade de Brasília - Unb, Brasília, Df. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/15083/1/2015_JessicaDeSouzaSilva.pdf. Acesso em: 09 nov. 2021.
- Silva, Antônio Alex de L. et al. 2015. Síntese e Caracterização de Biodiesel de Sebo Bovino e de sua Mistura B10. Orbital: The Electronic Journal Of Chemistry. Online, p. 21- 27.
- Simêncio, Éder Cícero Adão., 2019. Motores de combustão interna. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A. 214 p.
- Soares, R. R.; Simonetti, D. A.; Dumesic, J. A. Glycerol as a source for fuels and chemicals by low-temperature catalytic processing. Angewandte Chemie, v. 118, n. 24, p. 4086-4089, 2006.
- Varão, L. H. R.; Silva, T. A. L.; Zamora, H. D. Z.; Pasquini, D. 2017. Vantagens e limitações do sebo bovino enquanto matéria-prima para a indústria brasileira de biodiesel holos, vol. 7, pp. 39-54 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte Natal, Brasil.

6. RESPONSABILIDADE AUTORA

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

OBTAINING BIODIESEL AND TESTING CONSUMPTION IN A DIESEL ENGINE USING BOVINE TALLOW AS RAW MATERIAL

Sara Rafaela Oliveira Nunes, saraolvrn@gmail.com¹

Rudson de Souza Lima, rudson.lima@ufersa.edu.br¹

Daniel Freitas Freire Martins, dffm@ufersa.edu.br¹

¹Universidade Federal Rural do Semi Árido, ufersa@edu.com.br

Abstract. It is known that most of the available energy sources are derived from oil. However, one can list several problems linked to the use of these fuels, highlighting the potentiation of the greenhouse effect, increased levels of pollution and, due to being a non-renewable energy source, the possible scarcity due to the increase in energy demand. Linked to this, the development of alternative fuels using renewable resources is on the rise in research around the world aimed at reducing dependence on fossil fuels. These biofuels adopt as main factors clean, cheap sources that supply the needs demanded by the global energy growth. Among the rising biofuels, biodiesel stands out as a great alternative for partial or total replacement of fossil diesel in diesel cycle engines. In Brazil, according to Law No. 11,097, all biodiesel sold in the country must consist of a mixture of diesel oil/biodiesel, called BX, in accordance with the specifications of the National Petroleum Agency (ANP). This work aimed to verify the consumption performance of a diesel cycle engine from the manufacturer Bounous model 13 DBT, using concentrations B10 (corresponding to pure commercial diesel), B25, B60 and B100 (corresponding to pure biodiesel) and to establish comparisons. The biofuel was produced from beef tallow, a by-product generated through the slaughter of animals, through a transesterification reaction by ethyl route and subjected to physicochemical characterizations that proved that the biodiesel produced in this work is within the established parameters. by the ANP. The tests on the engine showed that as there was an increase in the proportion of biodiesel, the consumption also increased, observed by the pure biodiesel B100 that presented 15 g/min of average consumption in the engine stability range, a higher value when compared to the B25 that presented 10.67 g/min, the best consumption value presented among the mixtures. Finally, the engine performed well without any abnormality and the exhaust gases showed a white color when compared to the burning of pure commercial diesel.

Keywords: Diesel cycle engine, Biofuels, Beef tallow