

## ESTUDO DO DESGASTE DE UM MOTOR OTTOLIZADO UTILIZANDO BIOGÁS ATRAVÉS DA ANÁLISE DO ÓLEO LUBRIFICANTE

ROVIAN BERTINATTO<sup>1</sup>, JOSÉ F. SCHLOSSER<sup>2</sup>, GILVAN M. BERTOLLO<sup>3</sup>,  
DANIELA HERZOG<sup>4</sup>, MARCELO S. DE FARIAS<sup>5</sup>, JUNIOR G. OSMARI<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrícola, Aluno de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS. Fone: (55) 3220-8850, engrovian@gmail.com.

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Titular, Depto. de Engenharia Rural, UFSM, Santa Maria – RS.

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto do curso de Agronomia, UFTFPR, Santa Helena – PR.

<sup>4</sup> Eng. Agrônoma, Aluna de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFSM, Santa Maria - RS.

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, Depto. de Ciências Agronômicas e Ambientais, UFSM, Frederico Westphalen – RS.

<sup>6</sup> Aluno do curso de Eng. Mecânica, Centro de Tecnologia, UFSM, Santa Maria – RS.

Apresentado no  
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020  
23 a 25 de novembro de 2020 – Congresso On-line

**RESUMO:** A qualidade dos componentes e boas condições de funcionamento são fundamentais para a durabilidade e eficiência de motores a combustão. Ainda assim, ocorrem desgastes nos elementos devido ao atrito entre superfícies. Foi proposto analisar a influência da utilização do biogás como combustível, no desgaste de um motor de combustão interna ottolizado, e a possibilidade de extensão dos períodos de troca da carga de lubrificante, através da análise do mesmo. Foram realizadas duas etapas, com 525 hM cada, e coleta de amostra a cada 75hM. As amostras foram submetidas a espectrometria de emissão ótica a plasma, espectrometria por infravermelho, teor de água pelo método de Karl Fischer, e estudo morfológico de partículas através da macroscopia. Os resultados foram comparados com uma amostra de óleo novo e com os valores limites para elementos químicos, glicol, água e partículas indicados pela bibliografia. Dentre os metais, somente o cobre apresentou valores acima do recomendado. A maximização dos intervalos de troca de óleo pode ser de 50%, não colocando em risco o desempenho do sistema e possibilitando 33,3% de economia.

**PALAVRAS-CHAVE:** análise de óleo, biogás, lubrificantes

### ANALYSIS OF THE WEAR OF AN OTTOLIZED ENGINE USING BIOGAS THROUGH THE ANALYSIS OF LUBRICANT OIL

**ABSTRACT:** The quality of the components and good operating conditions are fundamental for the durability and efficiency of combustion engines. Even so, wear on the elements occurs due to friction between surfaces. It was proposed to analyze the influence of the use of biogas as a fuel, in the wear of an internal combustion engine, and the possibility of extending the lubricant load change periods, through its analysis. Two steps were performed, with 525 hM each, and sample collection every 75 hM. The samples were submitted to optical emission plasma spectrometry, infrared spectrometry, water content by Karl Fischer method, and particle morphological study through macroscopy. The results were compared with a new oil sample and with the limit values for chemical elements, glycol, water and particles indicated by the bibliography. Among the metals, only copper showed values above the recommended. The maximization of oil change intervals can be 50%, not jeopardizing the system's performance and allowing 33.3% savings.

**KEYWORDS:** oil analysis, biogas, lubricants.

**INTRODUÇÃO:** A presença de vapor d'água, gás carbônico e gases corrosivos no biogás, constituem no principal problema na viabilização de seu armazenamento e na produção de

energia. A remoção de água, dióxido de carbono, gás sulfídrico, enxofre e outros elementos através de filtros e outros dispositivos são imprescindíveis para a confiabilidade e emprego do biogás (OLIVEIRA, 2004).

O biogás devidamente filtrado e com mais de 90% de metano possui características similares ao gás natural veicular (GNV) (SOUZA E SCHAEFFER, 2010). Como o GNV é um combustível seco, não provoca resíduos de carbono nas partes internas do motor, aumentando sua vida útil e o intervalo de troca de óleo, reduzindo os custos de manutenção.

Segundo, as funções básicas de um lubrificante em um motor é a redução do atrito entre peças metálicas, refrigeração, limpeza, proteção contra a corrosão e vedação da câmara de combustão (KIMURA, 2010). É pelo estudo detalhado das partículas presentes no óleo que se pode constatar anomalias no motor, seja por análise quantitativa, onde é identificado a quantidade de partículas, quanto qualitativamente, descobrindo de que material se trata. Assim, neste trabalho foi proposto analisar a influência da utilização do biogás no desgaste de um motor de combustão interna, e a possibilidade de extensão dos períodos de troca da carga de lubrificante.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** O experimento foi realizado no município de São Miguel do Iguaçu, estado do Paraná, Brasil. O grupo gerador utilizado é composto por um motor de ciclo Diesel posteriormente Ottolizado, com 6 cilindros e potência de 117,8 kW, acoplado a um gerador com potência de 139 kVA a 1800 RPM, tensão 220 V, Corrente 292 A, frequência 60 Hz e  $\cos \phi$  0,80. O consumo médio de biogás pelo motor é de 60 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> a plena carga. O volume total de lubrificante do sistema de lubrificação do motor é de 28,5 L. O lubrificante utilizado foi da marca Petrobrás, modelo Extra Turbo 15w40, que atende aos níveis de desempenho API CG-4/SJ e MB 228.1.

O biogás, proveniente da criação de suínos, foi previamente filtrado para reduzir as concentrações de gás carbônico, gás sulfídrico, dióxido de enxofre, vapores de água e demais impurezas. A caracterização do biogás após a filtragem está descrita na Tabela 1. Não foi detectado concentração de amônia, dióxido de enxofre, impurezas e vapor de água.

Tabela 1: Resultados das análises de biogás.

Etapa	1º Etapa							2º Etapa						
	75	150	225	300	375	450	525	75	150	225	300	375	450	525
hM da coleta														
Gás sulfídrico (ppmV)	640	560	255	305	586	543	331	305	178	407	357	357	408	383
Metano (%)	74	73	78	73	72	70	76	74	80	78	75	74	74	72

As amostras foram coletadas a cada 75 hM e após realizada a sua análise. Estando o lubrificante apto a continuar os testes, prosseguiu-se com os ensaios, assim realizado as coletas até as 525 hM de funcionamento do motor. Para a coleta, o motor foi colocado em operação até que fosse atingida a temperatura de trabalho e o óleo lubrificante fosse homogeneizado.

A coleta foi realizada através de uma bomba a vácuo, sendo inserida a mangueira de coleta na haste de verificação do nível de lubrificante, a meia profundidade, evitando sugar as impurezas presentes na superfície do lubrificante ou no fundo do cárter, contrariando assim o problema da decantação do lubrificante e da acumulação no fundo, como também succionar borras. A amostra com quantidade de 0,1 L de óleo lubrificante retirado do motor foi repostada com óleo sem uso (novo) após cada amostragem.

As análises realizadas no óleo lubrificante foram: Espectrometria de emissão óptica a plasma (ASTM D5185) identificando 13 elementos químicos (Ag, Cr, Cu, Fe, Mo, Ni, Pb, Sn, Ti, Al, K, Na, Si); Espectrometria por infravermelho (ASTM E 2412-04), identificando glicol; teor de água pelo método de Karl Fischer (ASTM D1744); Estudo morfológico de partículas através da macroscopia (NAS 1638, ISO 4406 e SAE AS4059).

Através da análise exploratória dos dados, foram avaliados os resultados das amostras de óleo lubrificante. Os resultados foram comparados com uma amostra de óleo novo e com os valores limites indicados pela bibliografia, para motores de ciclo Diesel que utilizam biogás.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Em relação as amostras de óleo novo, não foram detectadas variações nas concentrações de prata, cromo, molibdênio, níquel, titânio, glicol, água, e o estudo morfológico de partículas apresentou normalidade em todas as amostras analisadas. Foi constatado um incremento da quantidade de cobre no óleo (Figura 1A) após as 375 hM, onde na 2ª etapa, das 75 hM até as 375 hM, a taxa média de crescimento foi 32,35%, enquanto das 375 hM até as 600 hM a taxa foi de 49,08%.

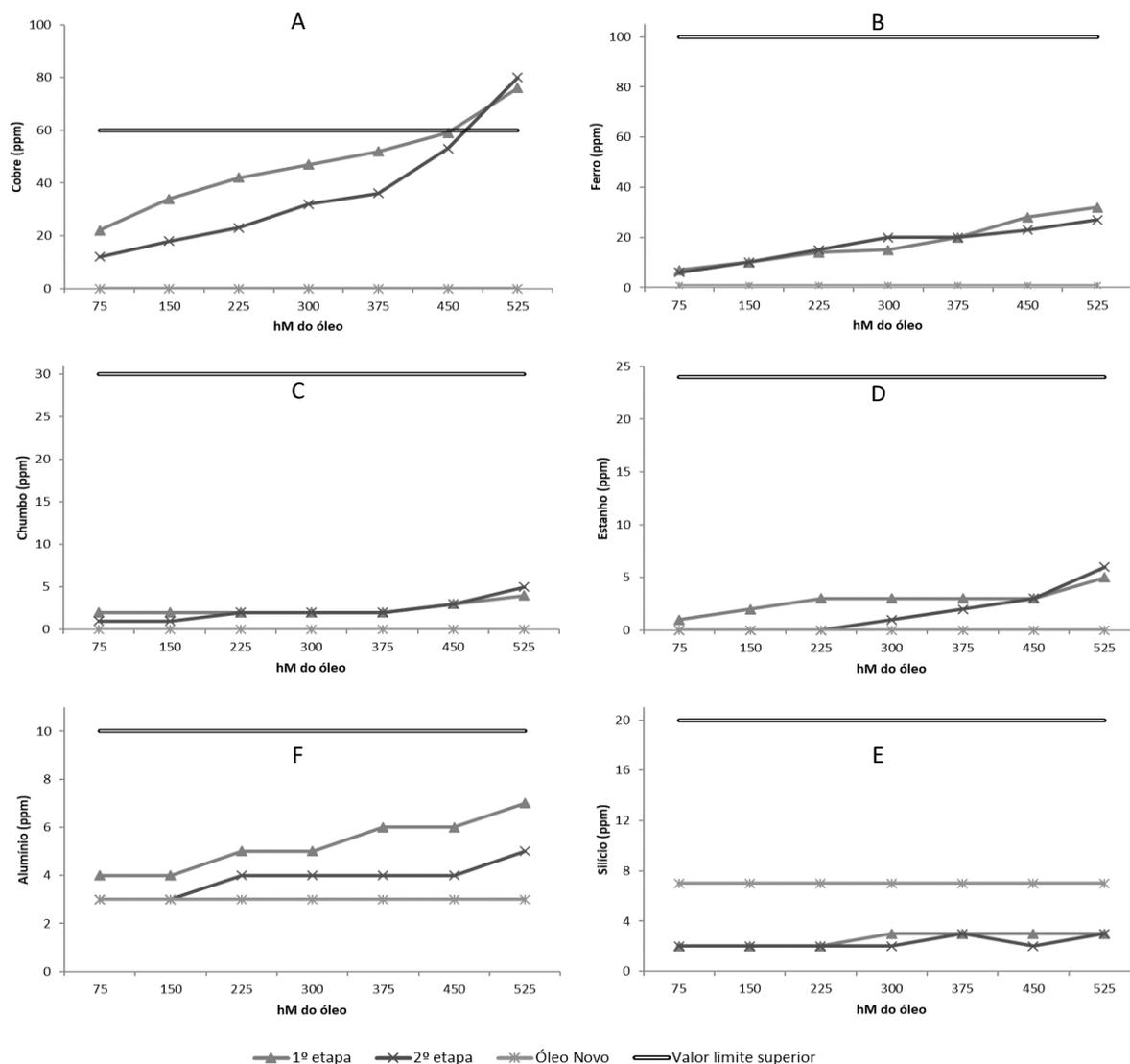


FIGURA 1. Variação dos resultados de cobre (A), ferro (B), chumbo (C), estanho (D), alumínio (E) e silício (F) resultante das análises do óleo lubrificante em relação ao período de horas trabalhadas.

As concentrações de ferro (Figura 1B) se apresentaram de maneira similar ao cobre. Comparando com o valor limite de 100 ppm recomendados por Marshall (1993), Runge et al. (1994) e Nédic et al. (2009), todas as amostras apresentaram resultados inferiores.

Não foi detectado a presença de chumbo como aditivo no óleo novo, no entanto foi encontrado e quantificado a presença de chumbo em todas as amostras de óleo usado, devido a um possível

desgaste dos pontos de apoio e mancais. O comportamento das análises de chumbo ocorreu de forma similar ao cobre, com aumento significativo na concentração de chumbo após as 375 hM, onde até este ponto, as amostras das 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> etapas apresentavam 2 ppm, e na sequência, na 1<sup>o</sup> etapa das 375 hM às 500 hM a concentração de chumbo aumentou 2 ppm, e na 2<sup>o</sup> etapa, no mesmo período aumentou mais 4 ppm, indicando um início de desgaste do motor e provável perda do desempenho do lubrificante. O valor limite preconizado por Oelcheck (2010) é de 30 ppm, estando todos os valores das análises de chumbo (Figura 1C) abaixo deste valor.

O estanho (Figura 1D) também apresentou comportamento similar ao cobre e chumbo, no entanto o incremento da taxa de estanho ocorreu nas 450 hM ao invés das 375 hM dos demais. O maior valor encontrado foi de 6 ppm, e o valor limite recomendado por Oelcheck (2010) é 24 ppm, estando todas as amostras analisadas abaixo do limite especificado.

Os agentes contaminantes encontrados foram o alumínio (Figura 1E) e silício (Figura 1F). Em nenhuma das amostras analisadas foi detectada a presença de potássio e sódio. Os valores encontrados de alumínio e silício foram superiores na 1<sup>o</sup> etapa, e menor da 2<sup>o</sup> etapa. O elemento alumínio não é adicionado aos lubrificantes como aditivo, portanto, sua origem na amostra de óleo lubrificante novo (3 ppm) pode ser proveniente do próprio óleo utilizado ou de algum tipo de contaminação, possivelmente, adquirida durante o transporte, armazenamento, abastecimento ou amostragem do lubrificante. O valor limite de alumínio para motores ciclo Diesel é 40 ppm, segundo Marshall (1993) e Runge et al. (1994), estando todas as amostras com valores abaixo das duas especificações.

**CONCLUSÕES:** Dentre os metais, somente o cobre apresentou valores acima do limite recomendado a partir das 450 hM.

O valor limite para troca da carga de lubrificante do motor do presente estudo, em relação aos limites preconizados na bibliografia, é de 375 hM, valor 50% maior do que o recomendado pelo fabricante do motor.

#### **REFERÊNCIAS:**

KIMURA, R. K. **Uso da técnica de análise de óleo lubrificante em motores diesel estacionários, utilizando-se misturas de biodiesel e diferentes níveis de contaminação do lubrificante.** 129 F. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010.

MARSHALL, E. R.; **Análises de óleos usados;** Lubrificação Texaco; 79 n. 2, p. 1-12, 1993.

NÉDIC, B., PERIC, S., VURUNA, M. **Monitoring Physical and Chemical characteristics Oil for Lubrication. Journal Tribology in industry,** v. 31, n. 3-4, p. 59-66. 2009.

OELCHECK. **Typische Limitwerte für Motorenöle aus (nicht stationären) Dieselmotoren.** 2010. Disponível em: <<http://www.oelcheck.de/wissen-von-a-z/uebersichten-und-tabellen/limitwerte/limitwerte-fuer-dieselmotorenoele.html>>. Acesso em: 13 Mar. 2020.

OLIVEIRA, P.A.V. **Produção e aproveitamento do biogás.** In: OLIVEIRA, P.A.V. (Coord.) **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas.** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, cap. 4, p.43-55, 2004.

RUNGE, P.R.F; DUARTE, G. N.; GEMPERLÉ, R. **Lubrificação Automotiva;** São Paulo; Triboconcept; 1994.

SOUZA, J. SCHAEFFER, L. **Estudo para fabricação de cilindros especiais para biometano.** Revista Liberato, Educação, Ciência e Tecnologia, v. 11, n. 15, p 33-38, 2010.