

AValiação de Emissões e Desempenho do uso de Diesel com Alto Teor de Biodiesel de OGR: Uma Breve Revisão Sistemática

Arx Henrique Pedreira Reis Bastos, arxreis@gmail.com¹

Lílian Lefol Nani Guarieiro, lilian.guarieiro@fieb.org.br^{1,2}

¹Centro Universitário SENAI CIMATEC, BA, Brasil,

²Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Energia e Ambiente – INCT EA, BA, Brasil.

Resumo: O Biodiesel pode ser feito a partir de diversas fontes de matéria-prima. Motores diesel alimentados com biodiesel não necessitam de grandes modificações, nas configurações existentes atualmente. Assim, a utilização de Biodiesel nos motores de ignição por compressão é incentivada para redução de emissões. O biodiesel proveniente de óleos e gorduras residuais (OGR) é um candidato promissor para utilização em motores diesel. Com isso, é necessário avaliar emissões e desempenho para que se tenha uma maior confiabilidade neste combustível. Nesse cenário, este trabalho trata-se de uma revisão sistemática com o objetivo de identificar as metodologias utilizadas para testes de desempenho e emissões e seus resultados obtidos. Os resultados foram classificados e compilados. Testes de emissões e desempenho contribuem para a validação de novos combustíveis que podem ser utilizados em nosso dia-a-dia.

Palavras-chave: Revisão Sistemática, Biodiesel, Desempenho, Emissões, Combustíveis.

1. INTRODUÇÃO

Os Dentro de uma conjuntura social em expansão contínua, o consumo de energia primária não acompanha a oferta de combustíveis, o preço pago pela modernidade é o excesso de poluentes provenientes de fontes de energia fóssil. Desse modo, faz-se necessário que sejam identificados, estudos e popularizados combustíveis cuja fonte de energia seja o mais limpa possível e com custos atrativos, além de atender as necessidades energéticas dos setores de transporte, industrial e residencial/comercial. Os biocombustíveis, em especial o biodiesel, podem reduzir as emissões de gases poluentes em comparação com o óleo diesel, cuja sua matéria prima é advinda de fontes fósseis. O biodiesel possui características semelhantes ao diesel convencional, contém propriedades biodegradáveis, potencial de impulsionar desenvolvimento rural, assim como utilizar óleo de gorduras residuais e impulsionar desenvolvimento urbano em países emergentes (HAJJARI et al., 2017).

É inaceitável negar a importância do biodiesel para o desenvolvimento econômico e ambiental. Em outros termos, em uma sociedade marcada pelo consumismo e disponibilidade de produtos, a geração de resíduos está aumentando drasticamente e é pauta em sessões governamentais (CÉSAR et al., 2017). A produção de resíduos no mundo está em crescimento constante, são gerados 12 bilhões de toneladas por ano e em 2020 são esperadas 18 bilhões de toneladas por ano (CÉSAR et al., 2017). Iniciativas para reutilização de produtos e reciclagem de seus componentes ainda são escassas e não há um grande número de organizações que promovem a reciclagem dos mesmos. No caso específico dos óleos e gorduras residuais (OGR), há um investimento de companhias interessadas em sua reciclagem para produção de biodiesel (CÉSAR et al., 2017).

Atualmente, muitos estudos vêm sendo desenvolvidos para avaliar a aplicação de biodiesel de OGR em motores ciclo diesel. Mas mesmo assim ainda são poucos os estudos desenvolvidos. Prabu et al. (2017) avaliaram as misturas combustíveis (com aditivos) de diesel/biodiesel de OGR (B0, B20, B30, B40, B100, B30 + BHT e B30 + n-butanol) onde foram testadas num motor 4 tempos, cilindro único. Foram avaliadas a performance, o processo de combustão e as emissões. Foi observado que o óleo diesel é melhor, em termos de consumo específico e eficiência térmica, pois as misturas combustíveis de diesel/biodiesel de OGR tendem a aumentar tais propriedades. A performance das misturas foi satisfatória, tendo melhores resultados nas emissões de gases poluentes em comparação com o diesel.

Attia e Hassaneen (2016) utilizaram OGR coletado em uma indústria de alimentos para produção de Biodiesel pelo processo de transesterificação. Foram produzidos sete tipos de misturas combustíveis, com concentrações de 5%, 10%, 20%, 30%, 50%, 70% e 100% de biodiesel. Foram avaliados catalisadores que fornecessem condições excelentes para a preparação do biodiesel OGR. Assim, foi estudado os efeitos causados na viscosidade das misturas dando extrema atenção às misturas com concentrações menores a 30% de biodiesel. Além disso, foi analisado a influência da relação diesel/biodiesel na performance em uma variedade de condições de operação do motor. Os autores concluíram que o biodiesel de OGR tem potencial econômico para ser produzido como combustível de motores diesel. Em associação às misturas combustíveis dependendo da relação de diesel/biodiesel as propriedades físicas necessárias podem ser

alcançadas com uma relação de 30%. A mistura mais recomendada para uso foi com concentração de biodiesel entre 30 e 50% onde a economia de combustível, performance e emissões foram melhores quando comparado ao diesel.

Cheung et al. (2015) analisaram o efeito nas emissões de misturas combustíveis de diesel/biodiesel com diferentes concentrações de biodiesel OGR, também analisaram as emissões de gases regulamentados e tamanhos de particulados emitidos em sua queima. Os autores concluíram que a adição de biodiesel levou a uma redução da emissão de HC, CO e concentração de particulados por outro lado a concentração de NOx aumentou.

Man et al. (2016) analisaram as emissões de compostos regulamentados e não regulamentados emitidos de um motor diesel 4 cilindros, aspiração natural, injeção direta. Foram produzidas misturas combustíveis de diesel/biodiesel de OGR e diesel puro. Em relação às emissões regulamentadas foi observado que há uma redução na emissão de HC e CO, mas um aumento de NOx em comparação com o diesel puro.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma revisão sistemática para adquirir informações a respeito de trabalhos que utilizaram biodiesel, e em especial biodiesel de óleos e gorduras residuais em ensaios de análise de desempenho, e emissões de gases poluentes a fim de verificar quais melhores condições podem ser aplicadas em uma frota de veículos ciclo diesel.

2. METODOLOGIA

Primeiramente foram preparadas perguntas que definam os objetivos desta revisão sistemática. Estas perguntas promoveram foco no que deveria ser avaliado, distanciando prováveis desvios. As perguntas que regeram este artigo foram:

QP1: Existem estudos sobre emissões em motor diesel utilizando misturas combustíveis de Diesel/Biodiesel OGR (WCO)?

QP2: Os estudos utilizam Dinamômetro de Bancada?

QP3: Os estudos testam diversas concentrações de misturas combustíveis?

QP4: Os estudos avaliam a contaminação de óleo lubrificante?

QP5: Os estudos avaliam a contaminação de filtros de combustível?

QP6: Os estudos avaliam a curva de desempenho do motor?

QP7: Os estudos avaliam o consumo específico de combustível?

QP8: Os estudos apresentam as características físico-químicas das misturas combustíveis?

QP9: Os estudos apresentam dados de durabilidade?

A partir destas perguntas, foi iniciado o processo de busca sistemática pela literatura disponível em bancos de dados bibliográficos. Os bancos de dados bibliográficos utilizados podem ser apreciados na Tab. 1.

Tabela 1. Banco de dados bibliográficos utilizados.

Fonte	Acrônimo
Web of Science	Web of Science
Science Direct	Science Direct
Scopus	Scopus
Scientific Electronic Library Online	SciELO

O método de pesquisa utilizou operadores booleanos (AND, OR e NOT), de truncagem (*) e de proximidade (“ ”) para restrição da pesquisa. Essas utilidades avançadas proporcionaram a discriminação de artigos e promoveram a oportunidade de diversas combinações. Os termos para pesquisa foram: “diesel engine”, dynamometer, *diesel, fuel*, performance, emissions, turbo*, *duty, “waste cooking oil”, WCO, “spark ignition”. Os termos exibidos anteriormente foram utilizados nos bancos de dados mencionados acima.

Os critérios de inclusão adotados para esta pesquisa foram publicações escritas majoritariamente na língua inglesa e minoritariamente na língua portuguesa, além disso, estas publicações deveriam estar entre 2007 e 2017.

Os critérios de exclusão abrangeram os tipos de publicação que não se enquadram na categoria de artigos científicos, como: revisões, relatórios e dissertações.

A análise qualitativa dos trabalhos selecionados foi elaborada a partir das respostas das perguntas apresentadas abaixo:

Q1: Ocorreram testes em dinamômetros?

Q2: Ocorreram análises de gases da exaustão?

Q3: Ocorreram testes de desgaste do motor?

Q4: Ocorreram testes nos componentes do motor?

Q5: Apresentou impacto no uso de misturas diesel/OGR no desempenho?

Q6: Apresentou conclusões com relação emissões de NOx, CO e CO2 e outros compostos?

Q7: Apresentou conclusões acerca da contaminação de óleo lubrificante?

Q8: Apresentou conclusões acerca da contaminação do filtro de combustível?

Q9: Apresentou conclusões acerca das propriedades físico-químicas (biodiesel)?

As opções de resposta foram: SIM, PARCIAL e NÃO. Valendo 1, 0,5 e 0 respectivamente. Assim sendo, quando o artigo se aproximar de 9, a qualidade deste artigo será maior.

(1)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de busca na literatura para a confecção desta publicação foi realizado entre os dias 07 de agosto de 2017 a 16 de agosto de 2017. Foram encontrados 198 artigos com os termos para busca citados acima. A tabela 02 explicita os resultados obtidos nas 4 etapas de busca em bancos de dados bibliográficos.

A etapa 1 compreendeu a busca nos bancos de dados bibliográficos utilizando os seguintes termos: “diesel engine”, dynamometer, *diesel, fuel*, performance, emissions, turbo*, *duty, “waste cooking oil”, WCO. E sua busca nos campos de título e resumo/abstract. Para a etapa 2 adicionou-se um termo para que fosse utilizado na pesquisa avançada nos bancos de dados bibliográficos, o termo utilizado foi “spark ignition”. A etapa 3 descartou-se trabalhos pela leitura de título e resumo/abstract. A etapa 4 foi a análise das informações dos materiais coletados durante as pesquisas.

Tabela 2. Quantidade de estudos encontrados por etapa da revisão sistemática.

Fonte	Etapa 1	Etapa 1	Etapa 1
Web of Science	0	0	0
Science Direct	158	43	18
Scopus	39	27	15
Scientific Electronic Library Online	2	2	2

Ao fim da etapa 3, foram removidos cinco trabalhos duplicados e onze artigos de revisão. Assim sendo, na revisão sistemática foram utilizados apenas 35 trabalhos científicos após utilização dos filtros.

Durante a etapa 4 avaliou-se o conteúdo dos artigos selecionados a partir das respostas que foram dadas as perguntas explicitadas no tópico “Critérios de Inclusão e Exclusão”. Na Figura 1 está apresentado as pontuações obtidas para cada pergunta e total de pontos nos 35 artigos selecionados.

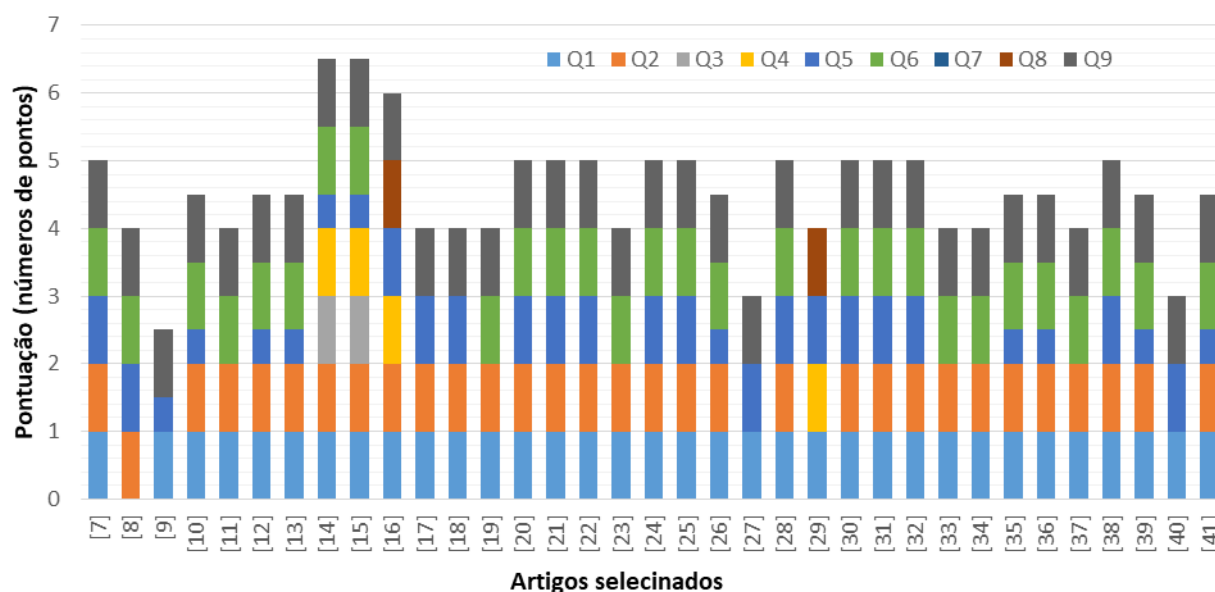


Figura 1. Análise de Qualidade dos Artigos para o foco da pesquisa

[7]= PERIN, Gismael Francisco et al., [8]= RIBAS, Wellington Ferreira et al., [9]= TESFA, Belachew et al., [10]= HOSSAIN, S. et al., [11]= MEI, Deqing et al., [12]= ZHANG, Jie et al., [13]= OZSEZEN, Ahmet Necati, [14]= YANG, Hsi-Hsien et al., [15]= PENG, Chiung-Yu et al., [16]= CORDINER, Stefano et al., [17]= LIN, Sheng-Lun et al., [18]= ZHU, Lei et al., [19]= CHANG, Yu-Cheng et al., [20]= OZSEZEN, Ahmet Necati et al., [21]= BARI, Saiful., [22]= OZSEZEN, Ahmet Necati, [23]= BARI, Saiful, [24]= KARAVALLAKIS, Georgios et al., [25]= CHENG, Man-Ting et al., [26]= USHAKOV, Sergey, [27]= LUJÁN, J. M. et al., [28]= BERMÚDEZ, Vicente et al., [29]= TZIOURTZIOUMIS, Dimitrios, [30]= OGUNKOYA, Dolanmi, [31]= MOHAMMADI, Pouya et al., [32]= ANAND, K.; SHARMA, [33]= KARAVALLAKIS, Georgios et al., [34]= HOW, H. G. et al., [35]= HAJBABAEI, Maryam et al., [36]= GNANASEKARAN, Sakthivel, [37]= TAN, Pi-qiang et al., [38]= ROY, Murari Mohon, [39]= KOC, A. Bulent, [40]= LABECKAS, Gvidonas, [41]= LABECKAS, Gvidonas.

A avaliação da qualidade do presente trabalho de revisão sistemática atingiu uma nota de 40%, o que é um valor razoável visando a quantidade de perguntas utilizadas para critérios de avaliação.

Através da Figura 02, foi possível observar que sobre o tema da pesquisa ainda são poucos os trabalhos disponíveis na literatura que tratam da avaliação do desempenho de motores utilizando misturas diesel/biodiesel, principalmente quando o tipo de biodiesel utilizado é um resíduo, como o OGR.

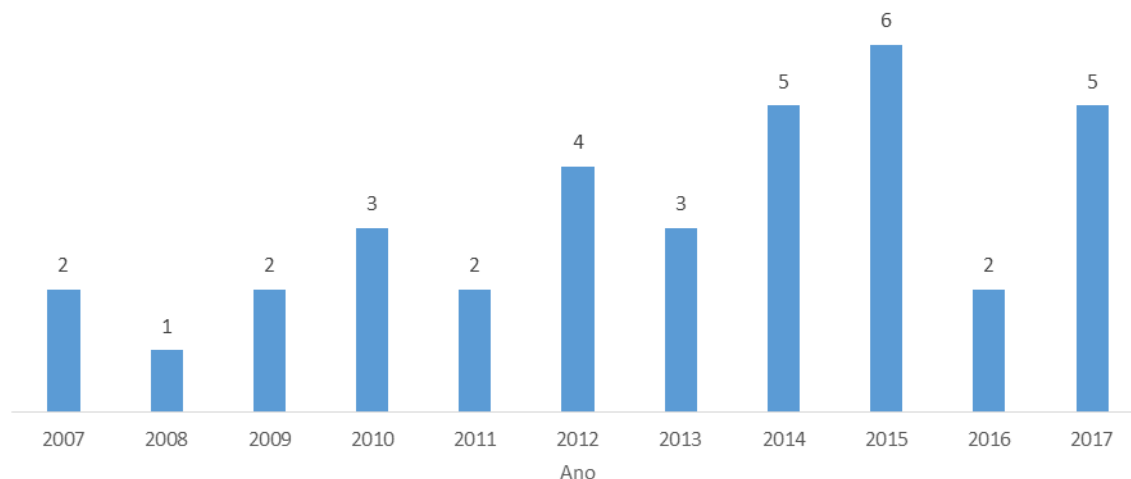


Figura 2. Número de publicações por ano

Dentre os países que mais desenvolvem pesquisa sobre o tema pode-se destacar Taiwan, Estados Unidos e China. Na revisão sistemática realizada foram encontrados apenas 2 trabalhos desenvolvidos no Brasil (Fig. 3).

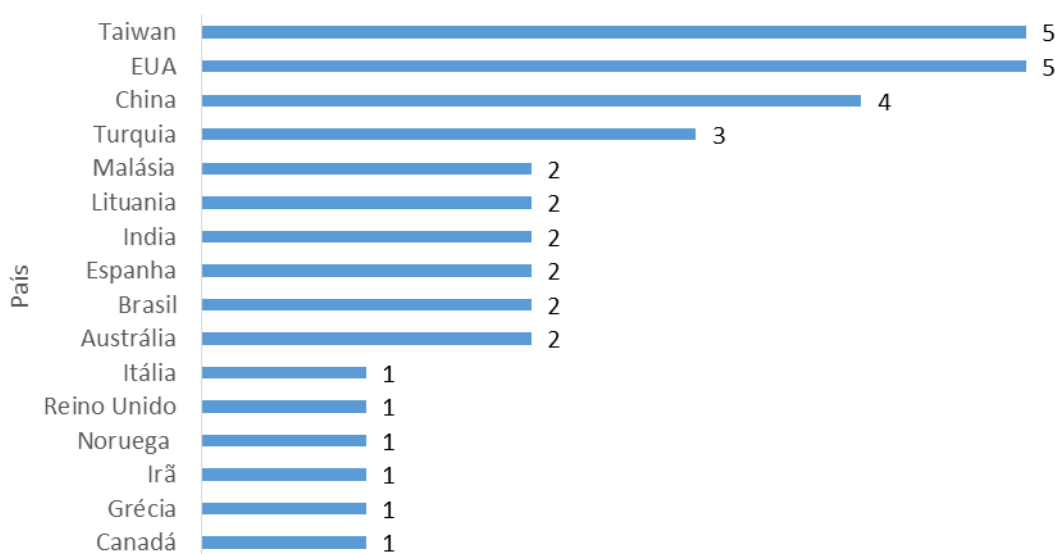


Figura 3. Número de publicações por país

As categorias teóricas relacionadas aos autores que mais publicaram sobre o tema são Ahmet Necati OSZEZEN da Kocaeli University, Saiful BARI da University of South Australia e Georgios KARAVALAKIS da University of California. Cada um dos autores mencionados anteriormente obtém duas publicações analisadas nesta revisão sistemática.

As universidades com maior quantidade de publicações presentes nesta revisão sistemática foram a Kocaeli University e University of California, cada uma com três publicações presentes nesta revisão sistemática.

As metodologias mais utilizadas nas análises de desempenho foram o teste Comparativo, que tem como finalidade analisar os resultados de misturas combustíveis diferentes submetidas as mesmas condições de operação, com 57,14%, FTP (Federal Test Procedure) com 11,43% e NEDC (New European Driving Cycle) com 8,57% (Fig. 4).

Para a produção desta revisão sistemática os motores de cada artigo foram discriminados segundo as suas demandas de potência. Os motores foram separados em três categorias: heavy-duty, medium-duty ou light-duty. Os Motores heavy-duty foram presentes em 42,86%, medium-duty em 20% e light-duty 37,14% dos trabalhos científicos presentes neste trabalho.

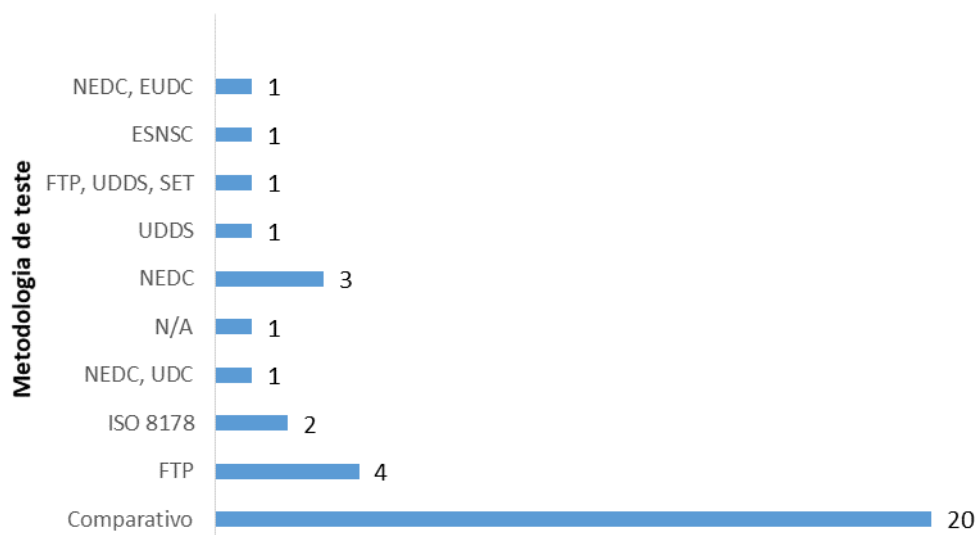


Figura 4. Metodologias utilizadas nos ensaios com motores ciclo diesel.

NEDC= New European Driving Cycle EUDC= Extra Urban Driving Cycle; FTP= Federal Test Procedure, UDDS= Urban Dynamometer Driving Cycle, SET= Supplementary Emission Test, ESNSC= Emission Standard of National Standard in China (Phase II), ISO 8178= Motores alternativos de combustão interna - Medição da emissão de gases de exaustão, N/A= Não se aplica,

Analisando-se a matéria-prima de origem dos combustíveis utilizados nos trabalhos científicos, temos que o biodiesel de OGR está presente em 57,14% dos trabalhos analisados (Fig. 5).

Verificando-se cada palavra-chave utilizada nas publicações, pode-se observar que as palavras que mais se repetiram foram: Biodiesel, Emissions, Diesel Engine e Combustion com 20, 11, 09 e 05 reincidências, respectivamente. Com isso, estas palavras podem ser utilizadas para novas pesquisas acerca do tema tratado nesta revisão sistemática.

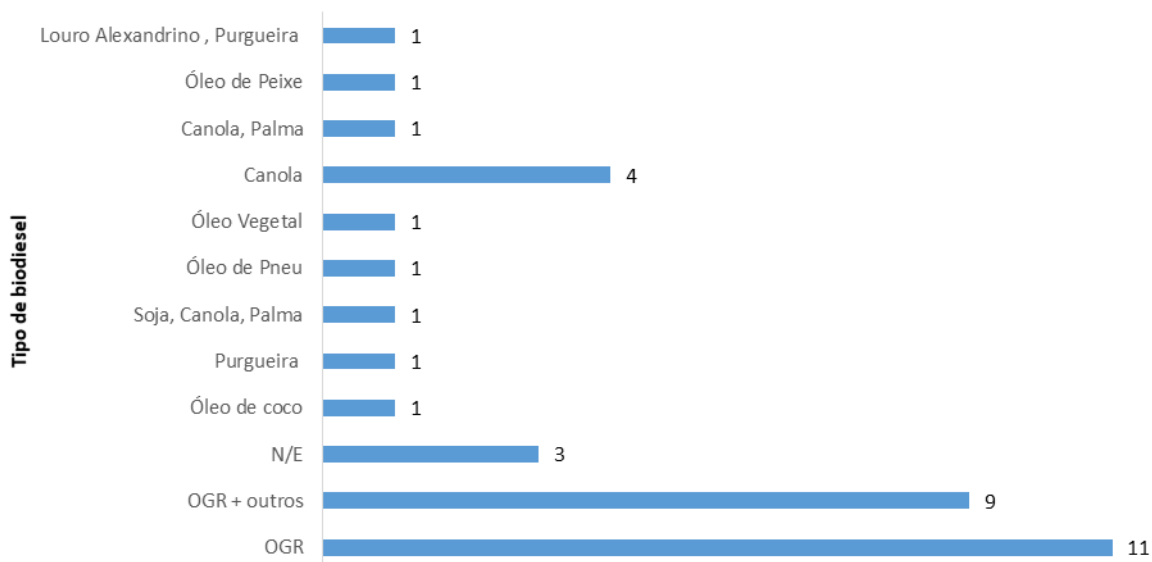


Figura 5. Tipos de Biodiesel utilizados nos ensaios

Os compostos mais estudados nas publicações presentes nesta revisão sistemática foram os Hidrocarbonetos (HC), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO₂), Monóxido de Nitrogênio (NO) e Dióxido de Nitrogênio (NO₂), estiveram presentes em 48,57% dos artigos científicos, os compostos citados anteriormente com a adição de Materiais Particulados MP, estiveram presentes em 8,57% dos artigos.

O uso do biodiesel apresentou aumento de NO_x em 71, 43% dos artigos analisados, em contrapartida apresentou redução de 51,43% para emissões de CO, CO₂ e HC e redução significativa de Material Particulado na grande maioria dos estudos que fizeram esta análise. Nos estudos presentes nesta revisão sistemática também foram analisados outros tipos de emissões, como a de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e opacidade de fumaça. Hidrocarbonetos aromáticos

políciclos estiveram presentes em dois estudos e apresentaram redução nas suas emissões. Opacidade de Fumaça apresentou significativas reduções em suas emissões e estiveram presentes em três estudos.

As análises de desempenho efetuadas pelos autores dos artigos nesta revisão sistemática apresentaram aumento de 28,57% de Brake Specific Fuel Consumption (BSFC), 14, 29% dos trabalhos apresentaram perda de desempenho devido a utilização de Biodiesel, 17, 14% dos artigos não apresentaram perda de desempenho e 22,86% dos trabalhos não fizeram análises de desempenho.

Em geral, os motores analisados não sofreram modificações em suas configurações, algumas modificações que podem melhorar o desempenho de motores ciclo diesel utilizando biodiesel como fonte energética são a modificação do tempo de injeção de combustível e aumento da pressão de injeção, pois o biodiesel é um combustível mais viscoso em comparação ao diesel convencional.

4. CONCLUSÃO

A revisão sistemática pode fornecer ao pesquisador informações, embasamento e segurança para o planejamento de sua própria pesquisa. Compreender metodologias e resultados obtidos por outros pesquisadores pode trazer oportunidades e informações relevantes como propriedades das metodologias que podem ser aplicadas aos estudos de desempenho e emissões. De uma maneira geral, foi possível notar que ainda são poucas as pesquisas realizadas sobre o tema, o OGR tem uma participação significativa nas pesquisas desenvolvidas, sendo o óleo mais pesquisado nos artigos selecionados, o que mostra que a revisão sistemática conseguiu atingir seu objetivo.

O teste mais aplicado nos artigos presentes nesta revisão sistemática foi o teste comparativo, pois é apenas necessário que os ensaios tenham as mesmas condições de operação, após isso os resultados são comparados. Este teste está presente em 57,54% dos trabalhos.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa, e ao Centro Universitário SENAI CIMATEC, pela infraestrutura fornecida para produção deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS

ANAND, K.; SHARMA, R. P.; MEHTA, Pramod S. Experimental investigations on combustion, performance and emissions characteristics of neat karanja biodiesel and its methanol blend in a diesel engine. *Biomass and bioenergy*, v. 35, n. 1, p. 533-541, 2011.

ATTIA, Ali MA; HASSANEEN, Ahmad E. Influence of diesel fuel blended with biodiesel produced from waste cooking oil on diesel engine performance. *Fuel*, v. 167, p. 316-328, 2016.

BARI, Saiful. Performance, combustion and emission tests of a metro-bus running on biodiesel-ULSD blended (B20) fuel. *Applied Energy*, v. 124, p. 35-43, 2014.

BARI, Saiful; SAAD, Idris. Performance and emissions of a compression ignition (CI) engine run with biodiesel using guide vanes at varied vane angles. *Fuel*, v. 143, p. 217-228, 2015.

BERMÚDEZ, Vicente et al. Comparative study of regulated and unregulated gaseous emissions during NEDC in a light-duty diesel engine fuelled with Fischer Tropsch and biodiesel fuels. *Biomass and bioenergy*, v. 35, n. 2, p. 789-798, 2011.

CHANG, Yu-Cheng et al. Green energy: water-containing acetone-butanol-ethanol diesel blends fueled in diesel engines. *Applied energy*, v. 109, p. 182-191, 2013.

CHENG, Man-Ting et al. Carbonaceous composition changes of heavy-duty diesel engine particles in relation to biodiesels, aftertreatments and engine loads. *Journal of hazardous materials*, v. 297, p. 234-240, 2015.

CHEUNG, C. S. et al. Effect of waste cooking oil biodiesel on the emissions of a diesel engine. *Energy Procedia*, v. 66, p. 93-96, 2015.

CORDERO, Stefano et al. Effects of waste cooking oil biodiesel use on engine fuel consumption and emissions: a study on the impact on oxidation catalyst and particulate filter. *Energy Procedia*, v. 61, p. 953-957, 2014.

DA SILVA CÉSAR, Aldara et al. The potential of waste cooking oil as supply for the Brazilian biodiesel chain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 72, p. 246-253, 2017.

GNANASEKARAN, Sakthivel; SARAVANAN, N.; ILANGKUMARAN, M. Influence of injection timing on performance, emission and combustion characteristics of a DI diesel engine running on fish oil biodiesel. *Energy*, v. 116, p. 1218-1229, 2016.

HABIBABAEI, Maryam et al. Impacts of biodiesel feedstock and additives on criteria emissions from a heavy-duty engine. *Fuel Processing Technology*, v. 126, p. 402-414, 2014.

HAJJARI, Masoumeh et al. A review on the prospects of sustainable biodiesel production: A global scenario with an emphasis on waste-oil biodiesel utilization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 72, p. 445-464, 2017.

HOSSAIN, S. et al. Comparative evaluation of the blends of gas-to-liquid (GTL) fuels and biodiesels with diesel at high idling conditions: an in-depth analysis on engine performance and environment pollutants. *Rsc Advances*, v. 5, n. 17, p. 13068-13077, 2015.

HOW, H. G. et al. Impact of coconut oil blends on particulate-phase PAHs and regulated emissions from a light duty diesel engine. *Energy*, v. 48, n. 1, p. 500-509, 2012.

- KARAVALAKIS, Georgios et al. Application of low-level biodiesel blends on heavy-duty (diesel) engines: Feedstock implications on NO_x and particulate emissions. *Fuel*, v. 181, p. 259-268, 2016.
- KARAVALAKIS, Georgios et al. Impact of biodiesel on regulated and unregulated emissions, and redox and proinflammatory properties of PM emitted from heavy-duty vehicles. *Science of the Total Environment*, v. 584, p. 1230-1238, 2017.
- KOC, A. Bulent; ABDULLAH, Mudhafar. Performance of a 4-cylinder diesel engine running on tire oil–biodiesel–diesel blend. *Fuel Processing Technology*, v. 118, p. 264-269, 2014.
- LABECKAS, Gvidonas; SLAVINSKAS, Stasys; KANAPKIENĖ, Irena. The individual effects of cetane number, oxygen content or fuel properties on performance efficiency, exhaust smoke and emissions of a turbocharged CRDI diesel engine–Part 2. *Energy Conversion and Management*, v. 149, p. 442-466, 2017.
- LABECKAS, Gvidonas; SLAVINSKAS, Stasys; KANAPKIENĖ, Irena. The individual effects of cetane number, oxygen content or fuel properties on the ignition delay, combustion characteristics, and cyclic variation of a turbocharged CRDI diesel engine–Part 1. *Energy Conversion and Management*, v. 148, p. 1003-1027, 2017.
- LIN, Sheng-Lun et al. Emissions of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Particle-Bound Metals from a Diesel Engine Generator Fueled with Waste Cooking Oil-Based Biodiesel Blends. *Aerosol and Air Quality Research*, v. 17, p. 1579-1589, 2017.
- LUJÁN, J. M. et al. Comparative analysis of a DI diesel engine fuelled with biodiesel blends during the European MVEG-A cycle: Preliminary study (I). *Biomass and bioenergy*, v. 33, n. 6, p. 941-947, 2009.
- MAN, X. J. et al. Influence of engine load and speed on regulated and unregulated emissions of a diesel engine fueled with diesel fuel blended with waste cooking oil biodiesel. *Fuel*, v. 180, p. 41-49, 2016.
- MEI, Deqing et al. Comparative study of the transient emission profiles of a light-duty vehicle powered by petrodiesel and a light-duty vehicle powered by biodiesel (*Jatropha curcas*). *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, v. 230, n. 1, p. 93-102, 2016.
- MOHAMMADI, Pouya et al. Experimental investigation of performance and emission characteristics of DI diesel engine fueled with polymer waste dissolved in biodiesel-blended diesel fuel. *Energy*, v. 46, n. 1, p. 596-605, 2012.
- OGUNKOYA, Dolanimi; FANG, Tiegang. Engine performance, combustion, and emissions study of biomass to liquid fuel in a compression-ignition engine. *Energy Conversion and Management*, v. 95, p. 342-351, 2015.
- OZSEZEN, Ahmet Necati et al. Performance and combustion characteristics of a DI diesel engine fueled with waste palm oil and canola oil methyl esters. *Fuel*, v. 88, n. 4, p. 629-636, 2009.
- OZSEZEN, Ahmet Necati; CANAKCI, Mustafa. Determination of performance and combustion characteristics of a diesel engine fueled with canola and waste palm oil methyl esters. *Energy Conversion and Management*, v. 52, n. 1, p. 108-116, 2011.
- OZSEZEN, Ahmet Necati; CANAKCI, Mustafa. The emission analysis of an IDI diesel engine fueled with methyl ester of waste frying palm oil and its blends. *Biomass and bioenergy*, v. 34, n. 12, p. 1870-1878, 2010.
- PENG, Chiung-Yu et al. Effects of the biodiesel blend fuel on aldehyde emissions from diesel engine exhaust. *Atmospheric Environment*, v. 42, n. 5, p. 906-915, 2008.
- PERIN, Gismael Francisco et al. Emissões de motor agrícola com o uso de diferentes tipos de diesel e concentrações de biodiesel na mistura combustível. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 50, n. 12, p. 1168-1176, 2015.
- PRABU, S. Senthur et al. Performance, combustion and emission characteristics of diesel engine fuelled with waste cooking oil bio-diesel/diesel blends with additives. *Energy*, v. 122, p. 638-648, 2017.
- RIBAS, Wellington Ferreira et al. Influência do combustível (diesel e biodiesel) e das características da frota de veículos do transporte coletivo de Curitiba nas emissões de NO_x. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 21, n. 3, 2016.
- ROY, Murari Mohon; WANG, Wilson; ALAWI, Majed. Performance and emissions of a diesel engine fueled by biodiesel–diesel, biodiesel–diesel-additive and kerosene–biodiesel blends. *Energy conversion and management*, v. 84, p. 164-173, 2014.
- TAN, Pi-qiang et al. Investigation of nitrogen oxides, particle number, and size distribution on a light-duty diesel car with B10 and G10 fuels. *Fuel*, v. 197, p. 373-387, 2017.
- TESFA, Belachew et al. Combustion and performance characteristics of CI (compression ignition) engine running with biodiesel. *Energy*, v. 51, p. 101-115, 2013.
- TZIOURTZIOUMIS, Dimitrios; STAMATELOS, Anastassios. Effects of a 70% biodiesel blend on the fuel injection system operation during steady-state and transient performance of a common rail diesel engine. *Energy Conversion and Management*, v. 60, p. 56-67, 2012.
- USHAKOV, Sergey; VALLAND, Harald; ÆSØY, Vilmar. Combustion and emissions characteristics of fish oil fuel in a heavy-duty diesel engine. *Energy Conversion and Management*, v. 65, p. 228-238, 2013.
- YANG, Hsi-Hsien et al. Effects of biodiesel on emissions of regulated air pollutants and polycyclic aromatic hydrocarbons under engine durability testing. *Atmospheric environment*, v. 41, n. 34, p. 7232-7240, 2007.
- ZHANG, Jie et al. Comparison of particle emissions from an engine operating on biodiesel and petroleum diesel. *Fuel*, v. 90, n. 6, p. 2089-2097, 2011.
- ZHU, Lei et al. Experimental study on particulate and NO_x emissions of a diesel engine fueled with ultra low sulfur diesel, RME-diesel blends and PME-diesel blends. *Science of the Total Environment*, v. 408, n. 5, p. 1050-1058, 2010.]

7. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Declaramos que o trabalho intitulado “Avaliação de emissões e desempenho do uso de diesel com alto teor de biodiesel de OGR: Uma breve revisão sistemática” cujos autores são Arx Henrique Pedreira Reis Bastos e Lílían Lefol Nani Guarieiro não foi divulgado em nenhum outro evento ou congresso. Assim sendo, foi submetido somente ao Congresso Nacional de Engenharia Mecânica - CONEM. Declaramos também que todos os autores participaram da concepção do trabalho e concordam com a versão final enviada para apreciação.

EVALUATION OF EMISSIONS AND PERFORMANCE OF THE USE OF DIESEL WITH HIGH BIODIESEL CONTENT OF OGR: A BRIEF SYSTEMATIC REVIEW

Arx Henrique Pedreira Reis Bastos, arxreis@gmail.com¹

Lílían Lefol Nani Guarieiro, lilian.guarieiro@fieb.org.br^{1,2}

¹SENAI CIMATEC University Center, BA, Brazil.

²National Institute of Science and Technology in Energy and Environment – INCT EA, BA, Brazil.

Abstract. Biodiesel can be produced from several sources of raw material. Diesel engines fueled with biodiesel do not require major modifications in the existing configurations. Thus, the use of biodiesel in compression ignition engines is encouraged to reduce emissions. Biodiesel from waste oils and fats (OGR) is a promising candidate for use in diesel engines. Therefore, it is necessary to evaluate emissions and performance in order to have greater reliability in this fuel. In this scenario, this work is a systematic review with the purpose of identifying the methodologies used for performance and emissions tests and their results. The results were classified and compiled. Emission and performance tests contribute to the validation of new fuels that can be used in our daily routines.

Keywords: Systematic Review, Biodiesel, Performance, Emissions, Fuels.