

## **Avaliação das emissões de Monóxido de carbono (CO) em um motor-gerador ciclo diesel utilizando diesel e biodiesel**

Helton Aparecido Rosa<sup>1</sup>, Luiz Inácio Chaves, Deonir Secco<sup>1</sup>, Christiano Beloti Reolon<sup>1</sup>,  
Willian Tenfen Wazilewski<sup>1</sup>, Gustavo Veloso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, PPGEA – Programa de Pós Graduação em Energia na Agricultura – Nível Mestrado, Cascavel /PR.

helton.rosa@hotmail.com, l\_inaciochaves@hotmail.com, deonir.secco@unioeste.br,  
christianobeloti@gmail.com, tw.willian@gmail.com, veloso\_g@hotmail.com

**Resumo:** O biodiesel é uma das fontes renováveis de energia e pode ser utilizado em motores de combustão interna em substituição ao óleo diesel. Objetivo do presente trabalho é avaliar as emissões de monóxido de carbono (CO) em um motor-gerador de pequeno porte alimentado com três diferentes biodieseis provenientes de soja e compará-las ao óleo diesel. Neste estudo, utilizou-se um motor gerador ciclo diesel, modelo BD 6500CF de 7,36 kW (10 cv) de potência com 5,5 kVA/5,0 kW de potência nominal, com tensão de saída de 120/240 V monofásico. Os biodieseis utilizados foram feitos pelo processo de transesterificação no Laboratório de Biocombustíveis da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Para quantificar a emissão de monóxido de carbono foi utilizado um analisador de qualidade de combustão e emissões Modelo PCA3-285KIT/24-8453, da marca Bacharach. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey à 5% de significância. O biodiesel de óleo residual de fritura e de óleo refinado propiciaram uma redução significativa de emissões de monóxido de carbono ao se comparar com o óleo diesel.

**Palavras-Chave:** biocombustível, fonte renovável, microgeração

### **Evaluation of emissions of carbon monoxide (CO) in a diesel cycle engine-generator using diesel and biodiesel**

**Abstract:** Biodiesel is a renewable energy and can be used in internal combustion engines to replace diesel. Aim of this study is to evaluate the emissions of carbon monoxide (CO) in a small engine generator fueled with biodiesel from three different soybeans oil's and compare them with diesel. In this study, we used a diesel cycle engine generator, model BD 6500CF of 7.36 kW (10 hp) of power with 5.5 kVA/5.0 kW nominal power, with output voltage of 120/240 V single phase. The biodiesel used were made by the transesterification process in the Laboratory of Biofuels of the State University of West Paraná. To quantify the emission of carbon monoxide analyzer was used and the quality of combustion emissions Model PCA3-285KIT / 24-8453, brand Bacharach. The treatment means were compared by Tukey test at 5% significance level. The biodiesel from waste frying oil and refined oil caused a significant reduction in emissions of carbon monoxide when compared with diesel oil.

**Key words:** biofuel, renewable source, microgeneration.

## Introdução

As constantes preocupações com o meio ambiente, fez com que nos últimos anos a busca por fontes alternativas de energia tenham tomado destaque no cenário mundial. Dentre essas fontes se destaca o biodiesel, que é um combustível que além de renovável, pode reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

De acordo com Silva et al.(2012) os principais materiais utilizados para a produção do biodiesel são óleos vegetais (óleo de soja, girassol, canola, mamona, dendê) e gorduras animais, como sebo bovino e gordura de frango e ainda o uso de óleo residual de frituras.

Como combustível, o biodiesel possui características vantajosas em relação aos combustíveis derivados do petróleo, podendo ser citada a condição de ser virtualmente livre de enxofre e de compostos aromáticos; alto número de cetano; teor médio de oxigênio; maior ponto de fulgor; menor emissão de partículas, HC, CO e de CO<sub>2</sub>; caráter não tóxico e biodegradável, além de ser proveniente de fontes renováveis (Barbosa et al., 2008).

Sendo assim é de suma importância estudos que relacionam desempenho, consumo específico, eficiência e emissões de gases gerados na combustão, quando da utilização de biodiesel em comparação ao óleo diesel mineral.

Uma das grandes vantagens do biodiesel é a adequação aos motores do ciclo diesel, pois enquanto o uso de outros combustíveis limpos, como o gás natural ou o biogás, necessita da adaptação dos motores, a combustão de biodiesel não carece, o que o torna uma alternativa técnica bastante precursora, capaz de atender à frota movida a óleo diesel (D'agosto, 2004).

Ali et al.(1996), em pesquisa sobre desempenho de um motor ciclo diesel utilizando diferentes biocombustíveis oriundos de óleos vegetais, em mistura ao óleo diesel mineral, demonstrou que o desempenho do motor foi similar ao obtido com óleo diesel.

Enquanto Pereira et al.(2007), perceberam o potencial do biodiesel na redução das emissões de material particulado e fumaça, onde em um estudo utilizando biodiesel de soja e óleo diesel, observaram reduções na emissão de monóxido de carbono (CO) e dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) com a utilização do combustível renovável.

Portanto, o biodiesel pode ser utilizado em motores diesel com poucas modificações. O biodiesel puro, ou misturado ao diesel propicia uma lubrificação superior no motor, o que reduz seu desgaste e faz com que os componentes tenham uma maior vida útil (Canakci et al., 2006).

Objetivo do presente trabalho é avaliar as emissões de monóxido de carbono (CO) em um motor-gerador de pequeno porte alimentado com três diferentes biodieseis provenientes de soja e compará-las ao óleo diesel.

### **Material e Métodos**

Neste estudo, utilizou-se um motor-gerador ciclo diesel, modelo BD 6500CF de 7,36 kW (10 cv) de potência com 5,5 kVA/5,0 kW de potência nominal, com tensão de saída de 120/240 V monofásico. Os biodieseis utilizados foram os seguintes: biodiesel de óleo de soja bruto, biodiesel de óleo residual de fritura e biodiesel de óleo refinado, além do diesel puro fornecido pela REPAR (Refinaria Presidente Getúlio Vargas). Foram feitos pelo processo de transesterificação no Laboratório de Biocombustíveis da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Como catalisador foi utilizado 1% Hidróxido de potássio (KOH) em relação ao volume de óleo inicial e o álcool utilizado foi o Metanol, sendo adicionado 25% do volume inicial de óleo.

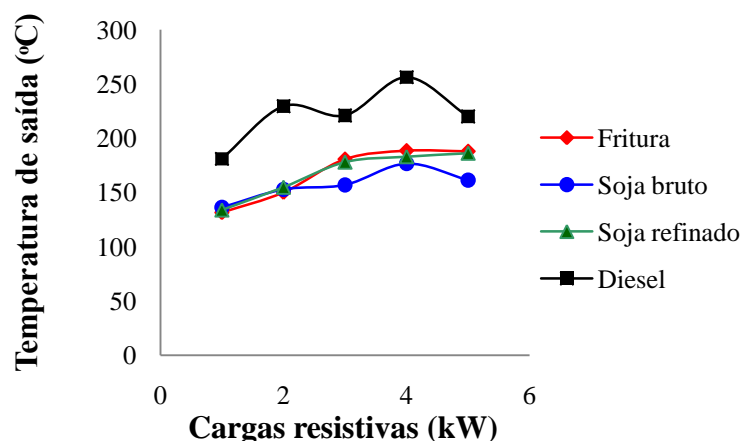
A simulação da carga no gerador foi realizada por meio de um banco de resistências elétricas, cujas potências são controladas por meio de chaves de um painel elétrico. As cargas nominais adotadas foram: 1,0 kW; 2,0 kW; 3,0 kW; 4,0 kW; 5,0 kW. As cargas adotadas foram às mesmas para efeitos de comparação entre o óleo diesel mineral e o biodiesel.

Para quantificar a emissão de monóxido de carbono foi utilizado um analisador de qualidade de combustão e emissões Modelo PCA3-285KIT/24-8453, da marca Bacharach. O analisador possui certificado de calibração de N° 1011/AN5420, com data de 24/11/2010 para os itens de temperatura e concentração. Para o ensaio de emissões, a sonda de captação do equipamento foi exposta na área de escape dos gases de combustão e aguardou-se até a estabilização dos valores. Esse processo foi repetido por quatro vezes consecutivas. Para as emissões de gases foi realizada análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey à 5% de significância.

### **Resultados e discussão**

Na Figura 1 apresentam-se as temperaturas médias de saída de monóxido de carbono nos diferentes combustíveis analisados, para cada carga resistiva aplicada.

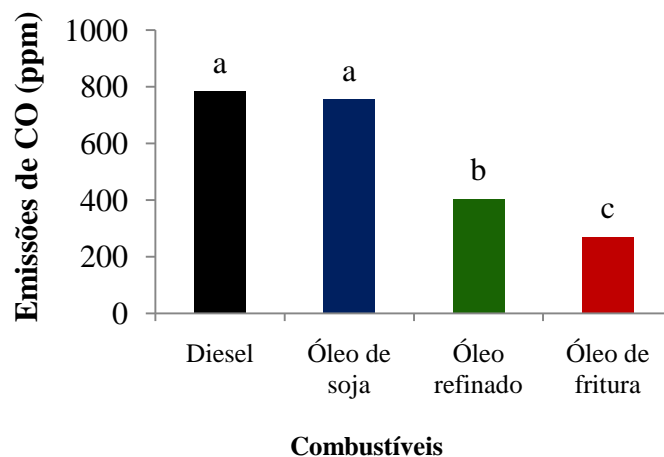
Observa-se que não ocorreram grandes diferenças de temperatura de saída dos gases entre os três biodieseis nas diferentes cargas resistivas. Já a temperatura do diesel, foi para todas as cargas superiores a 200°C, sendo que a carga de 4 kW apresentou em média 256 °C, que foi a maior média de temperatura de escape de gases entre todos os combustíveis avaliados.



**Figura 1.** Temperatura média de saída do gás monóxido de carbono

Resultados que corroboram com os encontrados por Dib (2010), que estudando vários biodieseis de espécies vegetais, observou que com a utilização somente de biodiesel, não ocorreram grandes diferenças de temperatura de escape para uma mesma carga.

Na Figura 2 encontram-se as médias gerais para todas as cargas de emissões de monóxido de carbono para os diferentes combustíveis.



Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste Tukey a 5% de significância

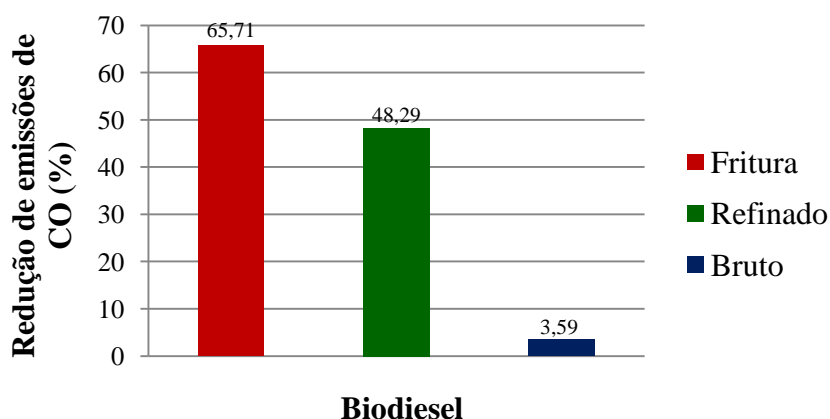
**Figura 2.** Médias gerais de emissões de CO para todas as cargas resistivas dos diferentes combustíveis

As emissões médias de CO estão mostradas na Figura 2, onde o diesel apresentou em média 782 ppm e foi estatisticamente igual ao biodiesel de óleo de soja com 754 ppm. Já o biodiesel de óleo refinado apresentou 404 ppm de emissões totais de CO, e diferiu dos demais

combustíveis. O combustível que apresentou menores quantidades de emissões foi o biodiesel de óleo residual de fritura, que teve 268 ppm de emissões totais.

Segundo Maziero et al.(2006); Castelanelli et al.(2008) as reduções nas emissões específicas de CO podem ser explicadas pela presença de oxigênio na molécula de biodiesel, uma vez que a disponibilidade deste comburente na câmara de combustão desloca a reação de queima do combustível, no sentido de produzir maiores quantidades de CO<sub>2</sub>.

Na Figura 3 encontram-se as porcentagens de reduções de emissões de CO dos 3 biodieseis em relação ao diesel.



**Figura 3.** Porcentagem de redução de emissões de CO

Verifica-se que o biodiesel que propiciou maior redução de emissões de CO foi o proveniente de óleo residual de fritura, que reduziu em 65% as emissões em relação ao diesel, logo em seguida o biodiesel de óleo refinado obteve 45% de redução. O biodiesel com menor destaque na redução de emissões foi o biodiesel óleo de soja, que reduziu aproximadamente 4%.

Em pesquisa utilizando biodieseis de espécies vegetais Maziero et al.(2006) obteve uma redução de 32% de emissões de CO, enquanto Peterson & Reece (1996) com a utilização do biodiesel de colza, obteve uma redução de 7,6%

Dorado et al.(2003) obteve um alto valor de reduções de CO com o uso de biodiesel, elas foram de aproximadamente 59% e próximas as encontradas nesse estudo para o biodiesel de óleo residual de fritura.

De acordo com Kivevele et al. (2011) o CO é um produto da combustão incompleta, portanto, com cargas mais altas do motor, e a temperatura mais elevada de combustão, promove uma combustão mais completa e, conseqüentemente, uma menor emissão de CO.

Segundo Ghobadian et al. (2009) o biodiesel contém oxigênio em sua estrutura, sendo assim, o oxigênio condito no biocombustível é a principal razão para a combustão mais completa e, ocasiona uma redução nas emissões de CO e outros gases.

### Conclusão

Os biodieseis de óleo residual de fritura e de óleo refinado propiciaram uma redução significativa de emissões de monóxido de carbono ao se comparar com o óleo diesel.

### Agradecimentos

Ao CNPq, a FPTi, a CAPES e a REPAR.

### Referências

- ALI, Y.; HANNA, M.A.; BORG, J.E. Effect of alternative diesel fuels on heat release curves for Cummins N 14 410 diesel engine. **Transactions of the ASAE**, v.39, n.3, p.407-414, 1996.
- BARBOSA, R.L.; SILVA, F.M.; SALVADOR, N.; VOLPATO, C.E.S. Desempenho comparativo de um motor de ciclo diesel utilizando diesel e misturas de biodiesel. **Ciência e Agrotecnologia**. 2008, vol.32, n.5, pp. 1588-1593
- CANAKCI, M.; ERDILB, A.; ARCAKLIOGLU, E. Performance and exhaust emissions of a Biodiesel engine. **Applied Energy** . p. 594-605.2006
- CASTELLANELLI, M.; SOUZA, S.N.M.; SILVA, S.L.; KAILER, E.K. Desempenho de motor ciclo Diesel em bancada dinâmométrica utilizando misturas diesel/biodiesel. **Engenharia Agrícola**. 2008, vol.28, n.1 pp. 145-153.
- D'AGOSTO, M. A. **Análise da eficiência da cadeia energética para as principais fontes utilizadas em veículos rodoviários no Brasil**. 2004. 259 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- DIB, F.H. **Produção de Biodiesel a partir de óleo residual reciclado e realização de testes comparativos com outros tipos de biodiesel e proporções de mistura em um motor gerador**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, São Paulo, 2010.
- DORADO, M.P.; BALLESTEROS, E.; GOMEZ, J.; LOPEZ, F.J. Exhaust emissions from a Diesel engine fueled with transesterified waste olive oil. **Fuel**. 82 (2003) 1311–1315.
- GHOBADIAN, B.; RAHIMI, H.; NIKBAKHT, A.M.; NAJAFI, G.; YUSAF, T.F. Diesel engine performance and exhaust emission analysis using waste cooking biodiesel fuel with an artificial neural network. **Renewable Energy**. 34, 976–982. 2009

KIVEVELE, T.; KRISFOF, L.; BERECZKY, A.; MBARAWA, M.M. Engine performance, exhaust emissions and combustion characteristics of a CI engine fuelled with croton megalocarpus methyl ester with antioxidant. **Fuel**. 90(8):2782-2789. 2011.

MAZIERO, J.V.G.; CÔRREA, I.M.; TRIELLI, M.A.; BERNARDI, J.A.; D'AGOSTINI, M.F. Avaliação de emissões poluentes de um motor diesel utilizando biodiesel de girassol como combustível. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa-MG, v.14, n.4, 287-292, 2006

PEREIRA, R. G.; OLIVEIRA, C.D.; OLIVEIRA, J.L.; OLIVEIRA, P.C.P; FELLOWS, C. E.; PIAMBA, O. E. Exhaust emissions and electric energy generation in a stationary engine using blends of diesel and soybean biodiesel. **Renewable Energy**, v. 32, n. 14, p. 2453-2460, 2007.

PETERSON, C.; REECE, D. Emissions characteristics of ethyl and methyl ester of rapeseed oil compared with low sulfur diesel control fuel in a chassis dynamometer test of a pickup truck. **Transaction of the ASAE**. v.39, n.3, p.805-816, 1996.

SILVA, M.J.; SOUZA, S.N.M.; SOUZA, A.A., MARTINS, G.I.; SECCO, D. (2012). Motor gerador ciclo diesel sob cinco proporções de biodiesel com óleo diesel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 16(3), 320-326.

---

**Recebido para publicação em:** 25/01/2012

**Aceito para publicação em:** 14/02/2012