

ESTUDO DA APLICABILIDADE E EFICIÊNCIA DE CONDICIONADORES DE METAIS EM SUPERFÍCIES

Gabriel Antonio Giroldo Barbosa¹

Jeferson Matos Hrenechen²

RESUMO

Este trabalho aborda a determinação da viscosidade de uma mistura de óleo lubrificante 5W30 com condicionadores de metais, utilizando o método de Stokes, e a análise do potencial corrosivo dessa mistura sobre componentes de alumínio. Através da queda controlada de esferas metálicas em uma coluna vertical contendo a mistura, foi possível aplicar a equação de Stokes para calcular a viscosidade dinâmica com base na velocidade terminal, densidade dos materiais e dimensões da esfera. Os resultados permitem comparar o comportamento reológico da mistura com o óleo puro, avaliando se o aditivo altera significativamente sua fluidez.

Além disso, foi discutido o impacto dos condicionadores de metais na integridade de superfícies de alumínio, considerando possíveis mecanismos de corrosão. Estudos laboratoriais e dados da literatura indicam que, embora os condicionadores de metais sejam eficazes em metais ferrosos, sua aplicação em sistemas com alumínio deve ser feita com cautela, especialmente em ambientes com umidade ou longos períodos de inatividade.

Palavras-chave: Corrosão. Manutenção. Viscosímetro de Stokes.

¹ Aluno do 6º período do curso de Engenharia Mecânica da FAE Centro Universitário. Bolsista do Programa de Apoio à Iniciação Científica (PAIC 2024-2025). *E-mail:* gabriel.barbosa@mail.fae.edu

² Orientador da Pesquisa. Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais pela UFPR, 2011. Professor da FAE Centro Universitário. *E-mail:* jeferson.matos@fae.edu

INTRODUÇÃO

Atualmente a preocupação com a manutenção de motores automotivos envolvem a questão de sua durabilidade. Na tentativa de diminuir o atrito das peças constituintes do motor (pistões, bielas, virabrequim, válvulas, e a parte interna do bloco do motor) apenas o uso do óleo de motor pode não ser o suficiente para a vida longa do motor.

O pistão, ao se mover dentro do cilindro, gera atrito com a parede do cilindro e outras peças móveis, como os anéis do pistão. Esse atrito resulta em perda de energia, pois parte da força gerada pela combustão é dissipada em calor e fricção, em vez de ser utilizada para mover o veículo. Essa perda de energia se manifesta como redução da potência do motor e aumento do consumo de combustível.

Além disso, o atrito constante causa desgaste nas peças, principalmente nos anéis do pistão e na parede do cilindro. Esse desgaste pode levar a uma diminuição da compressão dentro do cilindro, o que afeta ainda mais o desempenho do motor e pode levar a problemas mais graves, como falha no motor, se não tratado.

Os óleos têm diversos tipos de viscosidade, cada um apropriado para um tipo de motor e temperatura local e de funcionamento. A escolha correta do óleo é crucial para que não cause manutenções antes do tempo previsto ou até estragá-lo.

Este trabalho explora a diferença de viscosidade ao adicionar o condicionador de metal utilizando o método de Stokes e se haverá ou não corrosão quando exposto ao condicionador de metal por um longo prazo.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 INTRODUÇÃO À VISCOSIDADE

A viscosidade é uma propriedade física dos fluidos que caracteriza sua resistência ao escoamento. Em termos moleculares, a viscosidade mede o atrito interno entre as camadas adjacentes de um fluido em movimento. Quanto maior a viscosidade, mais resistente é o fluido ao escoamento. Em aplicações como lubrificação de motores, a viscosidade é um parâmetro fundamental para garantir a eficiência e a proteção contra o desgaste de peças mecânicas.

No caso específico de óleos lubrificantes como o 5W30, a viscosidade é cuidadosamente formulada para atender às necessidades de temperatura e pressão do motor. A adição de aditivos como os condicionador de metais, pode modificar a viscosidade do óleo, afetando sua capacidade de lubrificação e proteção. Assim, a determinação da viscosidade após essa mistura é crucial para avaliar seu desempenho.

1.2 CONDICIONADORES DE METAL

O condicionador de metal é um aditivo utilizado em motores de carros com o objetivo de proteger e melhorar o desempenho das superfícies metálicas internas. Ele age principalmente nas partes móveis do motor, como pistões, virabrequim e comandos de válvula. Sua principal função é formar uma camada protetora nas superfícies metálicas, reduzindo o atrito e o desgaste entre as peças. Isso ocorre porque ele reage com o metal sob altas temperaturas e pressões, criando uma película lubrificante duradoura. A composição química dos condicionadores de metais pode variar bastante de acordo com a marca e a formulação, já que cada fabricante utiliza aditivos próprios. Entretanto, de forma geral, eles não são apenas “óleos comuns”, mas sim misturas químicas projetadas para reagir com superfícies metálicas sob alta pressão e temperatura, podemos encontrar em sua composição: Ésteres sintéticos e óleos básicos especiais, organocompostos de fósforo e enxofre, derivados clorados (parafinas cloradas ou ésteres clorados), aditivos antidesgastes, antioxidantes e anticorrosivos, dispersantes e detergentes. Como resultado, o motor trabalha de forma mais suave e eficiente. O uso do condicionador pode contribuir para a economia de combustível, também ajuda na redução de ruídos e vibrações, prolonga a vida útil do motor, reduz a emissão de poluentes, auxilia na partida a frio, pode ser útil especialmente em motores com alto grau de uso. Deve ser usado conforme recomendação do fabricante.

1.3 LEI DE STOKES

De acordo com Frank Mangrem White (2007), a Lei de Stokes descreve a força de atrito (ou arrasto) que age sobre esferas que se deslocam dentro de um fluido viscoso, quando esse movimento ocorre de forma lenta e ordenada, ou seja, em regime laminar, com número de Reynolds baixo. Essa lei foi formulada em 1851 pelo físico George Gabriel Stokes, a partir da solução de um caso específico das equações de Navier-Stokes, que regem o comportamento dos fluidos. Em termos práticos, ela se aplica a partículas esféricas de pequeno porte que se movem devagar em fluidos como água ou ar, sendo amplamente usada para analisar movimentos em microescala, onde os efeitos da viscosidade predominam sobre a inércia. Essa força dada pela equação:

$$F_d = 6\pi\mu r v$$

Onde:

F_d = força de arrasto

μ = viscosidade do fluido

r = raio da esfera

v = velocidade terminal da esfera

π = constante matemática

Sob certas condições (regime laminar, escoamento estável, partícula pequena e esférica), uma esfera que cai livremente em um fluido atinge uma velocidade terminal constante quando as forças de peso, empuxo e arrasto se equilibram:

$$mg - F_e - F_d = 0$$

Substituindo as forças envolvidas:

$$\text{Peso da esfera: } P = mg = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_s g$$

$$\text{Empuxo: } E = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_f g$$

$$\text{Força de arrasto: } F_d = 6\pi\mu r v$$

A equação de equilíbrio das forças fica:

$$\frac{4}{3} \pi r^3 \rho_s g - \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_f g - 6\pi\mu r v = 0$$

Resolvendo e isolando μ temos:

$$\mu = \frac{2r^2 g(\rho_s - \rho_f)}{9v}$$

onde:

μ = viscosidade do fluido

r = raio da esfera

ρ_s = densidade da esfera

ρ_f = densidade do fluido

g = aceleração da gravidade

v = velocidade terminal da esfera

1.4 VISCOSÍMETRO DE STOKES

O viscosímetro de Stokes é um dispositivo usado para medir a viscosidade de líquidos com base na Lei de Stokes. Ele funciona observando o movimento de uma esfera que cai através de um fluido. A ideia é simples: ao cair, a esfera sofre a ação da gravidade, da força de empuxo e da força de resistência do fluido (calculada pela Lei de Stokes). Quando a esfera atinge velocidade terminal (ou seja, quando as forças estão equilibradas), é possível calcular a viscosidade do fluido. Seu funcionamento consiste em: deixar cair uma esfera de raio conhecido em um tubo cheio de líquido, medir o tempo que ela leva para percorrer uma certa distância com velocidade constante, usar a fórmula derivada da Lei de Stokes para calcular a viscosidade:

$$\mu = \frac{2r^2 g(\rho_s - \rho_f)}{9v}$$

1.5 APLICAÇÃO DO MÉTODO À MISTURA ÓLEO 5W30 + CONDICIONADOR DE METAL

O óleo 5W30 é um lubrificante multiviscoso com características específicas a diferentes temperaturas. Ele tem uma viscosidade moderada em baixas temperaturas (fluidez no arranque a frio) e estabilidade em altas temperaturas. A adição do condicionador de metal, um aditivo à base de organometálicos que se liga às superfícies metálicas, pode alterar a viscosidade e as propriedades tribológicas da mistura.

Por isso, é necessário determinar experimentalmente a viscosidade da mistura usando um método confiável como o de Stokes. A análise comparativa da viscosidade antes e depois da adição do condicionador de metal permite avaliar o impacto do condicionador na performance do óleo.

1.6 CONSIDERAÇÕES EXPERIMENTAIS

- As esferas usadas devem ser metálicas e possuir diâmetro conhecido, sendo homogêneas e perfeitamente esféricas.
- O recipiente contendo o fluido (um tubo cilíndrico) deve ser transparente, alto o suficiente para garantir que a esfera atinja a velocidade terminal antes de ser cronometrada.
- O experimento deve ser realizado em temperatura ambiente controlada, pois a viscosidade é altamente sensível à temperatura.
- A densidade da mistura deve ser medida previamente com um densímetro ou calculada com base nas proporções e densidades dos componentes puros.
- O tempo de queda da esfera deve ser medido entre duas marcas previamente calibradas a uma distância conhecida, permitindo o cálculo da velocidade terminal.

1.7 ANÁLISE DE CORROSÃO DOS CONDICIONADORES DE METAL

O alumínio é um metal amplamente utilizado em componentes automotivos, aeronáuticos e industriais devido à sua leveza, boa resistência mecânica e resistência à corrosão, a qual se deve à formação natural de uma camada passiva de óxido de alumínio (Al_2O_3). Essa camada é fina, estável e protege o metal de ataques químicos. Um condicionador de metais é composto por compostos organometálicos (geralmente com base em ésteres clorados de hidrocarbonetos) que se difundem no óleo e interagem com superfícies metálicas sob temperatura e pressão, formando uma camada protetora que reduz atrito e desgaste.

1.8 IMPORTÂNCIA PRÁTICA DO EXPERIMENTO

A determinação da viscosidade da mistura óleo 5W30 + condicionador de metal permite avaliar: se a adição do condicionador de metal altera significativamente a fluidez do óleo, se a mistura atende às normas de viscosidade exigidas para uso em motores, a compatibilidade do condicionador com diferentes tipos de óleo, a influência do aditivo nas perdas por atrito, eficiência energética e desgaste. Além disso, esse tipo de experimento fornece base científica para decisões de engenharia, manutenção automotiva e formulação de produtos lubrificantes.

2 METODOLOGIA

Inicialmente foi feito um estudo sobre quais os condicionadores de metal e óleo mais acessíveis e usados nos motores dos carros atuais, foram escolhidos para estudo os condicionadores de metais: Nanotech (FIGURA 1), Bardahl (FIGURA 2) e Militec (FIGURA 3), o óleo escolhido para os testes foi o 5W30 da marca Lubrax (FIGURA 4).

FIGURA 1 - Condicionador Nanotech



FONTE: Amazon (2025)

FIGURA 2 – Condicionador Bardahl



FONTE: PitStop Distribuidora Automotiva (2025)

FIGURA 3 – Condicionador Militec



FONTE: SBS Comércio de Veículos (2025)

FIGURA 4 – Óleo LUBRAX 5W30



FONTE: Stock Car Auto Peças (2025)

Para a construção do viscosímetro de Stokes (FIGURA 5) foi utilizado: Tubo de alumínio seccionado em duas partes para colocar um tubo transparente que por meio dele irá ser medido o tempo da passagem da esfera de aço (FIGURA 6) para que seja calculado a velocidade, com isso determinado a sua viscosidade, flange para utilizar como base do dispositivo, esfera de aço com diâmetro de 1cm.

FIGURA 5 – Viscosímetro de Stokes



FONTE: Os autores (2025)

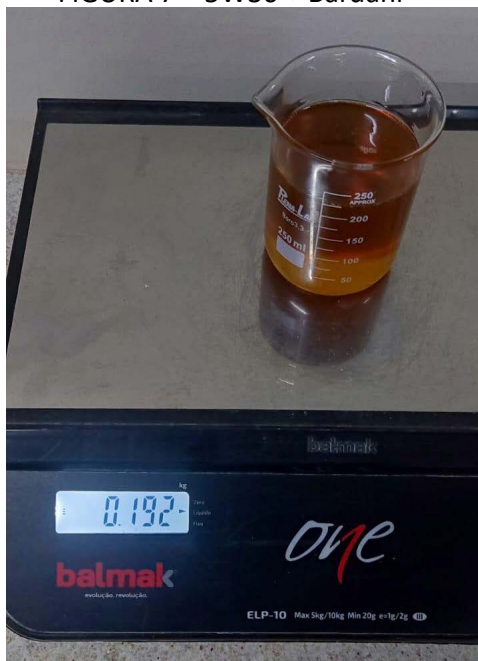
FIGURA 6 – Esfera de aço



FONTE: Os autores (2025)

Para o preparo do experimento foi necessário a determinação da densidade. para cada amostra foi pesado 225ml de solução composta de 60ml de condicionador de metal e 165ml do óleo 5W30, e uma amostra apenas com 225ml de óleo 5W30. A esfera foi pesada separadamente.

FIGURA 7 – 5W30 + Bardahl



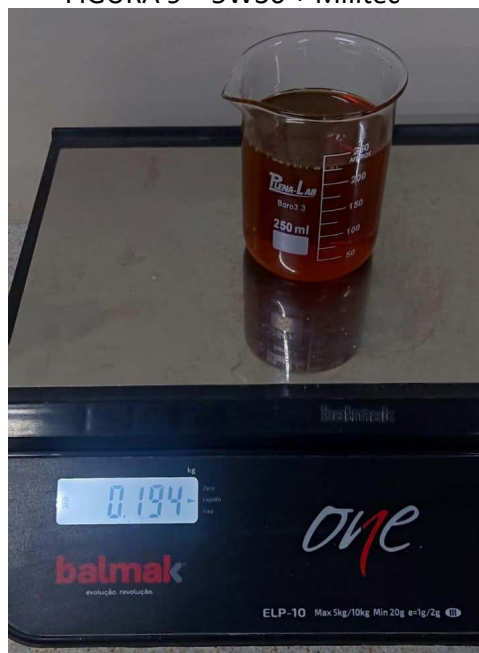
FONTE: Os autores (2025)

FIGURA 8 – 5W30 + Nanotech



FONTE: Os autores (2025)

FIGURA 9 – 5W30 + Militec



FONTE: Os autores (2025)

Após pesar as amostras (FIGURA 7, FIGURA 8 e FIGURA 9), foi preenchido o viscosímetro com a solução. Foi posicionado a esfera no topo e marcado com o cronometro o intervalo da passagem da esfera entre as marcações. Com a medição do tempo foi assim calculado a velocidade e consequentemente a viscosidade.

Para a análise de corrosão foi utilizado corpos de prova em formato de “copos” de alumínio e deixado reservado com o fundo coberto com o condicionador de metal ou óleo por 75 dias, para que, nesse intervalo de tempo possa ser notado alguma corrosão do metal.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com todas as medições e cálculos feitos, e tendo a viscosidade do óleo 5W30 puro deve servir como referência de controle. A adição do condicionador de metal pode: alterar ligeiramente a viscosidade, pode alterar o comportamento de fluxo, especialmente sob carga ou temperatura elevada, se a viscosidade aumentar muito, pode indicar que o fluido ficará menos fluido em baixas temperaturas (potencialmente prejudicial). Se a viscosidade não mudar significativamente, o condicionador de metal pode estar atuando mais em termos de adsorção nas superfícies metálicas do que na fase líquida do óleo.

TABELA 1 – Cálculos de viscosidade

esferas		densidade			
raio	peso	massa	volume	densidade	
0,005	0,004	0,203	0,000225	902,2222	nanotech
		0,192	0,000225	853,3333	bardahl
		0,194	0,000225	862,2222	militec
		0,191	0,000225	848,8889	5w30

gravidade	9,81
-----------	------

amostras	componentes	tempo	velocidade	viscosidade dinamica	distancia dos pontos
1	5w30+nano	0,47	0,47021277	0,780876758	0,221
2	5w30+bard	0,37	0,5972973	0,619193601	
3	5w30+mili	0,54	0,40925926	0,902504248	
4	5w30 puro	0,49	0,45102041	0,820550201	





FONTE: Os autores (2025)





Ao analisar os dados se compreende que cada condicionador poderá proporcionar uma viscosidade diferente, quanto menor o valor da viscosidade dinâmica, a velocidade e o tempo da esfera será menor ao passar pelos pontos do viscosímetro, correlacionando com o motor automotivo, terá maior facilidade de movimento do pistão dentro do motor, podendo melhorar a vida útil, consumo e aumentar o intervalo da necessidade de manutenções mais severas.

Comparação do antes e depois dos corpos de prova:

QUADRO 1 – Comparação de corrosão

continua

Fluído	Antes	Depois
Bardahl		
Nanotech		

Fluído	Antes	Depois
Militec		
5W30		

FONTE: Os autores (2025)

Comparando o antes e depois dos corpos de prova, não foi possível visualizar nenhuma alteração no metal, não se teve nenhuma corrosão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método de Stokes fornece uma forma simples e eficaz de determinar a viscosidade de misturas como óleo lubrificante com aditivos. Embora o experimento tenha limitações (como a sensibilidade à temperatura e ao regime laminar), ele oferece bons resultados em condições bem controladas. A avaliação do impacto dos condicionadores de metais na viscosidade é útil para validar sua utilização em motores que exigem precisão na lubrificação.

Nenhuma corrosão foi notada nos corpos de prova, indicando que a utilização dos condicionadores de metais não irá prejudicar o motor no quesito de desgaste por corrosão.

Este método de estudo voltado para condicionadores de metais não tem precedentes, o que dificulta na pesquisa de novas referências, porém pode-se expandir as perspectivas sobre o tema.

REFERÊNCIAS

- AMAZON. **Condicionador Nanotech Desempenho Redução Koube**. Disponível em: https://www.amazon.com.br/Condicionador-Nanotech-Desempenho-Redu%C3%A7%C3%A3o-Koube/dp/B07X1LG3ND/ref=asc_df_B07X1LG3ND?mcid=f9a390e5eb8f36b7a245b8c5b24d500a&tag=googleshopp00-20&linkCode=df0&hvadid=709968341194&hvpos=&hvnetw=g&hvra nd=5003605617429747149&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcm dl=&hvllocint=&hvllo chy=9198558&hvtargid=pla-894559936303&pssc=1&language=pt_BR&gad_source=1. Acesso em: 27 maio 2025.
- BLOG BARDAHL. Conheça as funções do condicionador de metais. **Blog BARDAHL**, [s.l.]; [s.d.]. Disponível em: https://blog.bardahl.com.br/conheca-as-funcionalidades-do-condicionador-de-metais/?mwg_rnd=7485565. Acesso em: 23 jan. 2025.
- CORSI, Tainara; LAGE, Talisson Fernandes; SANTOS, Diego Gomes. Estudo de desgastes com aplicação de condicionadores de metais. In: SIMPÓSIO DE TCC DAS FACULDADES FINOM E TECSOMA, 1., 2019, Paracatu. **Anais eletrônicos...** Paracatu, 2019. p. 1212-1227.
- JW ENGENHARIA. Condicionador de metais: Para que ser? Qual sua função? **JW Engenharia**, Contagem, 15 mai. 2023. Disponível em: https://jweng.com.br/noticias/condicionador-de-metais-para-que-serve/?mwg_rnd=8604578 Acesso em: 12 nov. 2024.
- LIMA, Rosa Malena Fernandes; LUZ, José Aurélio Medeiros da. Análise granulométrica por técnicas que se baseiam na sedimentação gravitacional: Lei de Stokes. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 54, n. 2, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rem/a/qcCJsfxv7SfDyFdKgPpBxPJ/?format=html&lang=pt&stop=next> Acesso em: 16 fev. 2025.
- MUNSON, Bruce R.; YOUNG, Donald F.; OKIISHI, Theodore H. **Fundamentos da mecânica dos fluidos**. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2004.
- PILLING, Sergio. Prática 9 – Determinação da viscosidade dinâmica de fluidos pelo método de Stokes. **Universidade do Vale do Paraíba**, São José dos Campos [s.d.]. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/320101205/Viscosimetro-de-Stokes> Acesso em: 24 mai. 2025.
- PITSTOP. **Condicionador de Metais Bardahl 200 ml**. Disponível em: <https://www.pitstop.com.br/425759---condicionador-de-metais-bardahl-200ml-1025606/p>. Acesso em: 27 maio 2025.
- SBS MOTOS. **Aditivo Militec-1 Condicionador de Metais 40 ml**. Disponível em: <https://www.sbsmotos.com.br/aditivo-militec-1-condicionador-de-metais-40ml/p>. Acesso em: 27 maio 2025.
- STOCK CAR AUTO PEÇAS. **Óleo de motor 0W-30 Lubrax Valora Offroad Sintético SN**. Disponível em: <https://www.stockcarpecas.com.br/lubrificantes-aditivos/oleo-de-motor/oleo-de-motor-05w30-lubrax-valora-offroad-sintetico-sn>. Acesso em: 27 mai. 2025.
- WHITE, Frank M. **Mecânica dos fluidos: fundamentos e aplicações**. São Paulo: McGraw Hill, 2007.