

AUMENTO DA VIDA ÚTIL DO LUBRIFICANTE DO MOTOR MERCEDES BENZ OM501LA *

Donizete Gonzaga De Medeiros¹

Christian Deiner Dutra²

Mateus Barbosa De Moraes Rodrigues³

Silvio Sergio Lopes Saiao⁴

Resumo

Diante da necessidade de redução do custo de manutenção e do consumo/descarte de lubrificantes e filtros. Ações direcionadas ao custo operacional e meio ambiente. Foi realizado um estudo para verificar a possibilidade de estender a vida útil do lubrificante aplicado ao motor diesel da frota de caminhões Mercedes Benz Actros 4844 – modelo OM501LA. Para iniciar o estudo foram verificadas as análises e resultados dos laudos de preditiva da frota, onde foi confirmado que não havia alterações nas amostras retiradas com 500 horas, possibilitando a realização do teste/estudo para aplicação da nova periodicidade de troca de óleo e filtros. Diante dessas informações foram escolhidos 05 caminhões / motores com vidas úteis variadas para aplicação do teste. A vida útil destes motores possuía uma variação de +/- 200 a 16.000 horas. O estudo foi realizado em dois ciclos de 1.000 horas, com acompanhamento detalhado a partir das 500 horas de operação (periodicidade normal) e os resultados foram satisfatórios permitindo o aumento da vida útil do óleo de motor para 750 horas. Esse trabalho possibilitou uma redução de 33% no custo de lubrificante e filtros de óleo do motor, aumento de 0,2% na disponibilidade física da frota de 96 caminhões e ganho ambiental com a redução na aquisição e descarte de óleo e filtros contaminados. Outro ganho que o estudo proporcionou foi adequação da carga de oficina sem a necessidade de aumento da mão de obra.

Palavras-chave: Disponibilidade; Custo; Vida útil.

INCREASING THE LIFETIME OF MERCEDES BENZ ENGINE LUBRICANT OM501LA

Abstract

Faced with the need to reduce the cost of maintenance and the consumption / disposal of lubricants and filters. Actions directed at operating cost and environment. A study was carried out to verify the possibility of extending the useful life of the lubricant applied to the diesel engine of the fleet of trucks Mercedes Benz Actros 4844 - model OM501LA. To begin the study, the analyzes and results of the predictive reports of the fleet were verified, where it was confirmed that there were no changes in the samples taken with 500 hours, allowing the test / study to be applied to the application of the new periodicity of oil change and filters. Based on this information, 5 trucks / motors with variable useful lives were chosen for the test application. The service life of these engines ranged from +/- 200 to 16,000 hours. The study was carried out in two cycles of 1,000 hours, with detailed monitoring from the 500 hours of operation (normal periodicity) and the results were satisfactory allowing the increase of the useful life of the motor oil to 750 hours. This work enabled a 33% reduction in the cost of lubricant and engine oil filters, a 0.2% increase in the physical fleet availability of 96 trucks, and environmental gain with the reduction in the acquisition and disposal of contaminated oil and filters. Another gain that the study provided was the adequacy of the workshop load without the need to increase the workforce.

Keywords: Availability; Cost; Useful life.

¹ Engenharia Mecânica, Bacharel, Engenheiro de Desenvolvimento PL, Engenharia de Manutenção, CSN Mineração, Congonhas, MG e Brasil.

² Engenharia Mecânica, Bacharel, Engenheiro de Desenvolvimento Jr, Engenharia de Manutenção, CSN Mineração, Congonhas, MG e Brasil.

³ Engenharia Mecânica, Bacharel, Técnico de Desenvolvimento II, Engenharia de Manutenção, CSN Mineração, Congonhas, MG e Brasil.

⁴ Técnico eletromecânico, Técnico especialista de manutenção, Engenharia de Manutenção, CSN Mineração, Congonhas, MG e Brasil..

1 INTRODUÇÃO

Em uma reunião com a equipe da Mercedes Benz foi informado por um de seus representantes que algumas empresas do ramo de mineração, que possuíam o modelo de caminhão utilizado na CSN Mineração (MBB ACTROS 4844), realizaram alguns ajustes na periodicidade de troca de óleo e filtros do motor. Para realizar esse ajuste foi considerado o perfil das pistas e condições de operação, tornando muito particular a real necessidade de manutenção e classificação de severidade da operação em relação ao desgaste do lubrificante e filtros.

Com esta informação resolveu-se, com suporte da equipe Mercedes Benz, realizar testes para entender em qual nível de severidade se encontrava a operação e qual a periodicidade adequada ao perfil de operação da CSN Mineração para caminhões de pequeno porte.

A duração dos testes foi de 05 meses (12/06/2018 a 12/11/2018) e contou com a participação de 05 caminhões da frota de transporte de Minério – Actros 4844. Como a frota de caminhões da CSN Mineração possui vida útil variada (200 a 24.000 horas) foi necessário escolher caminhões com faixa de vida útil dos motores variada.

Durante o período de teste foram coletadas amostras, que foram enviadas ao laboratório contratado pela CSN Mineração e contra prova para o laboratório contratado pela Mercedes Benz. O trabalho foi dividido em dois ciclos com aproximadamente 1.000 horas de duração, e após o fim de cada ciclo foi realizada a troca dos filtros e lubrificante do motor.

Como nos dois ciclos não foi identificada nenhuma anormalidade o resultado foi satisfatório e comprovou a possibilidade de ajuste das horas para realização de manutenção preventiva dos motores OM501LA na CSN Mineração.

2 DESENVOLVIMENTO

De acordo com Massa Lubrificantes, 2018 os óleos lubrificantes foram introduzidos nos motores a combustão interna visando diminuir o atrito através da formação de uma película que impede o contato direto entre as peças metálicas em movimento.

Um bom óleo lubrificante para motor diesel não possui a única tarefa de lubrificar as peças móveis do motor como bielas, pistões e etc. Ele possui muitas outras funções essenciais para o bom funcionamento do veículo. O óleo lubrificante para motor diesel também deve servir para arrefecer os componentes mais quentes e vedar o motor contra uma possível passagem dos gases que vem da combustão (Texaco, 2017).



Figura 1. Representação do óleo lubrificante.

2.1 – Metodologia

O método utilizado para realização do trabalho foi o PDCA. Durante os testes forma considerados como parâmetros a vida útil dos motores, o índice de desgaste e as propriedades dos lubrificantes.

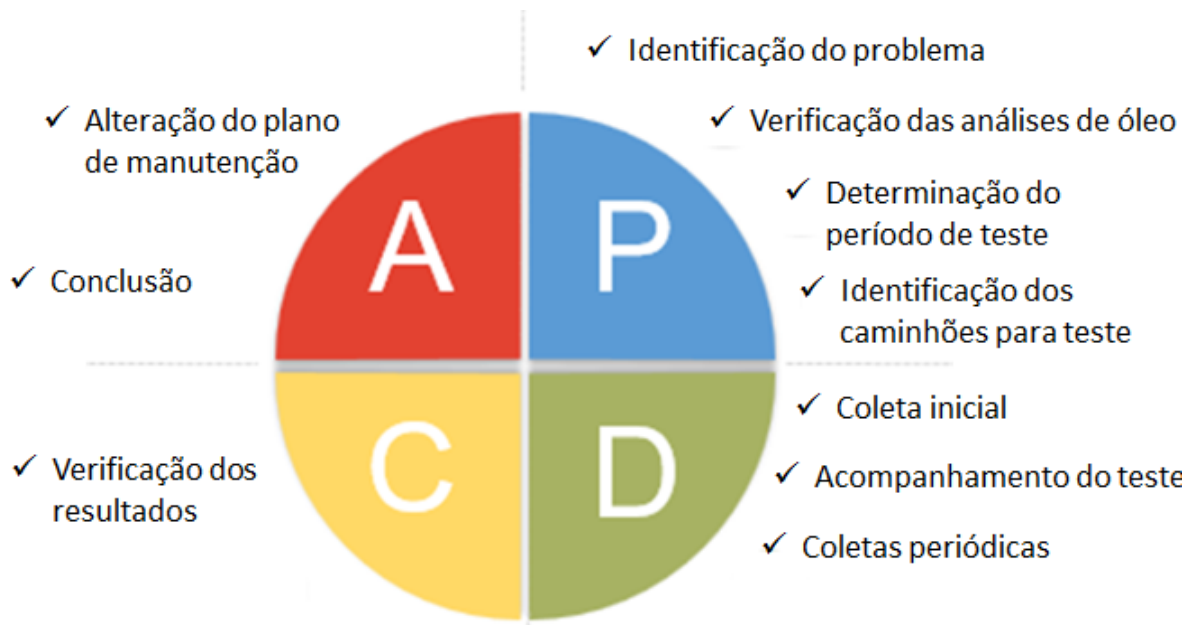


Figura 2. Resumo dos estágios do PDCA.

2.2 – Identificação do problema

Ao realizar a análise do custo de manutenção e necessidade natural das minerações de reduzir o consumo e descarte de lubrificantes foi identificado que o óleo lubrificante retirado nas trocas periódicas de 500 horas estava com todas as propriedades e controle de desgastes dentro dos parâmetros indicados pelo fabricante possibilitando a adequação das horas de acordo com o perfil de operação da empresa.

| Nº CONTROLE LABORATÓRIO | DATA COLETA | DATA PROCESSO | HRS/KM EQUIP | HRS/KM ÓLEO | ÓLEO TROCADO? |
|-------------------------|---|---------------|--------------|-------------|---------------|
| U060-49127-8147 | 06-May-2019 | 07-May-2019 | 21566.0 HR | 444.0 HR | Sim |
| Normal | Nível normal de desgaste. Monitorar nos intervalos regulares. Foi trocado o óleo. | | | | |

Figura 3. Exemplo de um resultado de análise de óleo do motor.

2.3 – Determinação do período de teste

Para identificação da periodicidade ideal para realização do teste, foi inicialmente estipulado o acompanhamento dos equipamentos por 1.000 horas de operação por ciclo. Neste ciclo as coletas foram realizadas de acordo com as horas de operação e tiveram as periodicidades de coleta alterada de acordo com a evolução do ciclo, resguardando o componente caso alguma alteração de normal para crítico surgisse durante o teste.

As horas foram controladas e de acordo com o vencimento os caminhões foram parados e as coletas realizadas. Após as coletar, as amostras eram enviadas

para empresa responsável pela análise da CSN Mineração e uma contra prova enviada para Mercedes Benz (Equipe de TCO).

2.4 – Identificação dos equipamentos

O trabalho foi iniciado com a análise separação dos caminhões que serão avaliados durante o período de teste. A escolha dos caminhões foi realizada por vida útil dos motores compreendendo três fases da vida útil dos motores.

Tabela 1. Informações dos caminhões e motores utilizados no teste

| IDENTIFICAÇÃO | HORAS TRABALHADAS (h) | FASE |
|---------------|-----------------------|------|
| CB3901 | 2.339 | 2 |
| CB3922 | 262 | 1 |
| CB3931 | 16.190 | 3 |
| CB3934 | 405 | 1 |
| CB3987 | 2.033 | 2 |

Observações: Fase 1 - < 500 horas; Fase 2 – 500 <. 15.000 horas; Fase 3 - > 15.000 horas

2.5 – Coleta Inicial

A primeira coleta foi realizada no dia 12/06/2018 e como existiam caminhões com motores com vida útil alternada as amostras foram coletadas com tolerância máxima de 10% das horas programadas para coleta.

Tabela 2. Dados do início do teste CB3901

| | |
|-------------------------------------|------------|
| Horímetro Atual | 15.942,1 |
| KM Atual | 217.005,2 |
| Horas trabalhadas do motor | 2.339,0 |
| Data da última troca de óleo | 30/04/2018 |
| Horímetro da troca de óleo | 15.473,0 |
| KM da troca de óleo | 209.645,3 |
| Data da coleta de óleo | 13/06/2018 |
| Horímetro da coleta de óleo | 15.946,7 |
| KM da coleta de óleo | 216.880,3 |
| Horas trabalhadas pós troca de óleo | 469,11 |

Tabela 3. Dados do início do teste CB3922

| | |
|-------------------------------|------------|
| Horímetro Atual: | 9.039,0 |
| KM Atual: | 290.860,7 |
| Horas trabalhadas do motor: | 262,0 |
| Data da última troca de óleo: | 23/05/2018 |
| Horímetro da troca de óleo: | 8.777,4 |

| | |
|--------------------------------------|------------|
| KM da troca de óleo: | 264.217,6 |
| Data da coleta de óleo | 12/06/2018 |
| Horímetro da coleta de óleo | 9.001,5 |
| KM da coleta de óleo | 290.343,7 |
| Horas trabalhadas pós troca de óleo: | 261,60 |

Tabela 4. Dados do início do teste CB3931

| | |
|--------------------------------------|------------|
| Horímetro Atual: | 16.190,0 |
| KM Atual: | 270.637,3 |
| Horas trabalhadas do motor: | 16.190,0 |
| Data da última troca de óleo: | 13/05/2018 |
| Horímetro da troca de óleo: | 15.722,1 |
| KM da troca de óleo: | 263.601,1 |
| Data da coleta de óleo | 13/06/2018 |
| Horímetro da coleta de óleo | 16.170,0 |
| KM da coleta de óleo | 270.352,6 |
| Horas trabalhadas pós troca de óleo: | 467,90 |

Tabela 5. Dados do início do teste CB3934

| | |
|--------------------------------------|------------|
| Horímetro Atual: | 16.413,0 |
| KM Atual: | 262.425,9 |
| Horas trabalhadas do motor: | 405,0 |
| Data da última troca de óleo: | 01/06/2018 |
| Horímetro da troca de óleo: | 16.233,0 |
| KM da troca de óleo: | 257.299,3 |
| Data da coleta de óleo | 12/06/2018 |
| Horímetro da coleta de óleo | 16.381,0 |
| KM da coleta de óleo | 261.883,5 |
| Horas trabalhadas pós troca de óleo: | 180,00 |

Tabela 6. Dados do início do teste CB3987

| | |
|-------------------------------|------------|
| Horímetro Atual: | 16.148,0 |
| KM Atual: | 291.073,2 |
| Horas trabalhadas do motor: | 2.033,0 |
| Data da última troca de óleo: | 24/04/2018 |
| Horímetro da troca de óleo: | 15.703,2 |

| | |
|--------------------------------------|------------|
| KM da troca de óleo: | 283.309,6 |
| Data da coleta de óleo | 12/06/2018 |
| Horímetro da coleta de óleo | 16.124,0 |
| KM da coleta de óleo | 290.656,8 |
| Horas trabalhadas pós troca de óleo: | 444,80 |

2.6 – Coletas periódicas

Tabela 7. Controle de realização de coleta de amostras 1º ciclo

| AMOSTRA | EQUIPAMENTO | CB3901 | CB3922 | CB3931 | CB3934 | CB3987 |
|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 250 horas | DATA | * | 12/06/2018 | * | 12/06/2018 | * |
| | HORÍMETRO | * | 9.001,5 | * | 16.381,0 | * |
| | Km | * | 290.343,70 | * | 261.883,50 | * |
| 500 horas | DATA | 13/06/2018 | 29/06/2018 | 13/06/2018 | 29/06/2018 | 12/06/2018 |
| | HORÍMETRO | 15.946,7 | 9.285,4 | 16.170,0 | 16.691,3 | 16.124,0 |
| | Km | 216.880,30 | 293.896,00 | 270.352,60 | 266.345,00 | 290.656,80 |
| 600 horas | DATA | 25/06/2018 | 05/07/2018 | * | 05/07/2018 | 25/06/2018 |
| | HORÍMETRO | 16.106,9 | 9.397,0 | * | 16.793,0 | 16.287,9 |
| | Km | 219.786,00 | 311.304,00 | * | 267.876,00 | 5.309,90 |
| 700 horas | DATA | 02/07/2018 | 12/07/2018 | 25/06/2018 | 12/07/2018 | 02/07/2018 |
| | HORÍMETRO | 16.220,0 | 9.534,0 | 16.376,4 | 16.905,0 | 16.412,6 |
| | Km | 221.528,00 | 313.039,00 | 273.649,20 | 269.482,00 | 7.391,10 |
| 800 horas | DATA | 09/07/2018 | 20/07/2018 | 02/07/2018 | * | 09/07/2018 |
| | HORÍMETRO | 16.334,0 | 9.687,0 | 16.488,7 | * | 16.550,0 |
| | Km | 223.343,00 | 315.028,00 | 275.328,90 | * | 9.392,40 |
| 900 horas | DATA | 11/07/2018 | * | 09/07/2018 | * | 12/07/2018 |
| | HORÍMETRO | 16.358,6 | * | 16.628,0 | * | 16.579,0 |
| | Km | 223.723,40 | * | 277.300,00 | * | 9.946,00 |
| 1.000 horas | DATA | * | 30/07/2018 | 18/07/2018 | * | * |
| | HORÍMETRO | * | 9.821,0 | 16.753,0 | * | * |
| | Km | * | 316.406,50 | 279.239,00 | * | * |

Observações: Nas células identificadas com (*), não foi realizada coleta.

Tabela 8. Controle de realização de coleta de amostras 2º ciclo

| AMOSTRA | EQUIPAMENTO | CB3901 | CB3922 | CB3931 | CB3934 | CB3987 |
|-----------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 250 horas | DATA | 31/07/2018 | 14/08/2018 | 06/08/2018 | 31/07/2018 | 27/07/2018 |
| | HORÍMETRO | 16.604,0 | 10.073,0 | 17.010,0 | 17.166,0 | 16.833,0 |

| | | | | | | |
|-------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Km | 227.649,00 | 319.420,00 | 283.057,00 | 273.043,20 | 13.702,00 |
| 500 horas | DATA | 20/08/2018 | 03/09/2018 | 19/09/2018 | 16/08/2018 | 20/08/2018 |
| | HORÍMETRO | 16.869,0 | 10.369,0 | 17.182,1 | 17.408,0 | 17.108,0 |
| | Km | 231.586,00 | 323.319,00 | 285.491,20 | 275.948,00 | 17.623,00 |
| 600 horas | DATA | 24/08/2018 | * | 27/09/2018 | 24/08/2018 | 24/08/2018 |
| | HORÍMETRO | 16.955,0 | * | 19.052,0 | 17.528,0 | 17.175,0 |
| | Km | 232.022,00 | * | 287.002,00 | 277.776,00 | 18.584,00 |
| 700 horas | DATA | 30/08/2018 | 13/09/2018 | 01/10/2018 | 29/08/2018 | 18/09/2018 |
| | HORÍMETRO | 17.057,0 | 19.052,0 | 19.119,0 | 17.606,0 | 17.275,1 |
| | Km | 234.693,00 | 325.362,92 | 288.016,00 | 278.920,00 | 283.643,30 |
| 800 horas | DATA | 06/09/2018 | 20/09/2018 | 11/10/2018 | 05/09/2018 | 26/09/2018 |
| | HORÍMETRO | 17.163,2 | 10.634,0 | 19.211,0 | 17.728,0 | 17.389,1 |
| | Km | 236.361,82 | 326.670,94 | 289.332,00 | 280.727,00 | 22.074,31 |
| 900 horas | DATA | 13/09/2018 | 27/09/2018 | 18/10/2018 | 10/09/2018 | 02/10/2018 |
| | HORÍMETRO | 17.276,0 | 10.733,0 | 19.321,0 | 17.810,0 | 17.475,3 |
| | Km | 238.207,31 | 327.935,36 | 290.955,00 | 281.943,25 | 23.228,20 |
| 1.000 horas | DATA | 24/09/2018 | 08/10/2018 | 05/11/2018 | 18/09/2018 | 09/10/2018 |
| | HORÍMETRO | 17.407,0 | 10.851,0 | 19.567,0 | 17.924,0 | 17.595,0 |
| | Km | 240.168,30 | 329.622,00 | 294.361,50 | 283.643,30 | 24.930,00 |

Observações: Nas células identificadas com (*), não foi realizada coleta.

2.7 – Verificação dos resultados

Analisando os principais parâmetros não se identificou nenhuma anormalidade que interferisse diretamente na possibilidade de alteração da periodicidade do ciclo de manutenção lubrificação dos motores OM501LA.

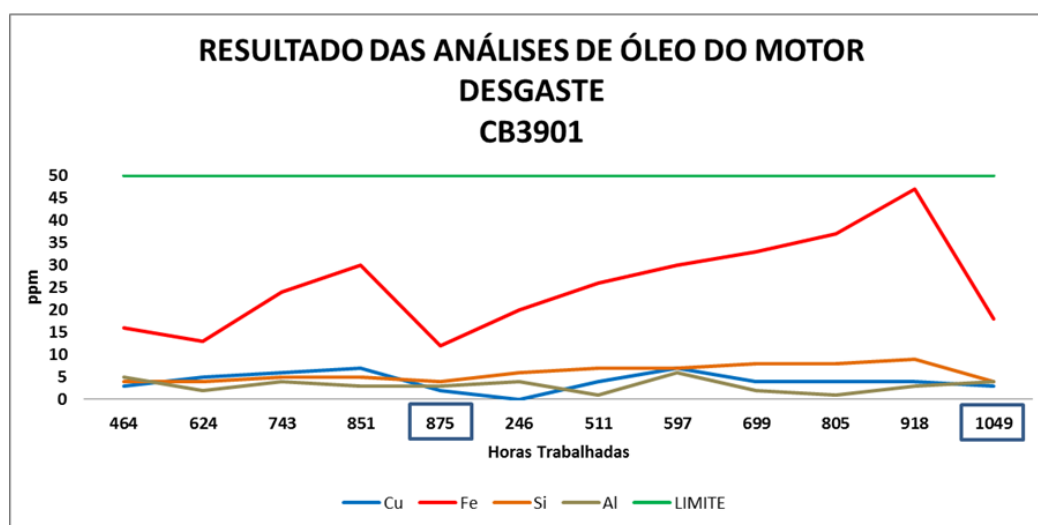


Figura 4. Amostras dos caminhões em teste

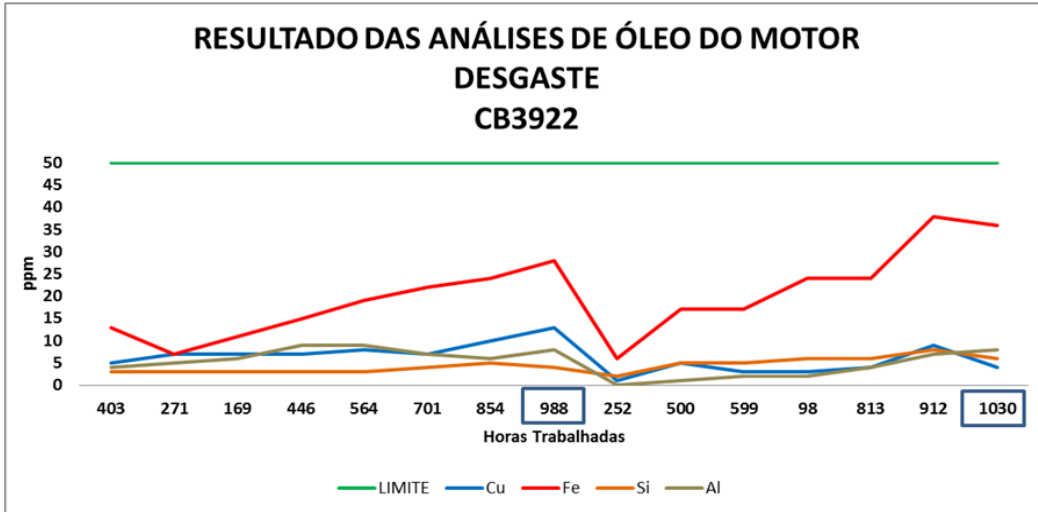


Figura 5. Amostras dos caminhões em teste

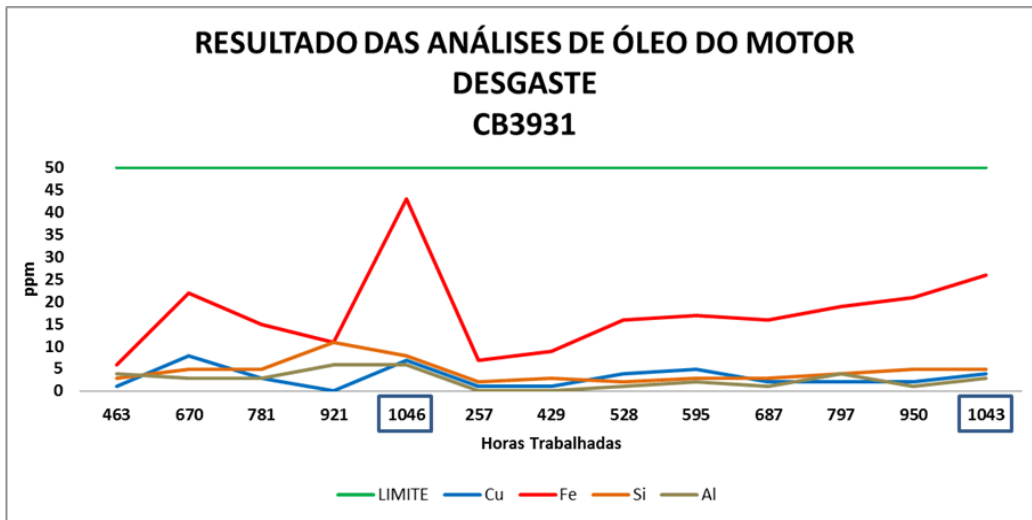


Figura 6. Amostras dos caminhões em teste

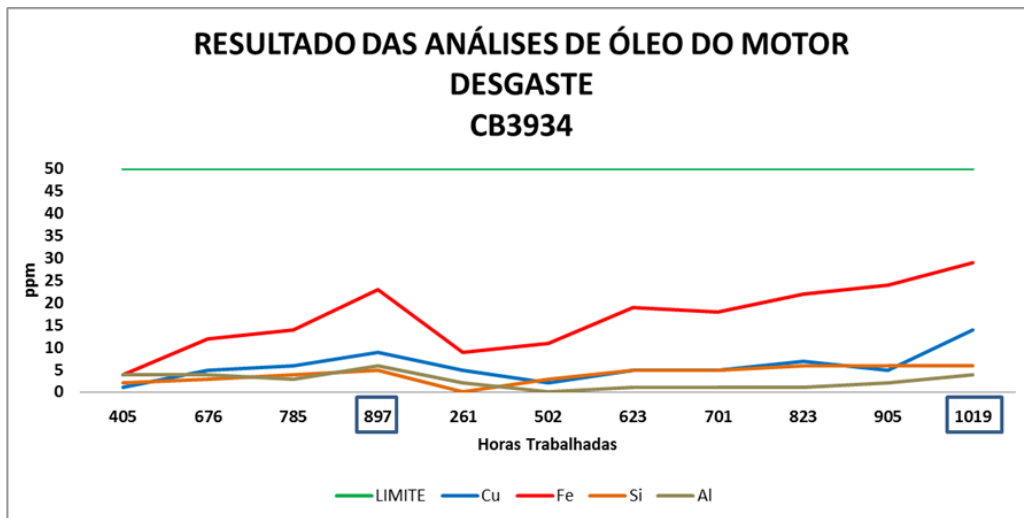


Figura 7. Amostras dos caminhões em teste

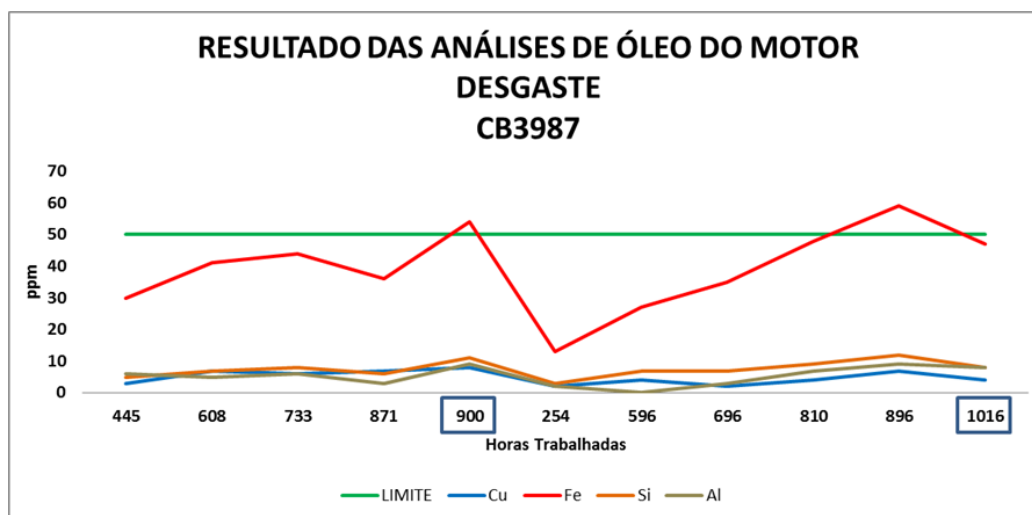


Figura 7. Amostras dos caminhões em teste

Durante a análise dos resultados identificamos que o CB3987, mesmo com vida útil do motor baixa, apresentou variação superior ao limite estipulado de 50 ppm com aproximadamente 900 horas de operação. Levantamos o questionamento deste resultado à equipe Mercedes Benz, que nos enviou a tabela de limites de desgaste atualizada. Nesta tabela pode-se verificar que o limite de desgaste estipulado pelo fabricante e os valores encontrados estavam todas de acordo.

Tabela 9. Limite de tolerância para análise de óleo (Mercedes Benz)

| | UNIDADE | MOTORES OM501(LUBRIFICANTE 228.3) |
|-------------------|--------------------|-----------------------------------|
| Al - Alumínio | ppm | 50 |
| Cr - Cromo | ppm | 30 |
| Cu - Cobre | ppm | 50 |
| Fe - Ferro | ppm | 200 |
| Mo - Molibdênio | ppm | 20 * |
| Ni - Níquel | ppm | 10 |
| Pb - Chumbo | ppm | 25 |
| Sn -Estanho | ppm | 10 |
| Si - Silício | ppm | 50 |
| Viscosidade 100°C | mm ² /s | 11,5 - 16,3 |
| TBN | MgKOH/g | ≥ 4 |

Segundo Rodrigues; Leite; Carvajal e Gomes o índice de Viscosidade é uma escala arbitrária que mostra a magnitude da mudança de óleos lubrificantes de viscosidade em função da temperatura. Óleos com valores mais baixos do índice de viscosidade têm uma grande variação da viscosidade devido a mudanças de temperatura, enquanto que um índice de viscosidade elevado ocorre o oposto. Esta quantidade é calculada pela metodologia da ASTM D2270, a partir dos valores experimentais da viscosidade cinemática do óleo a 40 ° C e 100 ° C. De acordo com

esta norma, a viscosidade é expressa em números inteiros e é uma quantidade adimensional.

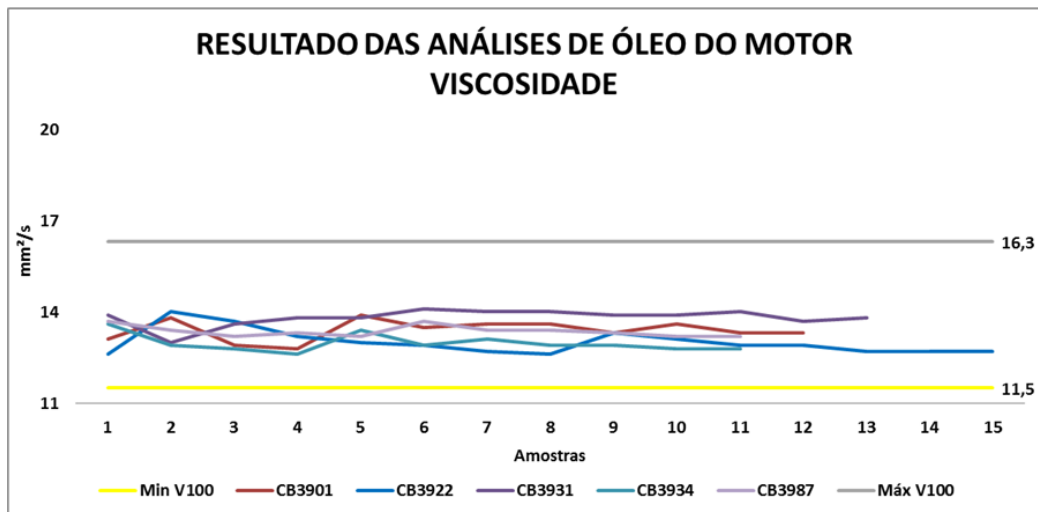


Figura 8. Amostras dos caminhões em teste.

Segundo Rodrigues; Leite; Carvajal e Gomes Número total de base - TBN é uma medida da reserva alcalina, que contém o óleo de lubrificação para neutralizar os ácidos que se formam durante a combustão. Quanto maior for a TBN, mais eficaz é a capacidade de reduzir o efeito corrosivo do ácido durante um período de tempo prolongado. Esta propriedade é determinada pelo método ASTM D2896, e indica o número de miligramas de ácido perclórico, que devem ser adicionados a um grama da amostra de óleo para neutralizar todos os seus componentes básicos.

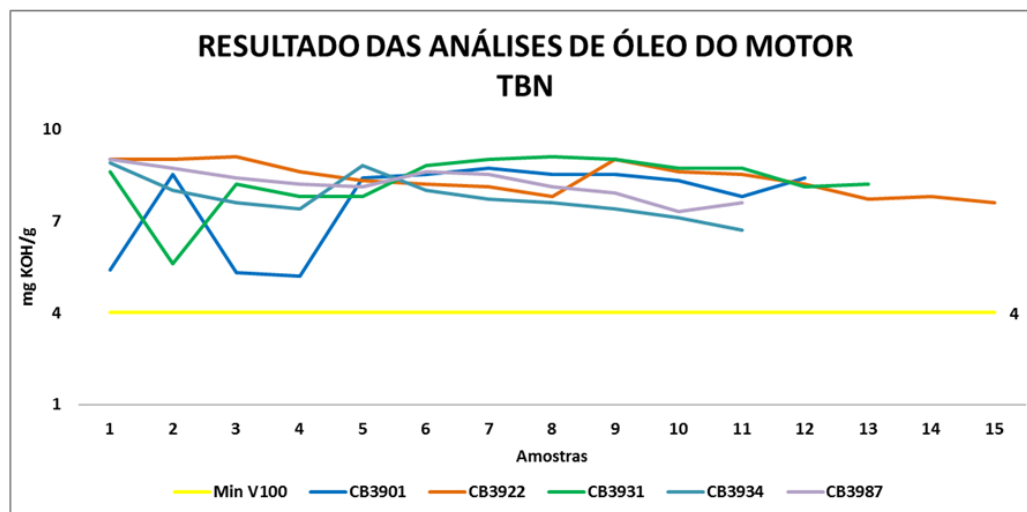


Figura 9. Amostras dos caminhões em teste.

2.7.1 – Complementos de óleo

Com a extensão da vida do óleo lubrificante poderia ocorrer o aumento no índice de complementos, que poderia tornar o trabalho/teste inviável, tendo em vista que a cada complemento os resultados das análises posteriores sofrem grandes influencia e podem-se ter alguns dos parâmetros contaminados.

Tabela 10. Complemento de óleo 1º ciclo

| Equipamento | Data início | Data Fim | Total |
|-------------|-------------|------------|-------|
| CB3901 | 30/04/2018 | 11/07/2018 | 4 |
| CB3922 | 23/05/2018 | 30/07/2018 | 3 |
| CB3931 | 13/05/2018 | 18/07/2018 | 3 |
| CB3934 | 01/06/2018 | 12/07/2018 | 3 |
| CB3987 | 24/04/2018 | 12/07/2018 | 0,8 |

Tabela 11. Complemento de óleo 1º ciclo

| Equipamento | Data início | Data Fim | Total |
|-------------|-------------|------------|-------|
| CB3901 | 11/07/2018 | 24/09/2018 | 8 |
| CB3922 | 30/07/2018 | 08/10/2018 | 6 |
| CB3931 | 18/07/2018 | 05/11/2018 | 8 |
| CB3934 | 12/07/2018 | 18/09/2018 | 6 |
| CB3987 | 12/07/2018 | 09/10/2018 | 7 |

3 CONCLUSÃO

O aumento da periodicidade de 500 para 750 h irá gerar redução do custo de manutenção (33,3%) na compra de insumos, aumento da disponibilidade física (0,2%) com a redução do número de paradas para troca de óleo/filtros e a redução do custo de produção (R\$/t) com somatório da redução de custo de manutenção e aumento de produção gerada pela maior disponibilidade dos equipamentos.

Com a realização do teste e acompanhamento dos resultados das análises identificou-se que os valores encontrados ficaram abaixo do limite de tolerância estipulados pelo fabricante do equipamento. Diante desta constatação conclui-se que é viável e seguro o aumento da vida útil do óleo de motor e filtros para 750 horas de operação.

REFERÊNCIAS

- 1 <http://massalubrificantes.com.br/author/wellwds/>: [acesso em 20 de mai de 2019].
- 2 <https://blog.texaco.com.br/ursa/melhor-oleo-para-motor-diesel/>: [acesso em 20 de mai de 2019].
- 3 Rodríguez RJLM. Leite JC. Carvajal TLR. Gomes PCR. Desenvolvimento de software e metodologia aplicada utilizando ferramentas de lógica fuzzy para análise do comportamento do óleo lubrificante [acesso em 20 de mai de 2019]; Disponível em: <https://utemanauara.com.br/2016/06/16/resposta-da-petrobras-a-folha/>