

O PAPEL DA QUÍMICA ANALÍTICA E DA QUÍMICA FORENSE NO CONTROLE E UMIDADE EM ÓLEO LUBRIFICANTE AUTOMOTIVO

EDUARDA MOREIRA HARTMANN¹; LUIZA LEITE LIMA²; LUÃ TIMM SAN MARTIN³; NÁTHALI DE ASSIS MAGALHÃES⁴; DIOGO LA ROSA NOVO⁵.

¹Universidade Federal de Pelotas - eduarda_hartmann@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas- limaluiza70@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas- luatimm.quim@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas- nathali22m@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas - diogo.la.rosa@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Óleos lubrificantes possuem um papel vital na conservação das partes móveis do motor, uma vez que formam uma camada protetora em toda a área de contato das peças metálicas (CARRA, et. al., 2022). O óleo lubrificante é recomendado para motores de alto desempenho, como motores a quatro tempos, turbinados e aspirados a gasolina, gás natural veicular e etanol (DML LUBRIFICANTE, 2023). Assim, a qualidade do óleo lubrificante é fundamental para o funcionamento e durabilidade do motor. Nesse contexto, o índice de umidade no óleo lubrificante influencia negativamente na processabilidade, durabilidade, aplicabilidade e excelência do produto, podendo causar danos irreparáveis ao motor (ARAÚJO, 2014). Assim, é de extrema importância o controle de umidade no óleo lubrificante para garantir o bom funcionamento do motor dos automóveis.

O controle de qualidade de produtos comerciais é de suma importância para o uso adequado dos consumidores. A Química Forense segundo Zarzuela (1995) é o ramo da Química que se ocupa da investigação forense no campo da química especializada, a fim de atender aspectos de interesse judiciário. Nesse contexto, estratégias analíticas têm se destacado nos últimos anos pelos avanços tecnológicos, com a automação analítica, miniaturização de sistemas e lançamento de *software* integrados, aliada a uma redução de custos e maior facilidade em se adquirir equipamentos e materiais de consumo e de referência (VAZ JÚNIOR, 2010). A Química Analítica é um ramo da Química que auxilia a garantir a qualidade de um amplo conjunto de produtos industriais agindo diretamente na identificação e quantificação de componentes em uma amostra (VAZ JÚNIOR, 2010)

A Química Analítica está em constante transformação em função de novas demandas e dos desenvolvimentos tecnológicos que abrem novas possibilidades de pesquisa (NASCENTES, et. al., 2017). A Química Analítica interage com as mais diversas áreas e possui um apelo interdisciplinar para garantir a qualidade dos mais variados avanços tecnológicos e garantir a qualidade dos mais variados produtos consumidos pela sociedade (NASCENTES, et. al., 2017). A determinação de umidade em óleo lubrificante pode ser realizada por técnicas clássicas ou instrumentais (SKOOG, et. al., 2006). Dentre as abordagens analíticas visando a determinação rápida e eficaz do teor de umidade em óleo lubrificante pode se mencionar as técnicas de secagem, centrifugação e destilação associadas a pesagem da amostra (SKOOG, et. al., 2006).

A técnica de secagem se baseia na remoção da água por aquecimento, é um método lento, porém de baixo custo e simples, pois necessita apenas de uma estufa, balança analítica e cadinhos para colocar as amostras (CECCHI, 2003). A técnica de centrifugação consiste na aceleração do processo de decantação de misturas heterogêneas, com objetivo de separar sólidos de líquidos ou líquidos

imiscíveis, como é o caso da umidade no óleo lubrificante de motor, através da força centrífuga em alta velocidade depositando no fundo as partículas sólidas e/ou mais densas (CAMBIELLA et.al 2006). A destilação está associada à separação mais largamente utilizada para a separar componentes de uma mistura que apresentam diferentes graus de volatilidade (SCHNEIDER et. al, 2013).

Assim, diante do que foi apresentado, esse trabalho tem como objetivo avaliar estratégias analíticas para determinar umidade em óleo lubrificante de motor. Vale mencionar que este trabalho é o relato de caso de uma perícia relacionada a determinação de água no óleo lubrificante de motor, desenvolvida no Grupo de Pesquisa em Química Analítica e Forense (GPQAF) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEl).

2. METODOLOGIA

Um caminhão da marca Mercedes Benz foi abastecido em um posto de combustível, em que foi solicitado a troca do óleo lubrificante do motor e da água do radiador, ambos localizados na parte dianteira do caminhão. De acordo com o relato do frentista, inicialmente houve uma confusão que resultou na adição de água ao reservatório do óleo lubrificante do motor. Após percorrer 16 km, o motor do caminhão travou e parou de funcionar. Um mecânico, ao inspecionar o veículo, constatou visualmente a presença de água no motor, além de danos à peneira do óleo, turbina, compressor, bomba, mangueira, entre outros. Os custos seriam inicialmente arcados, no entanto, foram posteriormente recusados devido ao valor elevado. A solicitação incluiu a necessidade de um laudo técnico que, por meio de uma análise química, comprove o teor de umidade do óleo lubrificante do motor.

Inicialmente, as avaliações dos métodos de umidade foram realizadas para uma amostra de óleo lubrificante 15W40, análogo ao óleo lubrificante utilizado no motor do caminhão, adquirida na cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul - Brasil. Essa amostra foi enriquecida com água para contribuir com a avaliação dos métodos de determinação de umidade. O óleo comercial sem adição de água também foi analisado. O óleo referente ao estudo de caso foi encaminhado pelo correio pela empresa que será mantida em sigilo.

Na determinação de umidade utilizando estufa (DeLeo, Brasil) e balança (JA100N, Sartorius, Japão), cerca de 1000 mg foram depositados em cadinhos de porcelana, previamente secos (para não ter interferência de umidade) e pesados, em triplicata. As amostras foram levadas à estufa em temperatura constante de 110°C por oito horas. Após a conclusão do processo da secagem na estufa, as amostras foram transferidas para o dessecador até atingirem a temperatura ambiente, permitindo assim, pesar e obter a massa final.

Na determinação de umidade utilizando a centrífuga (MiniSpin, Eppendorf, Estados Unidos), cerca de 1000 mg de óleo foram depositados em eppendorf, e centrifugados a 12000 rpm em até dez ciclos de dois minutos. Outra avaliação foi feita pela deposição de 500 mg de óleo em eppendorf, e com adição de cerca 500 uL NaCl supersaturado (39 g/100mL, Synth) e/ou 500 uL de hexano (Synth, Brasil) e repetindo a centrifugação com a mesma quantidade de ciclo e minutos. Posteriormente, o sobrenadante – parte apolar – e/ou o centrifugado – parte polar – foram pesados em balança analítica, e por diferencial de massa, foi encontrado o percentual que indica a umidade. A massa dos reagentes (NaCl e hexano) foi descontada para a medição da massa de óleo ou de água, respectivamente.

Na destilação foram pesadas cerca de 5000 mg de óleo em um balão de fundo redondo e acoplado a um condensador de destilação simples. Uma manta de aquecimento foi utilizada, a temperatura medida com um termômetro de

mercúrio e a água coletada no final do condensador, a massa de água pesada em balança analítica para a determinação do percentual de umidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No processo de determinação de umidade através da centrifugação do óleo comercial 15W40, o teor de umidade não foi detectado, indicando pequenas quantidades ou ausência de água. A adição de hexano e NaCl saturado e a realização de 10 ciclos de centrifugação auxiliou na separação da parte polar e apolar das amostras. Após a coleta e pesagem da parte polar, o teor de umidade obtido para o óleo enriquecido com água foi de $6,40 \pm 1,78\%$. Já no óleo 15W40 do estudo de caso, a adição de hexano e NaCl saturado e a realização de 10 ciclos de centrifugação não foi o suficiente para a separação das fases, indicando a presença de uma maior quantidade de água. O processo foi repetido após a coleta da fração polar e apolar no resíduo, adicionado hexano e NaCl saturado e centrifugado em 11 ciclos, resultando a separação adequada das fases. Após a coleta e pesagem da parte polar, o teor de umidade obtido para o óleo 15W40 do estudo de caso foi de $42,6 \pm 2,5\%$. Essa técnica se mostrou vantajosa e eficiente para auxiliar na determinação do teor de umidade, pois várias amostras podem ser centrifugadas ao mesmo tempo.

Na determinação de umidade após a secagem e a pesagem na balança para o óleo comercial 15W40 apresentou umidade inferior a 1%. Para o óleo enriquecido com água, o teor de umidade obtido foi de $4,59 \pm 0,47\%$, não apresentando diferenças significativas para os resultados de centrifugação com adição de hexano e NaCl saturado ($6,40 \pm 1,78\%$). Já no óleo 15W40 do estudo de caso, o teor de umidade obtido foi de $43,2 \pm 2,6\%$. A análise empregando secagem em estufa e pesagem na balança se mostrou um método simples, eficaz e de baixo custo. Porém, demorado, pois o tempo de secagem pode chegar a 8h e a pesagem limita-se a uma amostra por vez. O processo de destilação simples não foi satisfatório para determinar o teor de umidade para o óleo lubrificante 15W40. O óleo ficou aderido ao balão durante a destilação, não sendo possível dar continuidade ao experimento. Vale mencionar que alternativas como a realização de uma destilação azeotrópica poderia ser uma alternativa, mas não foi realizada pela grande quantidade de solvente orgânico necessário para realizar o processo.

Os resultados indicam que houve uma adição de água no óleo e pode ter sido a causa dos danos aos componentes do motor do caminhão. O valor de umidade elevado corrobora com a informação de que o óleo foi realmente contaminado com água. Destaca-se também a importância do controle de umidade nos óleos lubrificantes comerciais visando garantir o bom funcionamento do motor. As estratégias analíticas descritas nesse estudo podem ser ferramentas de análise para atestar a qualidade de óleo lubrificante de motor comerciais ou para serem aplicadas em um laudo pericial visando obter o teor de umidade em óleo lubrificante de motor.

4. CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados, pode-se concluir que o uso da secagem em estufa e da centrifugação com quebra de emulsão e pesagem em balança foram métodos adequados para determinação do teor de umidade no óleo lubrificante em um caso real de perícia. Os métodos utilizados apresentaram resultados satisfatórios, com potencial para ser uma alternativa viável no que tange o controle de umidade em óleos lubrificantes, pois são métodos simples e de baixo

custo. A umidade de cerca de $46,1 \pm 3,8\%$, indicando a adição de água no óleo lubrificante do motor, pode ter sido realmente a causa dos danos aos componentes do motor do caminhão. Ao concluir este trabalho, é fundamental destacar o papel da iniciação científica na formação acadêmica e profissional dos estudantes. O contato direto com a pesquisa proporcionou uma base sólida para futuras investigações e enriqueceu significativamente o conhecimento na área. A habilidade de identificar e quantificar substâncias em amostras é um aprendizado crucial. E a diversidade da química forense evidenciou a importância da exatidão e precisão, e da atenção aos detalhes. Além de ser essencial para a resolução de crimes, essa área também contribui para o aprimoramento das técnicas analíticas que foram desenvolvidas ao longo deste projeto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M.A.S. **Processamento de Petróleo e Gás**. Rio de Janeiro: LCT, 2014. 2ª edição

CARRA, L.S.; COUMANTAROS, N.V.; BAÚ, R.Z. **Estudo da Degradação do Óleo de Motor**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Graduação em Engenharia Química, Universidade de São Francisco.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. Campinas: UNICAMP, 2a edição. 2003

DML Lubrificante. **Qual óleo mais grosso 20w50 ou 15w40**. Graxas & Lubrificantes, São Paulo, 10 jan. 2023. Acessado em 16 set. 2024. Online. Disponível em: <https://dmllubrificantes.com.br/qual-oleo-mais-grosso-20w50-ou-15w40/#atbs-ceris-offcanvas-primary>

NASCENTES, C.C; KORN, M.D.G; ZANONI, M.V.B. Química Analítica no Brasil: Atualidades, Tendências e Desafios. **SciELO**, v.40., n.6, p. 643- 649, 2017
SCHNEIDER, L.T.; BONASSA, G.; GUERINI, V.; BORUSZEWSKY, C.A.; TELEKEN, J.G. Influência da Taxa de Refluxo no Processo de Destilação para Obtenção de Etanol Hidratado. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.2, n.2, p.1- 11, 2013

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**. São Paulo: Thomson, 2006. 8ª edição.

VAZ JÚNIOR, S. Análise Química Instrumental e sua Aplicação em Controle de Qualidade de Biocombustíveis. **Circular Técnica**, v.3, n.1, p.1-7, 2010.