

Michelle Maruska Mader¹, Cássio Aurélio Suski²¹Universidade Federal do Paraná²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Câmpus Itajaí

Um estudo da influência do aditivo Dienitro nas emissões de CO e NOx em ônibus de transporte coletivo a diesel

A study of the influence of the additive Dienitro on CO and NOx emissions in public diesel buses

Resumo. Os aditivos são desenvolvidos e incorporados nos combustíveis dos veículos para diversos fins, dentre eles para reduzir as emissões de poluentes. Esse artigo mostra um estudo experimental realizado para avaliar a influência do uso do aditivo intensificador de combustão Dienitro no diesel S10, em motores com sistema SCR (Redução Catalítica Seletiva). A metodologia se baseou na aditivação do diesel com Dienitro e na medição de emissão de gases por meio de analisador de gases acoplado diretamente na exaustão de veículos estacionários com rotação do motor de 1300 rpm. Os resultados mostraram que todos os combustíveis aditivados reduziram as emissões de NOx e CO. Segundo dados técnicos do fabricante este aditivo apresenta um ligeiro aumento de 1 ou 1,5 pontos no número de cetano, baixa entalpia de vaporização (energia para vaporizar) e alta entalpia de combustão, ou seja, o Dienitro aumentou o número de cetanos, facilitando o início da combustão e reduzindo o CO. O combustível que libera menos energia durante a combustão produz, consequentemente, temperaturas mais baixas dentro da câmara de combustão, ou seja, aditivos com menor entalpia de combustão têm menores emissões de NOx. **Palavras-chave:** Diesel, Emissões, Poluente, Dienitro.

Abstract. Additives are developed and incorporated into vehicle fuels for a variety of purposes, including to reduce pollutant emissions. This article shows an experimental study carried out to evaluate the influence of the use of the combustion intensifier additive Dienitro in diesel S10, in engines with SCR system (Selective Catalytic Reduction). The methodology was based on the addition of diesel with Dienitro and on the measurement of gas emissions by means of a gas analyzer coupled directly to the exhaust of stationary vehicles with engine rotation of 1300 rpm. The results showed that all fuels with additives reduced NOx and CO emissions. According to the manufacturer's technical data, this additive shows a slight increase of 1 or 1.5 points in the cetane number, low enthalpy of vaporization (energy to vaporize) and high enthalpy of combustion, that is, Dienitro increased the cetane number, facilitating the start of combustion and reducing CO. The fuel that releases less energy during combustion consequently produces lower temperatures inside the combustion chamber, that is, additives with less enthalpy of combustion have lower NOx emissions. **Keywords:** Diesel, Emissions, Pollutant, Dienitro.

Introdução

Na década de 2010 os veículos continuam sendo a principal fonte móvel de emissão de poluentes atmosféricos, principalmente nas grandes cidades e importantes precursores de gases de efeito estufa. Os engarrafamentos em larga extensão nos horários de maior movimento, a redução da velocidade média devido ao grande número de veículo nas vias e o maior gasto de combustível são questões que fazem parte do dia-a-dia dos grandes centros urbanos.

Segundo Koslowski (2014),

Os compostos de emissão veicular, tanto dos motores a diesel, quanto a gasolina ou de combustíveis mistos, podem ser classificados em dois tipos: os que não causam danos à saúde, ou seja, oxigênio (O₂), dióxido de carbono (CO₂), água (H₂O) e nitrogênio (N₂); e os que oferecem riscos diretos a saúde e aos ecossistemas, sendo esses subdivididos em compostos cuja emissão está regulamentada, que são: CO, os hidrocarbonetos (HC), os óxidos de nitrogênio (NOx), os óxidos de enxofre (SOx) e material particulado (MP); e

aqueles que ainda não estão sob regulamentação: aldeídos, amônia, benzeno, cianetos, tolueno e hidrocarbonetos aromáticos polinucleares (HPA).

Os gases NOx e o CO estão entre os gases de emissão regulamentada que oferecem risco a saúde e são considerados os mais perigosos. Para o SOX, a regulamentação da Agência Nacional do Petróleo (ANP, 2018) vem incentivando, ao longo dos anos, a gradativa redução do teor de enxofre (SOX) dos combustíveis em uso no país, que já se encontra em níveis bastante baixos.

O óxido de nitrogênio, NOx, é irritante ao sistema respiratório e pode prejudicar a função pulmonar e provocar doenças respiratórias graves como bronquite, tosse e edema pulmonar. O NOx participa de diversos fenômenos atmosféricos globais como, por exemplo, o Smog fotoquímico, o efeito estufa e as chuvas ácidas (KOSLOWSKI, 2014).

O monóxido de carbono, CO, é um gás incolor e inodoro, muito tóxico e tem a mesma densidade do ar. Sua formação se dá, principalmente, pela combustão incompleta dos hidrocarbonetos na fase intermediária, causada pela falta de oxidantes e baixas temperaturas (SQUAIELLA, 2010). Na atmosfera o composto pode sofrer oxidação por radicais livres formando dióxido de carbono. A principal via de exposição ao monóxido de carbono é a respiratória e intoxicações agudas podem ser fatais. É uma das principais substâncias presentes na chuva ácida e também é responsável por contribuir para o efeito estufa (CETESB, 2017).

A melhoria da qualidade dos combustíveis e da tecnologia dos veículos, além de soluções de mobilidade urbana constituem um conjunto de medidas necessárias ao alcance e manutenção de padrões de qualidade do ar compatíveis com a proteção da saúde das populações expostas (PROCONVE, 2013).

A figura 1 mostra que nas cidades brasileiras com mais de 60.000 habitantes cerca de 56% das viagens são feitas por meio rodoviário, sendo o transporte por ônibus (urbanos e metropolitanos) responsável por 26%, contra 30% da motorização individual (carros e motos) (ANTP, 2008).

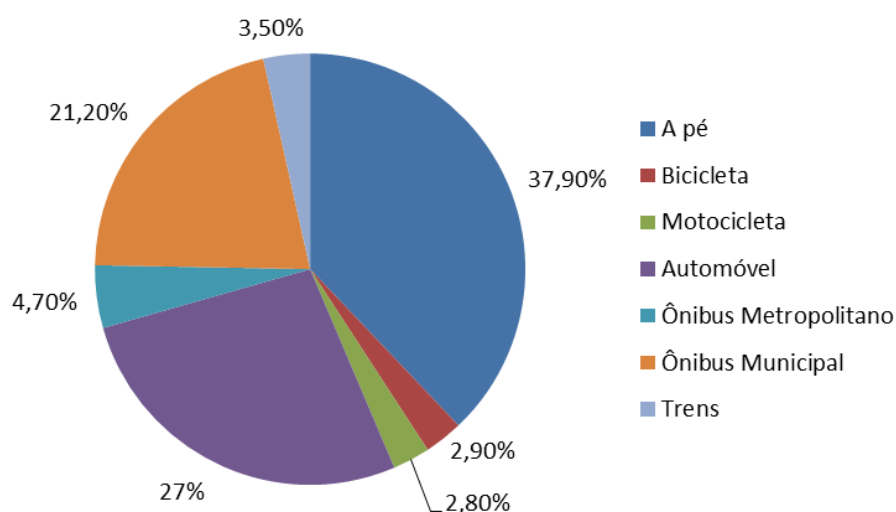


Figura 1- Modos de deslocamento nas cidades brasileiras com população superior a 60.000 habitantes.
Fonte: ANTP, 2008.

Destaca-se que o tipo de motor, sua regulagem, manutenção e modo de dirigir influenciam na quantidade de poluentes emitidos pelos veículos. Os principais emissores de monóxido de carbono e hidrocarbonetos são os veículos leves (automotores de passeio e de uso misto), movidos à gasolina e a álcool, enquanto que os maiores emissores de óxidos de nitrogênio e de enxofre são os veículos pesados (ônibus e caminhões) (TEIXEIRA, 2007).

A fim de reduzir as emissões de poluentes diversos aditivos são desenvolvidos para serem incorporados nos combustíveis dos veículos.

Dentre os aditivos, os mais conhecidos são os melhoradores de ignição ou de cetano, melhoradores de lubrificidade, estabilizantes, antioxidantes e biocidas.

O Dienitro é um aditivo intensificador de combustão, formulado a partir de produtos naturais, óleos essenciais cítricos, derivados de quatro elementos que são extraídos através de processos de destilação, fracionamento e extração rigorosamente processados.

O objetivo deste trabalho é estudar a influência do aditivo Dienitro nas emissões de monóxido de carbono (CO) e óxido de nitrogênio (NOx) em ônibus de transporte coletivo para o sistema Diesel S-10 com SCR (Redução Catalítica Seletiva).

Material e Métodos

Um analisador de emissões de gases foi utilizado para realizar a medição das emissões antes e após a adição do Dienitro ao Diesel (Fig. 2) em um veículo da marca Mercedes, modelo OF-1.519 MBB, carroceria Marcopolo, fabricado no ano de 2015.

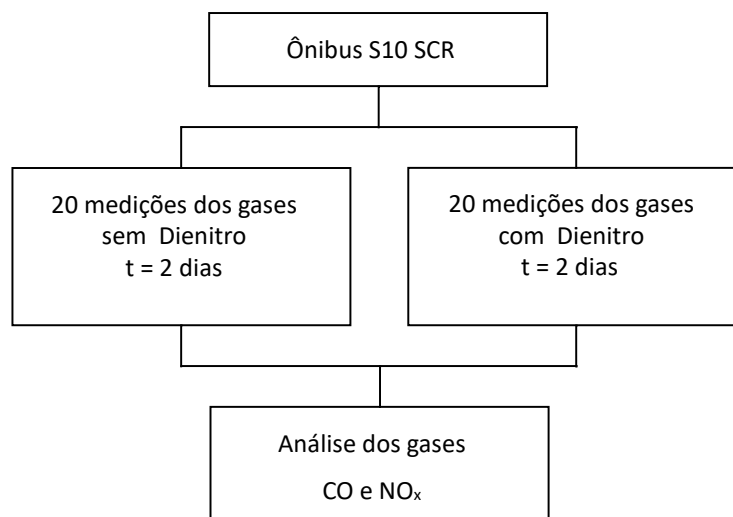


Figura 2 - Fluxograma das medições realizadas durante o teste de campo.

O chassis OF-1.519 é equipado com motor eletrônico OM-924 LA (PROCONVE P-7) de 4 cilindros com potência de 208 HP, que proporciona economia de combustível e alto torque em baixas rotações com sistema SCR e utiliza o diesel S10 combustível.

Vinte medições foram realizadas em 2 dias, permitindo o cálculo da taxa média de emissão de gases. As concentrações foram determinadas na unidade de ppm (partículas por milhão) e convertidas para uma média de leitura em mg / N.m³ (miligramas por metro cúbico normal), com e sem o aditivo.

As medições foram realizadas no momento em que o veículo estava a 1300 rpm (rotações por minuto); a uma temperatura estabilizada entre 70 e 90 °C; sem carga e com o suprimento de combustível, os controles do afogador em repouso e o veículo estacionário.

A adição do Dienitro foi realizada manualmente, antes do abastecimento com diesel, a uma taxa de 1,5 litros de aditivo por 1000 litros de diesel (0,15%), ou seja, o aditivo foi adicionado ao tanque antes da adição do combustível a fim de garantir a mistura.

A medição de gases foi realizada por um multi analisador de gases de combustão Otima7. O equipamento mede os gases O₂, CO, CO₂, NO, NO₂ e SO₂ e foi calibrado pela Rede Brasileira de Calibração, em conformidade com a ISO / IEC 17025. Foi realizada análise estatística não paramétrica utilizando o Wilcoxon-Mann-Whitney no programa Mini Tab. Esse teste é aplicado em situações em que se tem um par de amostras independentes e deseja testar se as populações que deram origem a essas amostras podem ser consideradas semelhantes ou não. Para este teste, foi utilizada a diferença entre as medianas e obteve-se como resultado o nível de confiança de 95%. As medidas de NO_x foram feitas calculando a diferença de NO e NO₂, que também são medidas pelo princípio eletroquímico.

Primeiramente, sem a utilização do aditivo, foram realizadas as medições para verificar a poluição gerada pelo veículo e, posteriormente, foi mensurada a poluição gerada pelo veículo com adição de Dienitro.

Foram coletadas as condições atmosféricas durante as medições de emissão de gases, conforme pode ser visto na tabela 1.

Tabela 1 - Condições atmosféricas durante as medições de emissões de gases.

Condição	Temperatura do ar (° C)	Umidade Relativa (%)	Pressão Atmosférica (hPa)	Velocidade do vento (m/s)	Direção do vento (graus)
S10 sem Dienitro	24.2	49	1,018.0	3.4	12
S10 com Dienitro	23.4	90	1,020.6	2.9	158

Nota: Não foi identificada precipitação durante a medição dos gases.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Resultados e Discussão

Diversas propriedades dos combustíveis influenciam a emissão em motores diesel. Ao contrário dos motores a gasolina, onde a combustão começa com uma ignição bem definida, a combustão nos motores a diesel começa com vários núcleos de ignição em diferentes locais da câmara de combustão. A proporção ar-combustível varia em toda a câmara de combustão devido aos vários graus de mistura ar-combustível.

A presença ou ausência de oxigênio é outro fator que altera essa relação. Os aditivos podem influenciar todo o processo de combustão, desde o retardo da ignição até os gases de exaustão. Todo o conjunto de processos físicos e químicos envolvidos na combustão é diretamente influenciado pelas propriedades dos aditivos (viscosidade, índice de cetano, calor de combustão, quantidade de oxigênio, etc.) e são fatores determinantes na emissão de poluentes atmosféricos pelos motores a diesel.

Em geral, um aditivo com alto índice de cetano reduzirá o tempo de ignição, ou seja, facilitará o início do processo de combustão. Essa redução no atraso de ignição também reduzirá a fase de combustão rápida da pré-mistura de ar e combustível, gerando uma liberação mais suave de energia na câmara de combustão. A liberação de energia mais branda está relacionada ao não acúmulo de combustível na câmara de combustão. Quando o atraso da ignição é grande, uma grande quantidade de combustível é acumulada na câmara de combustão do motor, gerando picos de alta temperatura logo após o início da combustão. Portanto, os picos de temperatura dentro da câmara tendem a ser mais baixos quando se usa um aditivo de alto índice de cetano.

No entanto, outras propriedades também podem influenciar o atraso na ignição. Aditivos que possuem altos valores de calor latente requerem uma grande quantidade de energia para vaporizar na câmara de combustão e contribuir para que o processo de combustão não atinja temperaturas tão altas quanto as do combustível puro de referência. Este processo de vaporização pode reduzir a temperatura da câmara e, assim, aumentar o atraso de ignição (YING et al., 2005; QI et al., 2011).

a) Emissão de CO

A emissão de CO, como pode ser visto nas Tabelas 2 e 3 e Figura 3, foi reduzida com a adição de Dienitro. Neste artigo, o atraso de ignição não foi medido, mas como o único fator alterado foi a formulação do combustível (mantendo a bomba e o injetor nas mesmas condições), pode-se sugerir que o aditivo ocasionou o atraso da ignição ao comparar os resultados desse trabalho com os resultados de trabalhos da literatura (YING et al., 2005; QI et al., 2011) que realizaram a medida de emissão dos gases.

Tabela 2 - Resultados das medições dos gases CO e NOx do veículo S10 - SCR (Mercedes), sem e com Dienitro.

Condição	CO (mg/Nm ³)	σ (mg/Nm ³)	NO _x (mg/Nm ³)	σ (mg/Nm ³)
Média sem Dienitro	13.492,7	225,7	3.146,4	24,0
Média com Dienitro	11.368,0	221,8	2.169,5	25,7

FONTE: Autoria própria.

Tabela 3 - Variação das emissões do veículo S10 SCR sem e com Dienitro.

Gases	Média sem Dienitro (mg/Nm ³)	Média com Dienitro (mg/Nm ³)	Variação (mg/Nm ³)	Variação (%)
CO	13.492,7	11.368,0	-2.124,7	-15,7
NO _x	3.146,4	2.169,5	-976,9	-31,0

FONTE: Autoria própria.

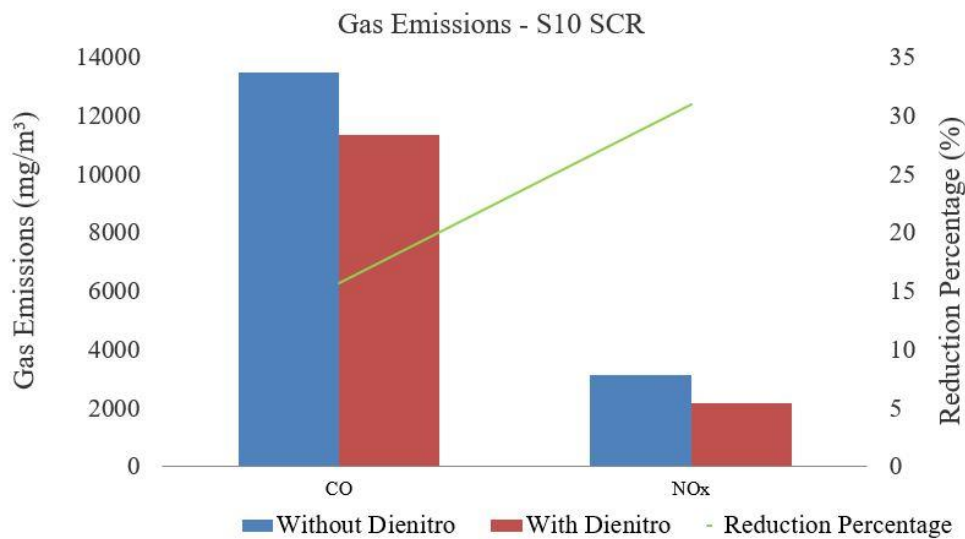


Figura 3 – Comparação da emissão de CO e NO_x do veículo S10 SCR (Mercedes), sem e com Dienitro.

Outra característica importante a ser avaliada nos combustíveis é a quantidade de energia térmica liberada no processo de combustão. Os aditivos que exibem uma alta liberação de energia durante o processo de combustão tendem a aumentar a temperatura da câmara e reduzir as regiões mal misturadas na câmara de combustão.

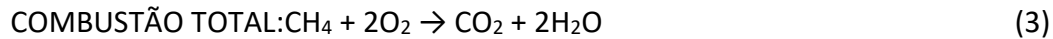
Para avaliar a liberação de energia durante o processo de combustão do óleo diesel aditivado, a relação entre a entalpia de combustão do aditivo puro e a emissão de CO é um parâmetro importante a ser avaliado na formação desse poluente. Aditivos com maior entalpia de combustão são conhecidos por gerar as menores emissões de CO.

O aditivo gerou uma menor emissão de CO, indicando uma combustão mais completa. Segundo o fabricante, este aditivo tem um ligeiro aumento de 1 ou 1,5 pontos no número de cetano, baixa entalpia de vaporização (energia a ser vaporizada) e alta entalpia de combustão.

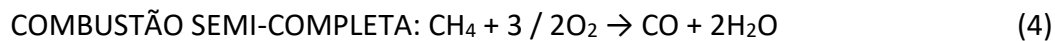
A redução de CO do diesel S10 foi menor do que a encontrada em estudos com veículos utilizando diesel S50 conforme esperado; porque o diesel S10 tem redução, principalmente, no teor de enxofre (10 partes por milhão); que reduz a quantidade de NO_x, SO_x e outras partículas durante a queima; em comparação com o S50 (50 partes por milhão) (ANP, 2018).

Como resultado dos estudos dos autores (KOSLOWSKI et al., 2014; MAZIERO et al., 2006), observou-se que o diesel S10 apresenta uma pequena redução na emissão de poluentes em relação ao diesel S50.

Outro fator importante na geração de CO está relacionado à presença de álcool no Dienitro. O CO é produzido, direta ou indiretamente, pela queima de combustíveis. Na combustão ideal (3), oxigênio (O₂) e carbono (C) se combinam para produzir CO₂.



Entretanto, a formação de CO ocorre quando o O₂ disponível durante a combustão é inadequado (4) para formar CO₂ (KHORRAMSHOKOUH et al., 2016).

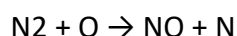


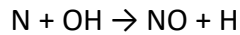
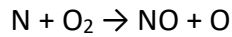
Estudos anteriores (WEI et al., 2015; TUTAK et al., 2015) observaram um aumento na emissão de CO com a mistura de álcool e diesel. A razão para esta observação é que a quantidade de oxigênio necessária para produzir CO aumenta com a mistura de álcoois. O maior teor de mistura de álcool pode resultar em maior emissão de CO com maior carga do motor, até certo ponto, como resultado de uma temperatura de combustão mais baixa causada pelo significativo calor latente de vaporização que os álcoois possuem. Com uma taxa de compressão mais alta e uma carga mais alta, a temperatura de combustão aumenta. Isso resulta em uma maior afinidade do oxigênio com o carbono, pois a influência de um átomo de oxigênio na reação de oxidação do álcool será aumentada. Como resultado desta condição, o CO é convertido em CO₂ e a formação de CO diminui.

O aumento da velocidade de rotação do motor aumenta a temperatura do motor o que dá origem à produção de CO₂ (ZHU et al., 2010; KARABEKTAS et al., 2009), pois a combustão é a etapa básica para a produção do CO (HARISH et al., 2017).

b) Emissão de NO_x

A formação de NO_x depende muito da temperatura do cilindro, da porcentagem de oxigênio do combustível e do tempo para que ocorra a reação de ignição. A câmara de combustão leva ao estado atômico e participa de uma série de reações que envolve alta temperatura de combustão ou de chama (alto tempo de ignição), N₂ do ar (o ar tem 79% N₂ e 21% O₂) e oxigênio do combustível. As três reações térmicas líderes que produzem NO_x foram mostradas no Mecanismo de Zeldovich (FAYYAZBAKHS et al., 2016a; FAYYAZBAKHS et al., 2017):





Ao adicionar um combustível oxigenado ao óleo diesel, as emissões de NOx aumentam devido à geração do oxigênio necessário para a formação de NOx.

A formação de óxido de nitrogênio está disponível em altas temperaturas da câmara, ou seja, a menor temperatura da câmara de combustível reduz a emissão de óxidos de nitrogênio (CANAKCI, 2007; PENG et al., 2006).

A medida que o NOx se intensifica com o aumento da carga do motor, essa resposta diminui com o aumento da rotação do motor. Como o aumento da rotação do motor causa uma temperatura mais baixa, o mesmo não atinge a temperatura necessária para produzir NOx. Como as formações de NOx são extremamente dependentes da temperatura de combustão, ou seja, devido ao menor retardo de ignição, há um menor acúmulo de combustível durante a combustão, o que por sua vez leva à redução das emissões de NOx.

As reduções das emissões de NOx pela adição de Dienitro ao óleo diesel S10, bem como seu desvio padrão (σ) podem ser vistas nas Tabelas 2 e 3 e na Figura 3. As quantidades de óxido de nitrogênio também são influenciadas pelo calor de combustão dos combustíveis. Um combustível que libera menos energia durante a combustão produz, conseqüentemente, menores temperaturas dentro da câmara de combustão, ou seja, menores temperaturas dentro da câmara de combustão, isto é, aditivos com menor entalpia de combustão apresentam menores emissões de NOx.

Heywood (1989) também observou em seu estudo sobre Fundamentos de Motores de Combustão Interna que as emissões de NOx dependem da temperatura da câmara de combustão e da disponibilidade de oxigênio. Conseqüentemente, as emissões de NOx do diesel para o Dienitro são mais baixas do que as do diesel, porque a taxa de liberação de calor do diesel para o Dienitro é menor. Prasad et al. (2012) também relatou em seu estudo de Avaliação de Desempenho de Óleos Vegetais Não Comestíveis como Combustíveis Substitutos em Motores Diesel de Baixa Rejeição de Calor uma redução das emissões ao usar óleo de Jatropha como aditivo em motores a diesel de baixa rejeição de calor.

Fayyazbakhsh (2016b) em seu estudo da influência dos aditivos-combustível no desempenho e nas emissões do motor diesel mostra que, com a adição do nitro metano e cério no diesel-etanol, a emissão mínima de NOx foi alcançada e na melhoria do desempenho do motor devido ao aumento do número de cetano.

Conclusão

Combustíveis aditivos são produzidos a partir de diferentes formulações e misturas para analisar o efeito de diferentes parâmetros no desempenho do motor, emissões de gases e propriedades do combustível. Neste artigo a porcentagem do Dienitro no diesel e a rotação do motor são parâmetros controlados. Com base nessas experiências, os principais resultados são resumidos da seguinte forma:

1. O uso de Dienitro reduziu as emissões de CO e NOx em todos os combustíveis aditivados;
2. Este aditivo proporciona um leve aumento de 1 ou 1,5 pontos no número de cetano, baixa entalpia de vaporização (energia a vaporizar) e alta entalpia de combustão, ou seja, o Dienitro aumentou o número de cetano, facilitando o início do processo de combustão e reduzindo a emissão de CO.
3. CO é convertido em CO₂ e, a formação de CO diminui.
4. Sugere-se, baseado na comparação com estudos de outros autores, que as emissões de NOx foram reduzidas devido ao menor atraso na ignição e menor acúmulo de combustível durante a combustão.

Referências bibliográficas

- ANP. *Mandatory percentage of biodiesel goes to 10%*. Oil National Agency, 2018.
- ANTP. *Mobilidade Humana para um Brasil Urbano. Associação Nacional de Transportes Públicos*. São Paulo/SP. 2008.
- CANAKCI, M. Combustion characteristics of a turbocharged DI compression ignition engine fueled with petroleum diesel fuels and biodiesel. *Bioresource Technology*, v. 98, p. 1167, 2007.
- CETESB. Divisão de Toxicologia Humana e Saúde Ambiental, *Ficha de Informação Toxicológica*. CETESB, 2017.
- FAYYAZBAKSH, A; PIROUZFAR, V. Determining the optimum conditions for modified diesel fuel combustion considering its emission, properties and engine performance. *Energy Conversion and Management*, v. 113, p. 209-219, 2016a.
- FAYYAZBAKSH, A; PIROUZFAR, V. Comprehensive overview on diesel additives to reduce emissions, enhance fuel properties and improve engine performance. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 74, p. 891-901, 2017.
- FAYYAZBAKSH, A; PIROUZFAR, V. Investigating the influence of additives-fuel on diesel engine performance and emissions: Analytical modeling and experimental validation. *Fuel*, v. 171, p. 167-177, 2016b.
- HARISH, V; VENKATARAMANAN, M. Influence of diethyl ether (DEE) addition in ethanol-biodiesel-diesel (EBD) and methanol-biodiesel-diesel (MBD) blends in a diesel engine. *Fuel*, v. 189, p. 377–390, 2017.
- HEYWOOD, JB. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York: Mac Graw Hill, 1989. 930p.
- KARABEKTAS, M; HOSUZ, M. Performance and emission characteristics of a diesel engine using isobutanol – diesel fuel blends. *Renew Energy*, v. 34, p. 1554–1559, 2009.
- KHORRAMSHOKOUH, S.; PIROUZFAR, V.; KAZEROUNI, Y.; ABEDINI, R. Improving the properties and engine performance of diesel–methanol–nanoparticle blend fuels via optimization of the emissions and engine performance. *Energy & Fuels*, v. 30, n. 10, p. 8200-8208, 2016.
- KOSLOWSKI, LAD; SCHROEDER, T; JANTSCH, LR; MEDEIROS, SHW; VAZ, C. Study of combustion gases from diesel S 10 and S 50. In: 4^o International Congress of Environmental Technologies, *Anais...* Bento Gonçalves, 2014.

MAZIERO, J.V.G.; CORRÊA, I.M.; TRIELLI, M.A.; BERNARDI, J.A.; D'AAGOSTINI, M.F. Evaluation of pollutant emissions from a diesel engine using sunflower biodiesel as fuel. *Engineering in Agriculture*, v. 14, n. 4, p. 287-292, 2006.

PENG, CY; LAN, CH; DAI, YT. Speciation and quantification of vapor phases un soy biodiesel and waste cooking oil biodiesel. *Chemosphere*, v. 65, p. 2054, 2006.

PRASAD, C; KRISHNA, M; REDDY, C; Mohan, K. Performance evaluation of nonedible vegetable oils as substitute fuels in low heat rejection diesel engines. *Journal of Automobile Eng.*, v. 214(2), p. 181-187, 2012.

PROCONVE. *Motor Vehicle Air Pollution Control Program*, n. 10, p. 1-8, 2013.

QI, DH; CHEN, H; GENG, L.M; BIAN, Y.Z. Effect of diethyl ether and ethanol additives on the combustion and emission characteristics of biodiesel-diesel blended fuel engine. *Renewable Energy*, v. 46, p. 1252, 2011.

SQUAIELLA, LUCAS L. F. *Efeito do Sistema de Recirculação dos Gases de escape no controle de emissões de NOx em Motores a Diesel*. UNICAMP. 2010. Campinas/SP. 2010.

TEIXEIRA, EC; FELTES, S; SANTANA, ERR. Study of Emissions from Mobile Sources in the Porto Alegre Metropolitan Region. *Quim. Nova*, Porto Alegre, v. 31, p. 244-248, 2008.

TUTAK, W; LUKACS, K; SZWAJA, S; BERECZKY, A. Alcohol–diesel fuel combustion in the compression ignition engine. *Fuel*, n. 154, p. 196–206, 2015.

WEI, L; YAO, C; WANG, Q; PAN, W; HAN, G. Combustion and emission characteristics of a turbocharged diesel engine using high premixed ratio of methanol and diesel fuel. *Fuel*, n. 140, 156–163, 2015.

YING, W; LONGBAO, Z; ZHONGJI, Y; HONGYI, D. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D. *Journal of Automobile Engineering*, v. 219, p. 263, 2005.

ZHU, L; ZHANG, W; HUANG, Z. Experimental study on particulate and NOx emissions of a diesel engine fueled with ultra low sulfur diesel, RME-diesel blends and PMEdieselblends. *Science of the Total Environment*, v. 408, n. 5, p. 1050–1058, 2010.

¹Michelle Maruska Mader. Doutoranda em Zootecnia e pesquisadora do Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais - GIA da Universidade Federal do Paraná.

²Cássio Aurélio Suski. Professor Doutor. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Câmpus Itajaí, Avenida Vereador Abraão João Francisco, 3899 – Ressacada - SC. cassio.suski@ifsc.edu.br.

Este artigo:

Recebido em: 09/2020

Aceito em: 01/2021

Como citar este artigo:

MADER; Maruska Mader; SUSKI, Cássio Aurélio. Um estudo da influência do aditivo Dienitro nas emissões de CO e NOx em ônibus de transporte coletivo a diesel. *Scientia Vitae*, v.11, n.32, ano 8, p. 1-10, jan./fev./mar. 2021.