

ESTUDO DAS EMISSÕES DE B5 COM ADITIVOS

Glécia Virgolino da Silva, gleciavs@yahoo.com.br¹
Maria Del Pilar Hidalgo Falla, drapilar@gmail.com²
Carlos Alberto Gurgel Veras, gurgel@unb.br¹

¹Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Mecânica - *Campus* Universitário Darcy Ribeiro, Brasília/DF - CEP 70910-900.

²Universidade de Brasília- *Campus* Gama, Área Especial 02 Lote 14 Setor Central Gama /DF, Caixa postal : 8114, CEP: 72405-610

Resumo: *A partir de 2005, com a Lei nº 11.097, foi introduzido o biodiesel na matriz energética brasileira, pela adição deste em determinadas proporções ao diesel convencional. Segundo a Agência Nacional do Petróleo (ANP), em 2010 esse percentual mínimo será de 5% em volume (B5). Desta forma, é necessário se avaliar o desempenho desta mistura em bancada específicas, notadamente no que concerne à emissão de poluentes. Neste trabalho foram avaliadas misturas de Diesel com Biodiesel sem aditivos e na presença destes. Os aditivos (A) adicionados nas misturas foram: um antioxidante e um depressor de ponto de congelamento. Assim foi testado as misturas de Biodiesel contendo aditivos (B5-A) , além do Biodiesel (B100-A), com também Diesel (B0) e B100 sem aditivo. O biodiesel foi obtido por transesterificação de óleo de fritura recolhido em restaurantes. Os resultados indicam um melhor desempenho no motor usando as misturas de B5-A e B100-A, em comparação aos obtidos no diesel comercial (B5) diesel puro (B0), e uma significativa redução das emissões dos gases poluentes.*

Palavras-chave: *Biocombustível, Biodiesel, Diesel, Aditivos, Testes de motor, Emissões de gases.*

1. INTRODUÇÃO

Desde o momento em que a humanidade começou a queimar materiais fósseis, como o carvão mineral e os derivados de petróleo, a quantidade de gases tóxicos liberados para a atmosfera tem-se elevado a cada ano que passa, trazendo alterações consideráveis no equilíbrio do ambiente. (Brasil, 2005)

Dados publicados no International Energy Outlook (IEO, 2009) apontam que o consumo de energia no mundo aumentará 44% de 2006 a 2030, se mantiverem as legislações e políticas energéticas atuais. No Brasil, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) descreve que o consumo de energia brasileiro aumentará principalmente no setor de transportes, representando um fator de 4% de 2005 a 2030 apenas neste setor. Esse acréscimo é consequência do desenvolvimento da indústria automobilística brasileira, entre outros fatores correlacionados. (MCT, 2009)

O setor de transportes caracteriza-se por uma elevada demanda de combustíveis fósseis, notadamente no que se refere aos derivados de petróleo (MCT, 2009). Aliado a isso, a produção de veículos pesados (ônibus e caminhões) somando algumas das maiores fabricantes teve um crescimento aproximado de 224% entre os anos de 2000 e 2008 (ANFAVEA, 2009). Tais fatores implicam claramente em uma elevação das emissões de gases poluentes, pela queima de óleo diesel, ao meio ambiente. Dessa maneira, a sociedade tem buscado alternativas para minimizar os impactos sofridos pelo planeta frente ao crescimento sócio-econômico dos países, especialmente aos incluídos na classificação “em desenvolvimento”, como o Brasil.

Uma alternativa para se minimizar o uso de derivados de petróleo no setor de transportes foi a inserção de biocombustíveis na matriz energética brasileira; atualmente constituindo 9,7% do total de combustíveis consumido no Brasil. (BEN, 2009)

Os biocombustíveis, em especial o biodiesel tendo como matéria-prima o óleo de soja, sebo bovino e óleo de algodão têm sido largamente utilizados. Em fevereiro de 2009 as respectivas participações como matéria-prima para a fabricação de biodiesel foram 75%, 17,8% e 5,1%. (MME, 2009)

De outro lado o óleo de fritura como matéria prima, representa uma alternativa economicamente viável, associado a uma alternativa ecológica que evita a poluição das águas, neste contexto alguns interessantes projetos estão sendo desenvolvidos em importantes Universidades em parceria com empresas de saneamento do Brasil. (Hidalgo, 2009 e 2010)

Em vista da capacidade do Brasil em produzir o biodiesel, suprir o mercado interno e dispor de um grande potencial de exportação, a Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, inseriu o biodiesel na matriz energética brasileira e estabeleceu como obrigatório a adição de um percentual mínimo de biodiesel ao óleo diesel comercializado nos postos

de combustíveis do território brasileiro. O percentual mínimo estabelecido para o ano de 2010 foi de 5%. (MCT, 2009) Este percentual tende a aumentar nos próximos anos, podendo chegar a 20% em 2018 para o as áreas metropolitanas do país. (BiodieselBr, 2009)

Em função desse cenário, a realização de testes e ensaios com motores e veículos é necessária para assegurar ao consumidor final a manutenção das garantias comerciais de veículos, bem como, da avaliação das emissões de gases ao meio ambiente ao se alterar a composição do combustível de interesse. Recentemente um Programa de Testes e Ensaio usando motores veiculares e estacionários foi publicado (MCT, 2009) com o objetivo de promover a convergência de esforços na avaliação da viabilidade técnica para o mercado consumidor da adição gradativa de percentuais de biodiesel ao óleo diesel, considerando a manutenção do caráter sustentável deste combustível.

Neste contexto, desde Agosto de 2008 temos iniciado nossas pesquisas para avaliar o efeito dos aditivos, mas comumente usados na fabricação do biodiesel para evitar a oxidação e cristalização das parafinas; temos avaliado principalmente a performance do motor e as emissões obtidas (Gurgel et al., 2009).

No presente trabalho mostra os resultados obtidos da mistura B5 atualmente vigente de acordo a norma (ANP, 2010) e B100 contendo aditivos; como também Diesel (B0) e B100 sem aditivo; além de uma amostra comercialmente nomeada como B5 adquirida de um posto de venda de combustíveis. O biodiesel foi obtido a partir de óleo de fritura do Restaurante da Universidade de São Paulo (USP). Os pacotes de aditivos adicionados na misturas contem: um aditivo antioxidante e um depressor de ponto de congelamento. Com estas amostras realizaram-se ensaios usando um motor diesel- Marca Perkin de 4 cilindros, em diferentes rotações de: 1500, 2000 e 2500 rpm; e diferentes cargas. Um equipamento da Naplo foi usado para a análise das emissões de gases poluentes tais como: CO, CO₂, HC e NOx em bancada específica.

1.1 ADITIVOS MAIS USADOS PARA MELHORAR A ESTABILIDADE DO BIODIESEL

1.1.1. Antioxidantes

Sabe-se que a estabilidade à oxidação é um problema sério que apresenta o biodiesel, em contraste muito pouco evidenciado no diesel. Os aspectos relacionados a estes estudos de degradação oxidativa e a influência de antioxidantes na estabilidade do biodiesel são muito escassos (Kurunczi, 2005).

A estabilidade à oxidação do biodiesel derivado de óleo de soja, assim como os obtidos de óleo de fritura tem sido uma preocupação no parque automotivo, uma vez que processos oxidativos promovem a formação de gomas e sedimentos que entopem os filtros de combustível e sistemas de injeção do motor. Adicionalmente, a elevada acidez e a presença de hidroperóxidos, compostos formados pela degradação oxidativa do biodiesel, os que podem ocasionar a corrosão de componentes do sistema combustível, bem como o ataque a elastômeros.

No início da presente década os pesquisadores (Mittelbatch e Shober, 2003) constataram que a eficiência de um dado antioxidante depende da matéria-prima de origem e da tecnologia empregada na produção do biodiesel, o que ressalta a importância da realização de investigações específicas para ésteres produzidos por diferentes vias reacionais.

Atualmente, os trabalhos desenvolvidos no Brasil estão mais direcionados às técnicas de análises, e a influência de aditivos sintéticos (Dantas et al., 2007 e Vasconcelos et al. 2007), os tornados pouco eficientes para resolver este serio problema que acarreta grandes prejuízos econômicos para o parque automotivo.

Em função do envelhecimento e/ou rancificação do biodiesel são gerados depósitos por precipitação. Testes realizados pela Bosch, em parceria com a ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores), AEA (Associação Brasileira de Engenharia Automotiva) e Sindipeças (Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores), constataram que a degradação de biodiesel gera rancificação que, por aderência, constitui uma das principais causas da formação de depósitos nos equipamentos de injeção. Em decorrência desse fenômeno, foi também observada uma queda no desempenho, aumento da susceptibilidade à corrosão e diminuição de vida útil dos motores (Dabague, 2003).

Existem poucos dados na literatura acerca do impacto do uso do biodiesel oxidado ou rancificado, sobre o desempenho e emissões dos motores. Van Gerpen (Van Gerpen et al., 1997) e colaboradores têm observado que o número de cetano aumenta proporcionalmente ao aumento do grau de oxidação do biodiesel. Finalmente, outros estudos para avaliar o desempenho do motor por efeito da oxidação de ésteres metílicos de óleo de soja, e os produtos de combustão dos motores, constataram que o uso de biodiesel quer oxidado ou não, apresentou um impacto muito semelhante ao diesel n°2, sobre o desempenho dos motores. Já com relação ao perfil de emissões, recentes dados na literatura mostram que em comparação ao biodiesel não oxidado, o material oxidado ocasionou reduções significativas dos níveis de CO (15%) e HC (16%) (Kurunczi, 2005).

1.1.1.1 Tipos de Antioxidantes

No mercado existem dois tipos de antioxidantes os sintéticos amplamente usados na indústria petroquímica, e os antioxidantes naturais atualmente em desenvolvimento.

a) Antioxidantes Sintéticos

Os antioxidantes sintéticos comerciais mais usados na indústria petroquímica mostram-se na **Figura 1**.

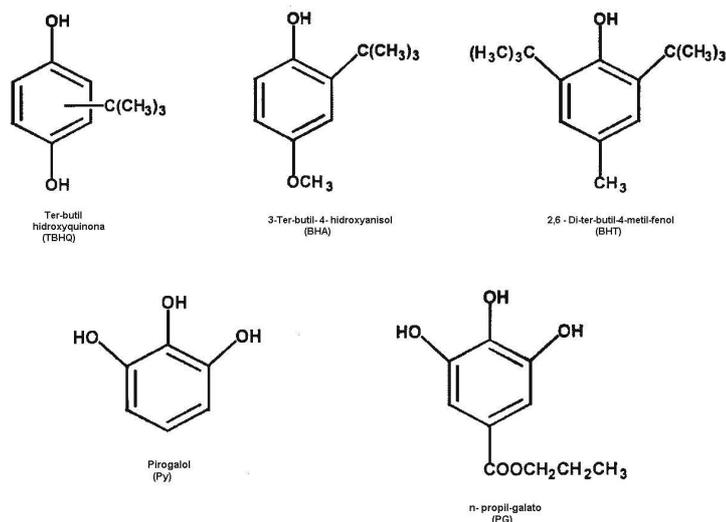


Figura 1: Antioxidantes sintéticos usados na indústria petroquímica.

b) Antioxidantes Naturais

A “tara” (*Caesalpinia spinosa* ou *Caesalpinia Tinctoria*) é uma planta leguminosa densamente distribuída no Peru, e também cultivada em zonas de fronteiras de Venezuela, Colômbia, Equador, Bolívia até o norte de Chile, onde a maior concentração de taninos hidrolizáveis, isto é, de ácido gálico, está em suas vagens (Figura 2). (Galvez et al. 1997 e Lapa, 2004).



Figura 2. Árvore de tara (*Caesalpinia Spinosa*).

No ano de 1985, estudo inicial destes antioxidantes naturais advindos da planta tara foram realizados na Universidade Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) (Hidalgo e Gibaja, 1980), e na época os extratos de taninos hidrolizáveis e extratos metanólicos mostraram resultados bastante promissórios de particular interesse para a indústria Petroquímica (Figura 3).

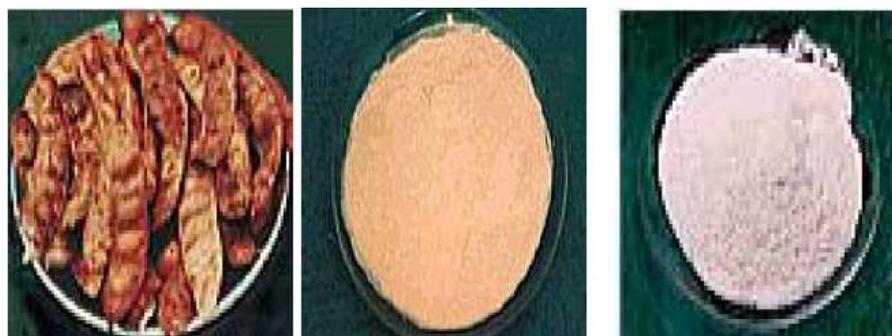


Figura 3. Extratos hidrolizáveis de tara com aplicação na indústria petroquímica.

O interesse pelo ácido gálico deve-se, ente outros fatores, pela sua propriedade antioxidante e antifúngica, já utilizado em indústrias de azeite, de curtimento de couro, fábricas de papel, entre outros. (Okezie et al., 1993).

Atualmente, estamos desenvolvendo metodologias de extração mais eficientes para a obtenção do ácido gálico extraído da tara (Figura 4), e avaliar seu efeito como antioxidante natural, de forma individual, e como parte de um pacote de aditivos específicos para bicomcombustíveis (Virgolino et al., 2009).

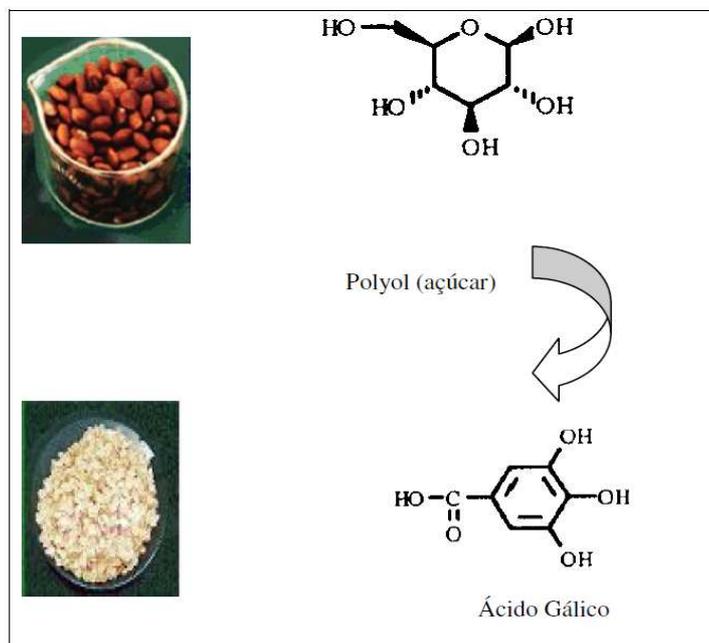


Figura 4. Taninos hidrolisáveis obtidos a partir da tara.

Importante ressaltar que o óleo de soja apresenta teores altos de ácidos graxos insaturados (8% de linolénico), o que torna este óleo bastante susceptível à oxidação, característica que é inevitavelmente repassada aos ésteres metílico ou etílico (biodiesel) obtidos a partir desta matéria prima.

Além disto, deve se tomar precauções na estocagem do biodiesel; fatores tais como: a luz, o ar, a umidade e a presença de pró-oxidantes (altas temperaturas de exposição) também exercem forte influência sobre a estabilidade à oxidação deste bicomcombustível.

1.1.1.2 Avaliação Da Estabilidade De Oxidação E Influência De Antioxidante No Biodiesel

No que diz respeito às metodologias disponíveis para a determinação da estabilidade de oxidação, a metodologia de acordo a norma Européia EM 14112, comumente referenciada como método Rancimat, foi adotada como metodologia padrão para determinação da estabilidade oxidativa do biodiesel na Europa e, mais recentemente, no Brasil, através de Resolução nº 42 da ANP. Para atingir o período de indução de acordo a norma (> 6 h) foram adicionadas alíquotas de 100 e 500 ppm de antioxidante (Figura 5), isto mostra a boa estabilidade à oxidação do biodiesel produzido a partir do óleo de fritura coletados em Restaurantes de Universidades.

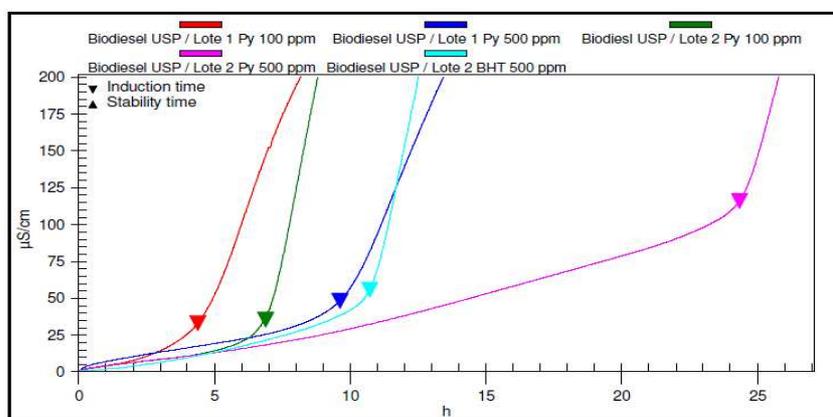


Figura 5. Curvas do Rancimat mostrando o Período de Indução da amostra de Biodiesel Lotes 1 e 2 produzidos a partir do óleo de fritura com adição de antioxidantes Pirogalol (Py) e BHT.

1.1.2 Depressores de Ponto de Congelamento

Conforme THE LUBRIZOL CORPORATION (Smalherer e Smith, 1967), um aditivo depressor do ponto de fluidez não tem efeito sobre a temperatura em que a cera inicia a formação dos cristais (o chamado ponto de névoa), que precipitam, mas atuam modificando o tipo do cristal da cera e o seu tamanho. Estes aditivos são absorvidos na superfície ou co-cristalizados juntamente com os novos cristais formados e precipitados, inibindo o crescimento lateral do cristal e mantendo o óleo fluido. Os aditivos abaixadores do ponto de fluidez são utilizados em cârter, óleos de motor, fluidos de transmissão, óleos de engrenagens automotivas, fluidos de trator, fluidos hidráulicos e óleos de circulação. Um bom aditivo abaixador do ponto de fluidez diminui o ponto de fluidez em até 40°C. (Carreteiro e Belmiro, 2006).

Alguns exemplos destes aditivos são (Figura 6):

- polimetacrilatos, isto é, copolímeros de alcoil-metacrilatos de vários comprimentos de cadeia;
- poliacrilamidas;
- produtos de condensação Friedel-Crafts de parafina clorada com naftaleno;
- produtos de condensação Friedel-Crafts de parafina clorada com fenol;
- copolímeros de vinil carboxilato-dialcoil-fumaratos.

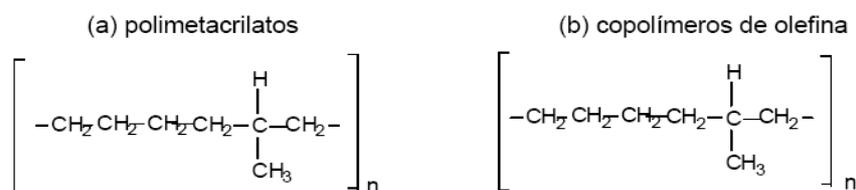


Figura 6. Estrutura química de melhorador de ponto de congelamento: polimetacrilatos e copolímeros.

Nossos testes iniciais usando o aditivo LIOVAC 415 produzido pela Miracema – Nuodex Indústrias Química do Brasil, o qual é um aditivo comercialmente usado na Indústria Petroquímica de Lubrificantes como depressor de ponto de fluidez com excelentes rendimentos em baixa concentração de uso. A adição deste aditivo em baixos teores de concentração no Biodiesel produzido a partir do óleo de fritura tem se mostrado bastante interessantes em relação ao ponto de névoa e ponto de fluidez tal como se apresentam na Tabela (1).

Tabela 1. Resultados dos testes no biodiesel com adição de Liovac 415.

Descrição	Ponto de névoa, °C	Ponto de Fluidez, °C	Índice de Acidez
Biodiesel – USP	-0,9	-3	0,32
Biodiesel - USP com 300ppm de Liovac 415	-2,1	-3	0,31
Biodiesel - USP com 100ppm de Liovac 415 e 50ppm de antioxidante Py*.	-1,8	-6	0,57

*Py=antioxidante comercial.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O biodiesel usado na preparação das amostras foi obtido por transesterificação de óleo de soja, já utilizado, recolhido no restaurante da USP (Figura 7). Os aditivos adicionados foram: um antioxidante (Py) e um depressor de ponto de congelamento Liovac 415, uma concentração pequena de 100 ppm destes foi suficiente para melhorar as propriedades físico-químicas do biodiesel. A amostra de diesel comercial foi adquirida num posto de venda próximo ao Laboratório de Motores da Engenharia Mecânica- UnB Campus Darcy Ribeiro.



Figura 7. Obtenção do Biodiesel a partir do óleo de fritura coletado no Restaurante da USP.

As três misturas analisadas foram: Diesel puro (B0), Diesel com 5% de biodiesel produzido na USP adicionando-se um pacote de aditivos (B5-A), B100 sem aditivos, e B100 contendo aditivo, e finalmente Diesel comercial adquirido em um posto de combustível (B5), como demonstrado na Figura (8).



Figura 8. Misturas B5 analisadas durante a pesquisa.

A avaliação de desempenho do biodiesel foi realizada no Laboratório de Combustão do Departamento de Engenharia Mecânica da UnB. Os testes foram realizados em motor estacionário típico da marca Perkin. Os parâmetros avaliados foram os níveis de emissão e consumo específico de combustível para diferentes níveis de carga, em regime estacionário. O conjunto motogerador consiste de um motor diesel, bomba injetora em linha, quatro cilindros, e um gerador acoplado.

Nos ensaios seguiu-se a seguinte metodologia:

- Enchimento do reservatório da balança de diesel/biodiesel;
- Inicialização do sistema de medida de emissões de gases;
- Ajuste de carga e rotação de 1500 rpm, em seguida 2000 rpm e por fim 2500 rpm;
- Medida do consumo de combustível eletronicamente (cada medida é obtida pela média entre 30s de variação de consumo e registrada utilizando um algoritmo controlado pelo programa Labview);
- Medida dos gases: CO, CO₂, O₂, NO_x e HC, usando equipamento fabricado pela Naplo - Brasil.
- Segunda medida do consumo de combustível eletronicamente;
- Terceira medida do consumo de combustível eletronicamente;
- Aumento da carga e rotação em 500 rpm, e repetição das medidas, até 2500 rpm.

A medida de consumo de combustível é feita eletronicamente por meio de balança eletrônica e computador dedicado, com código escrito em LabView, da National Instruments.

Dados da balança eletrônica:

- Marca Toledo, linha Ohaus Adventurer, modelo ARD 110;
- Capacidade, 4100 g;
- Incremento, 0,01 g
- Linearidade, 0,02 g
- Repetibilidade, 0,01 g
- Tempo de estabilização, 3 s.

Os testes foram inicialmente realizados com 100% de óleo diesel (B0), logo com B5 na presença de aditivos, e finalmente com biodiesel (B100), pra servir de comparação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O gráfico da Figura (9) correspondente aos resultados dos testes em banco dinamométrico demonstra que o motor analisado apresenta curva típica de Carga x Rotação; onde a carga máxima (25 kg) corresponde ao valor intermédio da rotação estabelecida, isto é de 2000 rpm.

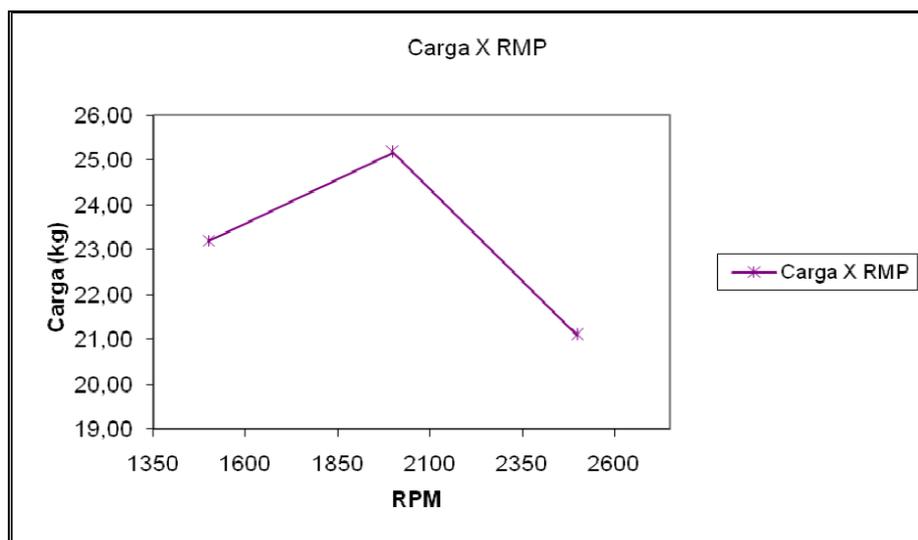


Figura 9. Curva de Desempenho do Motor usado no teste (Combustível: B5).

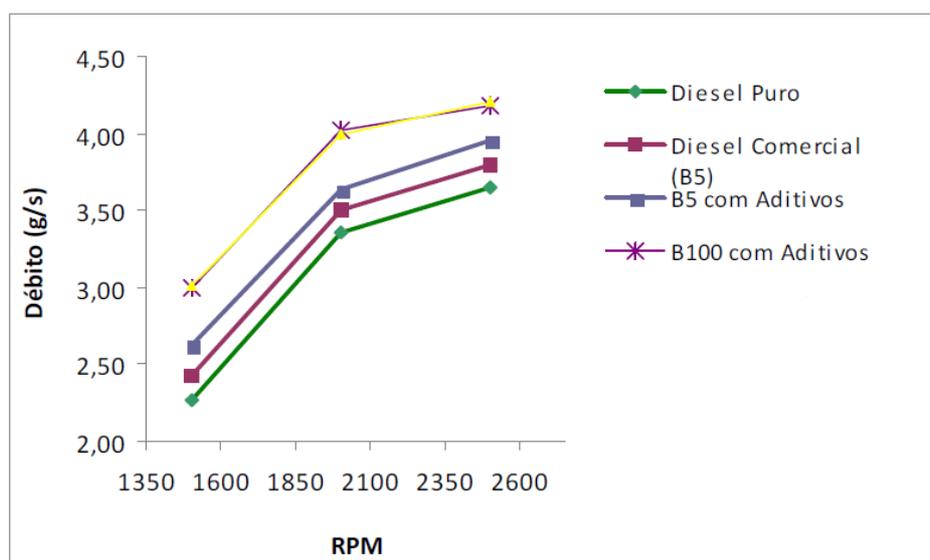


Figura 10. Consumo dos combustíveis versus Rotação do motor.

Como demonstra o gráfico da Figura (10), o consumo de biodiesel (B100) foi ligeiramente superior ao do diesel (B0) para faixas de rotação similares. Evidencia-se claramente que para B100 o consumo foi maior, comparado ao B5 com aditivo obtido a partir do óleo de fritura, e Diesel comercial (atualmente contendo B5). Isto se deve, em grande medida ou na totalidade, ao menor poder calorífico do biodiesel.

Nas Figuras (11), (12), (13) mostram os resultados das emissões durante os ensaios do motor; tal como pode ser observado as emissões de CO, CO₂, HC foram maiores para o diesel puro (B0), e menores para o B100. A diminuição das emissões também tem se mostrado favoráveis com os aditivos mencionados e adicionados no biodiesel obtido a partir do óleo de fritura; evidencia-se que as emissões usando Diesel comercial (B5) correspondem a concentrações ligeiramente maiores que o padrão B5 com aditivo preparado. Em contraste destas medidas, as emissões de NO_x foram ligeiramente maiores (5%) para o B100 em relação ao diesel (B0). No foi observado notoriamente nenhum efeito dos aditivos nestes resultados das emissões de NO_x (Figura 14).

As emissões de material particulado foram também realizadas em ensaios prévios a estes testes. As medidas de opacidade ficaram em torno de 1,0% para o B0, de 0,75 % para o B5-A e diesel comercial, e quase nula para o B100.

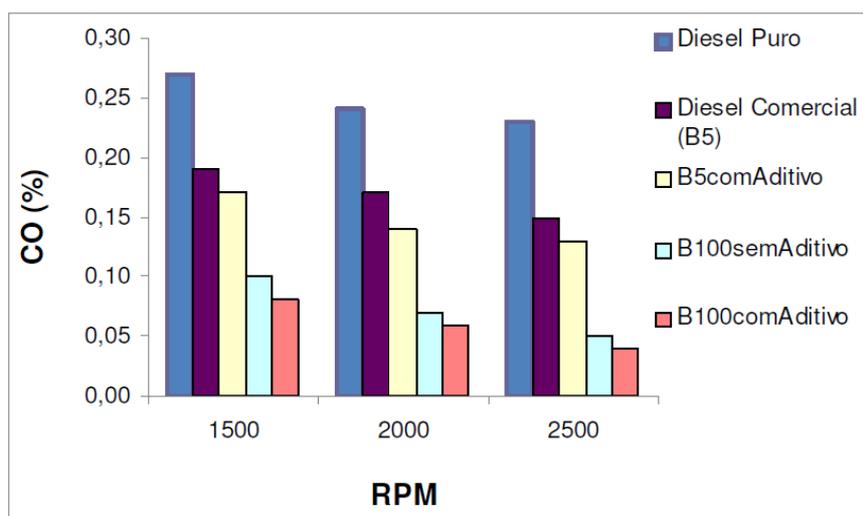


Figura 11. Medidas das emissões de CO x RPM no motor.

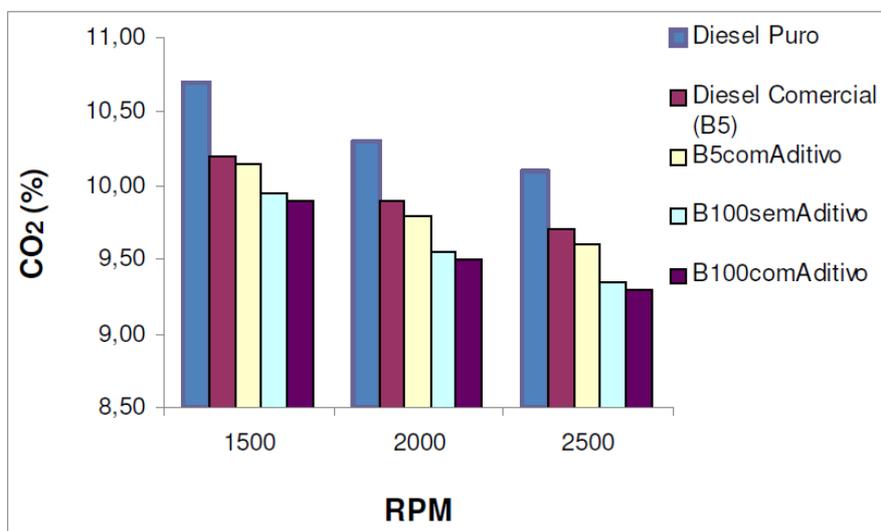


Figura 12. Medidas das emissões de CO₂ x RPM no motor.

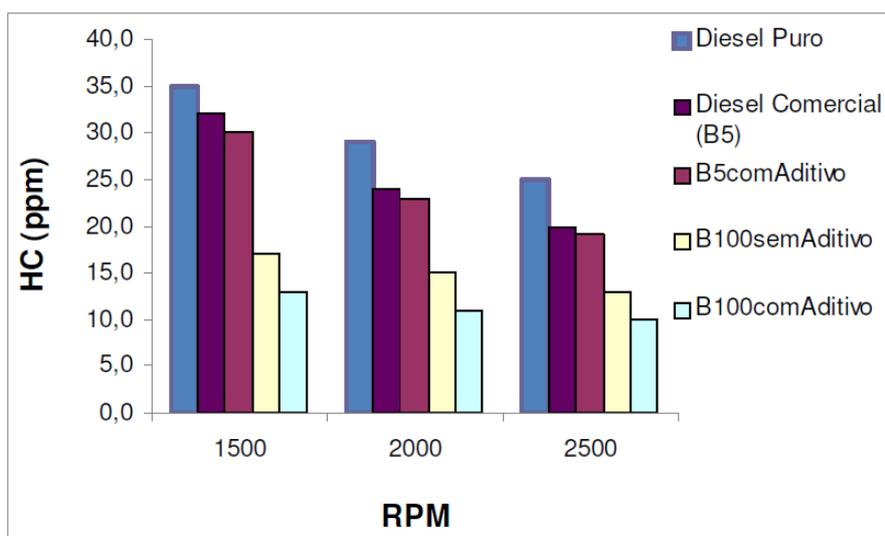


Figura 13. Medidas das emissões de HC x RPM no motor.

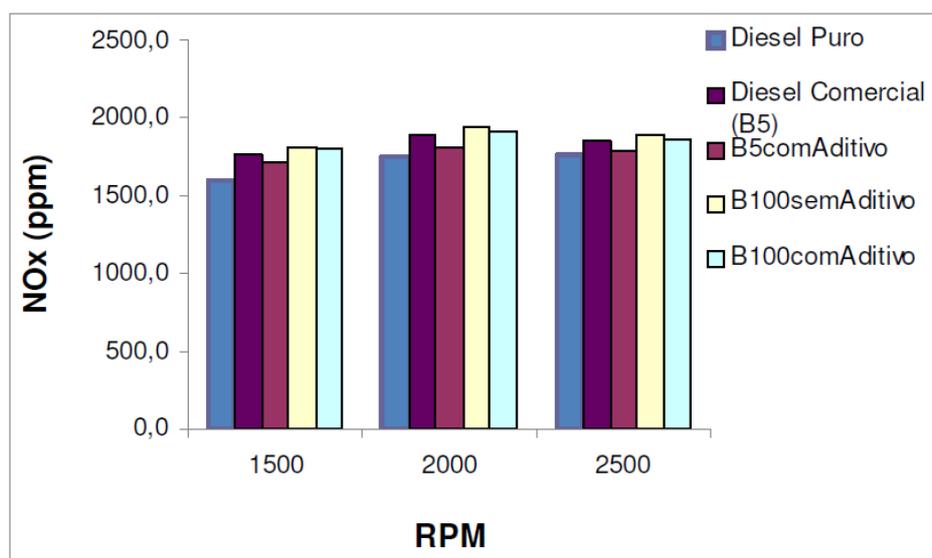


Figura 14. Medidas das emissões de NOx x RPM no motor.

4. CONCLUSÕES

As conclusões deste trabalho são as seguintes:

- Os testes de desempenho e emissões do motor utilizado no laboratório, geram resultados que mostram vantagens relativas do biodiesel (B100) na presença de aditivos: B5-A e B100-A, e a redução de emissões de gases poluentes.
- O consumo de combustível com a mistura B5-A foi em média, ligeiramente superior ao consumo de óleo diesel B0, e muito maior para o B100. Este aumento está relacionado com as propriedades de menor conteúdo energético do biodiesel e suas características de combustão do motor.
- Os resultados dos testes usando o diesel comercial estão bastante próximos ao B5-A, desta forma podemos corroborar que o posto de abastecimento onde fizemos a aquisição, cumpre a Resolução vigente pela ANP/2010, isto é vender B5 como diesel comercial.
- As emissões de CO, CO₂, HC foram maiores para o diesel puro (B0), e menores para o B100. Estas também tem se mostrado favoráveis com os aditivos mencionados e adicionados no biodiesel; No caso do B5-A foram ligeiramente menores que para o diesel comercial (B5). Um acréscimo de 5% das emissões de NOx foi observado para o B100 em relação ao diesel (B0).
- É importante ressaltar o efeito dos aditivos adicionados ao biodiesel para melhorar a estabilidade oxidativa e evitar a formação de cristais de parafinas, já que os subprodutos gerados pela oxidação do biodiesel induzem efeitos prejudiciais no desempenho do motor e nas emissões.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES pelo fomento da bolsa de doutorado para a aluna Glécia Virgolino da Silva; à Universidade de Brasília- Departamento da Engenharia Mecânica; à UnB- Campus GAMA; e ao Instituto de Energia da USP pelo fornecimento do biodiesel em estudo. À Empresa Miracema-Nuodex Indústrias Petroquímica; especialmente ao Químico José Sidney Chefe de Controle de Qualidade, e ao Gerente de Marketing Eng. Fernando Scandoleira; por nos ceder os aditivos e os laboratórios de qualidade e pesquisa para este trabalho em desenvolvimento.

6. REFERÊNCIAS

- ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores do Brasil), 2009. Brasil. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>. Acesso em jan/ 2010.
- ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis)., Resolução ANP N° 42, DE 16.12.2009 – DOU 17.12.2009 – Retificada DOU 14.1.2010.
- Brasil. Decreto n. 5.448, de 20 de maio de 2005. Regulamenta o § 1o do art. 2o da Lei no 11.097, de 13 de janeiro de 2005, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira. Presidência da República, Casa Civil, Sub Chefia para Assuntos Jurídicos, 2005.
- Brasil, Testes e ensaios para validação do uso de misturas Biodiesel B5 em motores e veículos, 2009 pp- 9-12, Ministério de Minas e Energia.
- Balanço Energético Nacional 2009, ano base 2008. Empresas de Pesquisas Energéticas, EPE, 2008.
- B. Rocha, Revista Biodiesel Br, Ano 3, No 13, Out/Nov 2009, pp. 30-39.

- Carreiteiro, R. P.; Belmiro, P.N.A., "Lubrificantes & Lubrificação Industrial". Rio de Janeiro: Interciência Ltda, 2006.
- Dantas, M.B. *et al.* Termal and kinetic study of corn biodiesel obtained by the methanol and ethanol routes. *J. Thermo Analysis and Calorimetry*, Vol.87, n. 3, 2007.
- Dabague, R. Programa de testes para o uso da mistura diesel/biodiesel. In: Seminário Paranaense de Biodiesel, 1. Londrina, 2003. Disponível em: <http://www.tecpar.br/cerbio/seminario-palestras.htm>. Acesso em jan. /2010.
- Gibaja, O. "Química dos Compostos de Carbono e Produtos Naturais", 1980, Editora UNMSM, Lima Peru.
- Gurgel, C., Amaral, P., Neitzke, G., Beserra, R., Hidalgo, P. "Effect of Additives in Biodiesel on Diesel Engines Performance and Emissions". In: World Oil Congress on Oil and Fats & 28th ISF Congress, Sidney, 2009.
- Hidalgo, P., *et al.* "Desenvolvimento de tecnologias aplicadas numa usina para obtenção do biodiesel a partir do óleo de fritura do Restaurante da USP-Coseas. Projeto: Prefeitura do Campus- Instituto de Energia-SABESP", 2009.
- Hidalgo, P., *et al.* "Projeto de Desenvolvimento Sustentável de uma Usina de Biodiesel instalada acima de um container, usando óleo de fritura, e Inovação Tecnológica para fortalecer o vínculo UnB - Campus Gama - Empresa", 2010.
- Krahl, J.; *et al.* "Comparison of Exhaust Emissions from the Combustion of Biodiesel, Vegetal oil, Gas - to- Liquid and Petrodiesel Fuels". *Fuel*, Vol. 88, pp. 1064-1069, 2009.
- Kurunczi, D., A. Otimização da etanolise de óleo de *Raphanus sativus* L. e avaliação de sua estabilidade de oxidação. Curitiba 2005, Dissertação de mestrado em Química Orgânica.
- Mittelbach, M.; Schober, S. "The Influence of Antioxidants on the Oxidation Stability of Biodiesel". *J. Am. Oil Chem. Soc.* Vol. 80, pp. 817- 823, 2003.
- Nascimento, M. A.R. *et al.* "Biodiesel Fuel in Diesel Micro-turbine Engines: Modelling and Experimental Evaluation". *Energy*, Vol. 33, pp. 233-240, 2008.
- Okezie, I. *et al.* *J. Agric. Food. Chem.* Vol. 41, pp. 1880, 1993.
- Pedersen, J.R.; Ingemarsson, A. "Oxidation rapessed oil, rapessed methyl ester (RME) and diesel fuel studied with CG/MS". *Chemosphere*, Vol. 11, pp. 2467, 1999.
- Smalherer, C. V., e Smith, R. S. "Lubrificant Additives". The Lezius-Hiles Co. Cleveland, Ohio, EUA, 1967.
- Van Gerpen, J. H., Hammond, E.G., Monyen, A. Determining the influence of contaminants on biodiesel properties. Society of Automotive Engineers Paper. N. 971685, SAE, Warrendale, PA, 1997.
- Vasconcelos, A. F.F. *et al.* Suscetibilidade oxidativa de misturas de biodieseis. Biodiesel, Brasília 2007. DSC. Livro de Resumos do II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel.
- Virgolino, G., *et al.* Desenvolvimento de um Pacote de Aditivos para incrementar o Desempenho do Biodiesel Testado em Motores Diesel. Projeto de Doutorado- UnB- Faculdade de Engenharia Mecânica, Brasília-DF, 2009-2012.

7. DIREITOS AUTORAIS

Glécia Virgolino da Silva, Maria Del Pilar Hidalgo Falla, Carlos Alberto Gurgel Veras.

STUDY OF EMISSIONS B5 WITH ADDITIVES

Glécia Virgolino da Silva, gleciavs@yahoo.com.br¹
Maria Del Pilar Hidalgo Falla, drapilar@gmail.com²
Carlos Alberto Gurgel Veras, gurgel@unb.br¹

¹University of Brasília/UnB, Faculty of Technology/FT- Ambient Security Laboratory /LABSAM – Campus Darcy Ribeiro - Bloco G Department of Mechanical Engineering 70910-900 Brasília – DF.

²University of Brasília- Campus Gama, Área Especial 02 Lote 14 Setor Central Gama /DF, Postal Code : 8114, CEP: 72405-610

Abstract: From 2005 by Decree No 11.097, was introduced the biodiesel in the Brazilian energetic matrix, and recommended the addition of this in determined proportions to the diesel fuel. As the Brazilian National Agency for Petroleum, Natural Gas and Biofuels Petroleum (ANP), recently in resolution ANP N° 42, 2009, established that in January 1, 2010, blends within 5% of biodiesel (B5) must be mandatory. However, it is necessary to make a evaluation the performance and mainly emissions these blends in specific combustion engines. In this work were evaluated diesel blend with Biodiesel with and without additives. The additives (A) were: an antioxidant and a pour point. Like this were tested the blends with 5% of Biodiesel contained additives (B5-A), Biodiesel (B100-A), then Diesel fuel (B0) and finally B100 without additive. The biodiesel was obtained by transesterification route, waste cooking oil collected in restaurants was used as the feedstock oil. The experimental results indicate higher preformance of B5-A and B100-A when compared with commercial diesel B5 and diesel fuel, and reduction of polutants emission gases .

Keywords: Biofuels; Biodiesel; Diesel; Additives; engine tested; emissions gases.