



ANÁLISE TRIBOLÓGICA DE PINO SOBRE DISCO EM ÓLEO UTILIZADO EM MOTORES MONOCILÍNDRICOS

JOÃO VITOR ULLER

ALEXANDRE GALIOTTO

RESUMO

A utilização de óleo em motocicletas é fundamental para o desempenho e a durabilidade do motor, porém sua condição ao longo do uso requer atenção, pois a falta de trocas no período adequado pode gerar degradação e perda de eficiência lubrificante. Neste trabalho foi realizado um estudo comparativo entre três condições de óleo – novo (O0), com 1000 km (O1) e com 6000 km (O6) de uso – por meio de ensaio de desgaste pino sobre disco avaliando perda de massa e largura de pista. Os resultados mostraram que o óleo novo apresentou o menor atrito e os menores sinais de desgaste, enquanto o óleo com 1000 km demonstrou desempenho intermediário, indicando início de degradação. O óleo com 6000 km apresentou maior coeficiente de atrito, maior perda de massa e a maior largura de pista, evidenciando desgaste mais acentuado e redução significativa da capacidade lubrificante. Esses achados reforçam a importância da manutenção adequada e da troca periódica do óleo para preservar o funcionamento e a vida útil do motor.

Palavras-chave: lubrificante; desgaste; degradação.

COMPARATIVE STUDY OF THE CONDITION OF THE OIL IN DIFFERENT SITUATIONS OF USE IN SINGLE-CYLINDER ENGINES

abstract

The use of oil in motorcycles is fundamental for engine performance and durability; however, its condition throughout use requires attention, as failure to change it at the appropriate intervals can lead to degradation and loss of lubricating efficiency. This study compared three oil conditions – new (O0), with 1000 km (O1), and with 6000 km (O6) of use – using a pin-on-disc wear test to evaluate mass loss and track width. The results showed that the new oil presented the lowest friction and the least signs of wear, while the oil with 1000 km showed intermediate performance, indicating the beginning of degradation. The oil with 6000 km showed the highest coefficient of friction, the greatest mass loss, and the widest track width, evidencing more pronounced wear and a significant reduction in lubricating capacity. These findings reinforce the importance of proper maintenance and periodic oil changes to preserve engine function and lifespan.

Keywords: lubricant; wear; degradation.



1 INTRODUÇÃO

O uso de motocicletas tem crescido significativamente nos últimos anos, tanto como meio de transporte urbano quanto como ferramenta de trabalho, o que aumenta a necessidade de compreender os fatores que garantem seu bom desempenho e durabilidade. Entre os elementos essenciais para o funcionamento adequado do motor, o óleo lubrificante ocupa um papel importante. (Abraciclo, 2025)

O lubrificante tem a função de formar uma película protetora, impedindo o contato direto de peças, assim reduzindo o atrito e evitando desgaste. Em algumas aplicações, estes produtos podem ainda exercer função de refrigeração, movimento por forças mecânicas, limpeza, vedação, entre outras funções. Nas motocicletas, o óleo lubrificante atua diminuindo o atrito, além de vedar, refrigerar e limpar o motor (SCHUELTER, 2014).

Uma das principais maneiras de manter o motor em bom estado, reduzindo a necessidade de maiores despesas com reparos é através da troca do óleo lubrificante na frequência correta. Além do motor, o óleo lubrificante também atua no câmbio e sistema de transmissão, assumindo uma relevância ainda maior na manutenção (ARAÚJO, 2022).

Outro fator importante é a troca do filtro de óleo do motor, pois é ele quem vai filtrar todas as impurezas do óleo. Muitos proprietários de automóveis trocam o filtro alternadamente com as trocas de óleo, o que pode não ser recomendado, pois todas as impurezas do óleo anterior estarão impregnadas nele, podendo assim contaminar o óleo novo (Mota, 2016).

Gusmão, Fraga e Dias (2013) afirma que o uso prolongado de um óleo lubrificante resulta na sua deterioração parcial, formando compostos, tais como ácidos orgânicos, composto aromáticos polinucleares (potencialmente carcinogênicos), resinas e lacas (átomos de cobre). De tal forma que o óleo lubrificante se torna prejudicial à saúde e também para os motores.



Os óleos lubrificantes consistem na mistura de uma variedade de óleos básicos e aditivos químicos, a fim de, entre outras funções já mencionadas, reduzir o coeficiente de atrito nas partes envolvidas, reduzindo possíveis desgastes à estas peças durante a sua movimentação, aumentando a vida útil dos componentes (ALMEIDA, 2019).

Sabe-se que as características físico-químicas dos óleos básicos influenciam o seu desempenho de lubrificação, sendo que vários óleos não são adequados para tal tarefa. Para que um óleo atue como lubrificante, é essencial que ele possua características físico-químicas bem definidas, como viscosidade cinemática, índice de viscosidade, ponto de fulgor, volatilidade e estabilidade oxidativa (CORDEIRO et al, 2020)

Para atingir as propriedades desejadas para bom funcionamento, o óleo de motor deve apresentar aditivos, em torno de 2% a 25%, cuja finalidade é aprimorar a função de lubrificação ou para fornecer propriedades adicionais, tais como melhoria na refrigeração, agentes antioxidantes e a viscosidade ideal (RIBEIRO, 2018).

Os aditivos mais relevantes para a proteção tribológica são os antidesgaste (AW) e os de extrema pressão (EP). Enquanto os AW formam filmes protetores em condições moderadas de carga, os EP atuam em situações mais severas, criando camadas resistentes que evitam a soldagem e reduzem o desgaste. Juntos, esses aditivos melhoram a durabilidade e o desempenho do sistema (HAMROCK, 2004).

A degradação do óleo de motor pode estar relacionada com a variação e composição dos óleos lubrificantes, com a taxa de desgaste dos componentes internos do motor, com a vida útil do óleo, além de propriedades físicas como alteração da viscosidade em função da temperatura ou da taxa de cisalhamento, entre outros. Assim, é de grande importância a identificação dos fatores que podem levar à degradação desses materiais (Carra, 2022).

Com o tempo, o óleo está sujeito a diversas alterações na sua composição, que faz com que sua efetividade diminua. A oxidação é a reação química do lubrificante com o oxigênio do ar atmosférico. Esta reação é acelerada por contaminação por água, altas temperaturas e prolongamento de trocas sem prévio monitoramento (CARVALHO, 2015).



De acordo com Carvalho (2015), todo motor gera fuligem por processo natural, porém, por ser altamente abrasiva, quando presente em excesso acelera o desgaste e causa danos significativos às peças internas. A chamada “mistura rica” – caracterizada por muito combustível e pouco ar – é a principal fonte geradora desse resíduo, comprometendo a eficiência da combustão e aumentando a formação de partículas. Essa condição pode ser gerada por diversos fatores, como falhas no sistema de injeção eletrônica, obstrução ou saturação do filtro de ar, sensores defeituosos, regulagem inadequada do carburador em modelos mais antigos e até mesmo pela utilização de combustível de baixa qualidade.

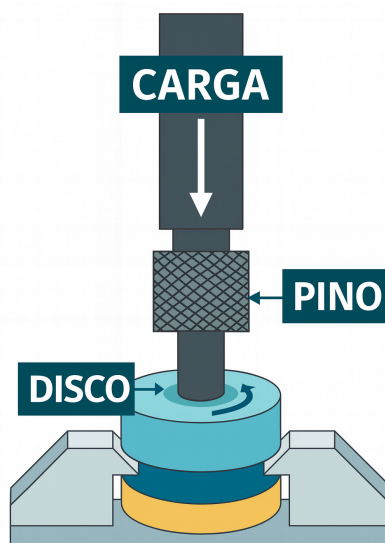
A comparação entre os diferentes estágios de uso do óleo tem como objetivo analisar a degradação das propriedades tribológicas do lubrificante ao longo do tempo de operação, bem como seu impacto no comportamento de desgaste dos corpos de prova submetidos ao ensaio. Essa análise permite avaliar a eficácia do óleo lubrificante sob diferentes condições, contribuindo para a compreensão do seu desempenho em aplicações reais.

2 METODOLOGIA

2.1 ENSAIO

Para avaliar o desgaste, foram realizados ensaios tribológicos do tipo pino sobre disco (Figura 1), conforme a norma ASTM G99, adaptados para condição lubrificada. O equipamento utilizado mede o coeficiente de atrito gerado entre uma esfera de aço (pino) e a superfície do corpo de prova (disco), sob condições controladas de carga, velocidade de deslizamento e tempo de ensaio. Durante o experimento. A esfera permanece estacionária, enquanto o disco gira, promovendo contato deslizante contínuo. A força normal aplicada e a força de atrito medida permitiram o cálculo do coeficiente de atrito (μ), enquanto o volume de material removido e a largura de pista foram utilizados para estimar o desgaste dos corpos de prova.

Figura 1 – Esquemático ensaio pino sobre disco



Fonte: Autor.

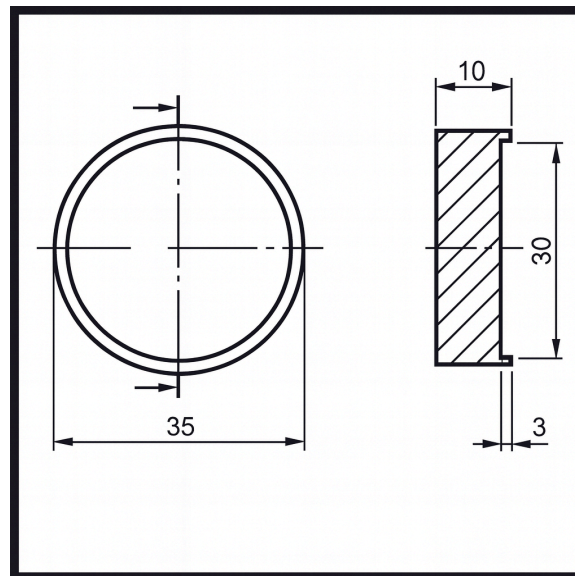
O ensaio foi conduzido com um raio de pista de 8 mm, sob uma velocidade de deslizamento de 0,10 m/s, totalizando um percurso de 1000 metros, com duração aproximada de 2,78 horas e 10 N de carga aplicada.

2.2 MATERIAIS UTILIZADOS

2.2.1 PINO E DISCO

Os discos destinados aos ensaios foram desenvolvidos em aço SAE 1020, liga comumente utilizada em componentes mecânicos e que possui uma dureza baixa para poder evidenciar o desgaste. Para permitir a permanência do lubrificante durante os testes, cada amostra foi usinada com dimensões de 35 mm de diâmetro e 10 mm de espessura, incorporando ainda um rebaixo de 30 mm de diâmetro e 3 mm de profundidade (Figura 2). Esse rebaixo tem a função de formar uma região confinada para o óleo, garantindo que o filme lubrificante não seja expulso pela ação da força centrífuga ao longo do ensaio e mantendo, assim, o contato contínuo entre o óleo e as superfícies submetidas ao desgaste.

Figura 2 – Amostra com rebaixo para retenção do óleo



Fonte: MENDES (2025)

As esferas empregadas nos ensaios possuem diâmetro de 6 mm e são fabricadas em aço SAE 52100, material amplamente utilizado pela elevada dureza e resistência à fadiga por contato. Esse aço passa por tratamentos térmicos específicos que resultam em uma microestrutura adequada para suportar tensões elevadas e regimes severos de lubrificação. Dessa forma, sua utilização nos ensaios assegura condições representativas dos componentes do motor, além de garantir estabilidade dimensional e comportamento previsível durante as interações tribológicas.

Cada ensaio foi realizado com esferas e discos novos, assegurando as mesmas condições iniciais de contato e evitando interferências decorrentes de desgaste prévio das superfícies. Essa padronização é essencial para garantir a repetibilidade dos resultados.

2.2.2 ÓLEO UTILIZADO

Para a realização dos ensaios tribológicos, foram selecionadas três amostras do óleo lubrificante semissintético Mobil 10W-30, para motocicletas equipadas com motores de quatro tempos. Esse lubrificante atende à especificação JASO MA2 (Japanese Automotive Standards Organization), a qual garante desempenho adequado em sistemas de embreagem úmida, além de assegurar controle de

atrito e proteção contra o desgaste. O produto também possui classificação API SL (American Petroleum Institute), o que indica maior resistência à oxidação, estabilidade térmica superior e controle eficaz de depósitos. (MOBIL, 2024)

Foram adotadas três condições distintas (Tabela 1) para avaliação do desempenho do lubrificante: uma amostra de óleo novo, sem uso prévio (00); uma amostra com 1000 km de uso (01) e uma amostra com 6000 km de uso (06). As amostras de óleo usado foram coletadas diretamente do cárter do motor.

Tabela 1 – Grupos de amostras

Grupo	Tipo de óleo	Quantidade de ensaios
00	Óleo Novo	5
01	Óleo Usado (1.000 km)	5
06	Óleo Usado (6.000 km)	5

Fonte: Autor.

Foi utilizado para cada ensaio duas gotas de óleo adicionadas com auxílio de um conta gotas. A partir de um ensaio preliminar, verificou-se que essa quantidade foi suficiente para garantir o regime de lubrificação sem perda do lubrificante, como ilustrado na Figura 3, obtida após a realização do ensaio.

Figura 3 – Amostra após o ensaio



Fonte: Autor.



2.3 PREPARAÇÃO

Antes da realização dos ensaios tribológicos, 15 esferas e 15 discos foram submetidos a um processo de limpeza para remoção de impurezas e contaminantes superficiais que pudessem interferir nos resultados experimentais. O procedimento consistiu na imersão das amostras em acetona P.A. no equipamento de limpeza ultrassônica, antes e depois do ensaio.

As peças foram completamente mergulhadas no banho ultrassônico contendo acetona, durante um tempo de 10 minutos. A ação das ondas ultrassônicas promoveu a cavitação, facilitando a remoção eficaz de resíduos e partículas aderidas às superfícies.

Após o término do procedimento, as amostras foram retiradas do banho e deixadas secar à temperatura ambiente sobre papel absorvente limpo por 60 segundos, evitando-se contaminação adicional.

2.4 OBTENÇÃO DE DADOS

Foram realizadas três pesagens antes dos ensaios tribológicos de cada amostra, utilizando uma balança analítica (resolução de 0,1 mg), com o objetivo de determinar a variação de massa dos corpos de prova antes e após o ensaio. Essa medição permitiu a comparação do desgaste em função da variação do lubrificante utilizado.

Concluído o ensaio, o disco e o pino foram novamente submetidos ao processo de limpeza por banho ultrassônico. Em seguida, foram realizadas mais três pesagens para determinação da massa final dos corpos de prova.



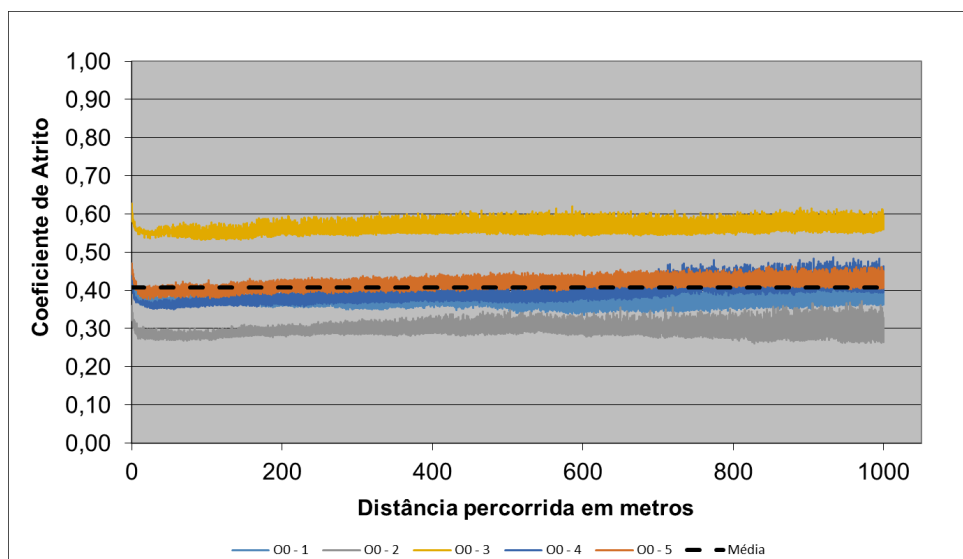
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ATRITO

3.1.1 ÓLEO NOVO

Conforme mostra a figura 4, o ensaio 00, realizado com óleo 10W30 novo, apresenta coeficientes de atrito mais baixos (valor médio de $0,407 \pm 0,098$) e comportamento mais estável ao longo da distância analisada, quando comparado aos óleos usados (01 e 06). Essa estabilidade pode ser explicada pela plena atuação dos aditivos antidesgaste (AW) e de extrema pressão (EP), que favorecem a formação de um filme lubrificante consistente, reduzindo o contato direto entre partes. Durante o *running-in*, há rápida acomodação do par tribológico, seguida por regime misto eficiente, justificando a menor variabilidade entre as repetições (COUSSEAU, 2024).

Figura 4 – Ensaio 00

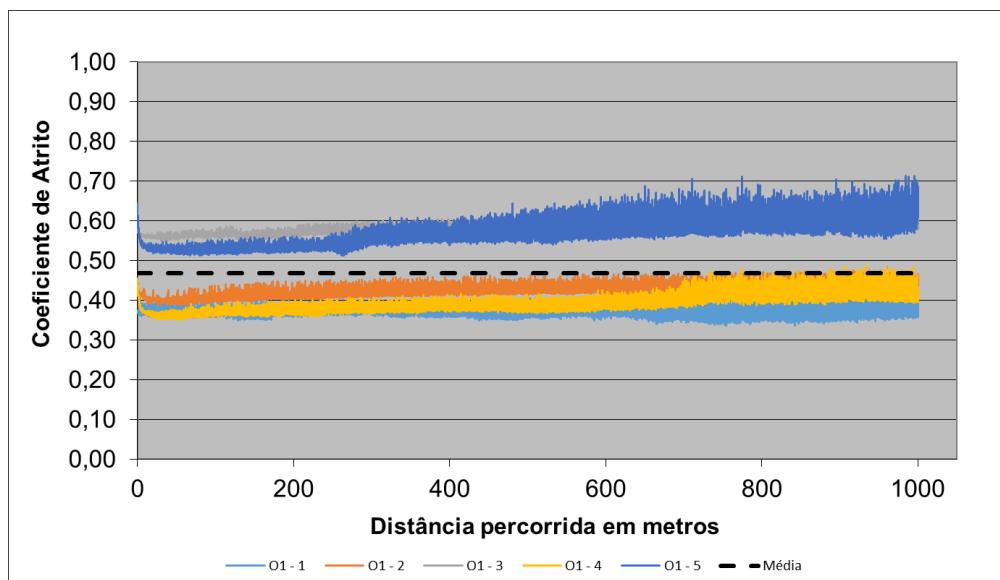


Fonte: Autor.

3.1.2 ÓLEO USADO (1.000 KM)

No ensaio O1 representado pela figura 5, correspondente ao óleo com 1000 km de uso, observa-se aumento moderado do coeficiente de atrito em relação ao ensaio O0 (valor médio de $0,467 \pm 0,100$). Essa mudança pode ser explicada pelo início da degradação dos aditivos e com alterações físico-químicas iniciais do óleo, como oxidação leve. Tais fatores reduzem parcialmente a espessura do filme lubrificante, aumentando a frequência de contatos metal-metal e justificando as oscilações mais evidentes (ANP, 2021).

Figura 5 – Ensaio O1

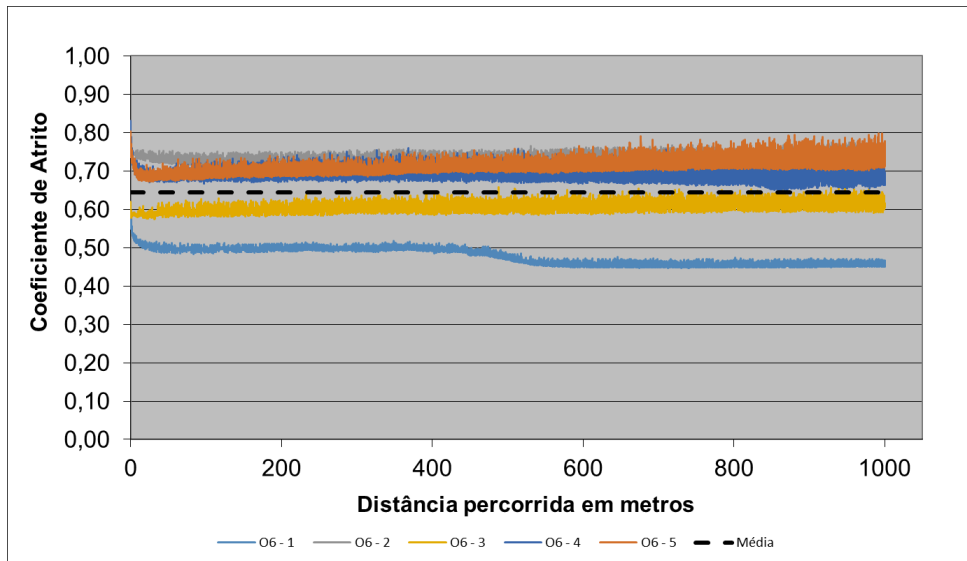


Fonte: Autor.

3.1.3 ÓLEO USADO (6.000 KM)

A figura 6 indica os resultados do ensaio O6, realizado com óleo submetido a 6000 km de uso, os coeficientes de atrito tornam-se mais elevados (valor médio de $0,645 \pm 0,106$). Esse resultado indica degradação acentuada do óleo, com esgotamento dos aditivos, maior oxidação e possível redução da viscosidade sob carga. Como consequência, a capacidade de formação de filme lubrificante diminui, intensificando o contato entre partes e promovendo um regime tribológico menos eficiente (ANP, 2021).

Figura 6 – Ensaio O6

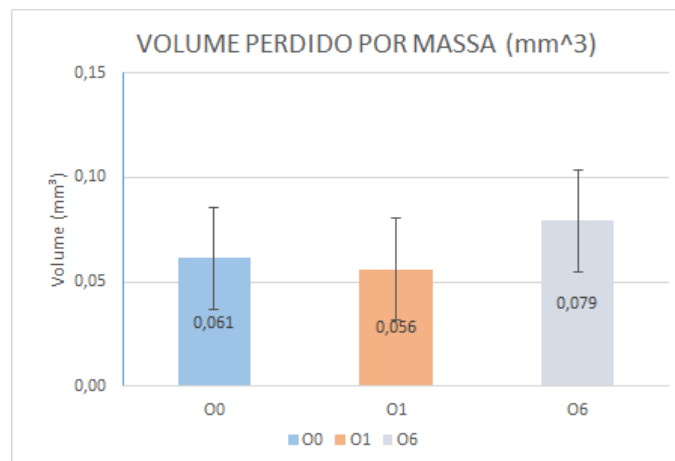


Fonte: Autor.

3.2 MASSA PERDIDA.

Na Figura 7, observa-se que a condição O6 obteve o maior volume perdido, alcançando $0,08 \text{ mm}^3$, enquanto as condições O0 e O1 registraram valores semelhantes entre elas, próximas de $0,06 \text{ mm}^3$. Assim, verifica-se que a condição O6 resultou em maior desgaste do material em comparação às demais, e a proximidade entre os valores de O0 e O1 indica que, nessas condições pela análise de variância, o comportamento tribológico foi estatisticamente igual.

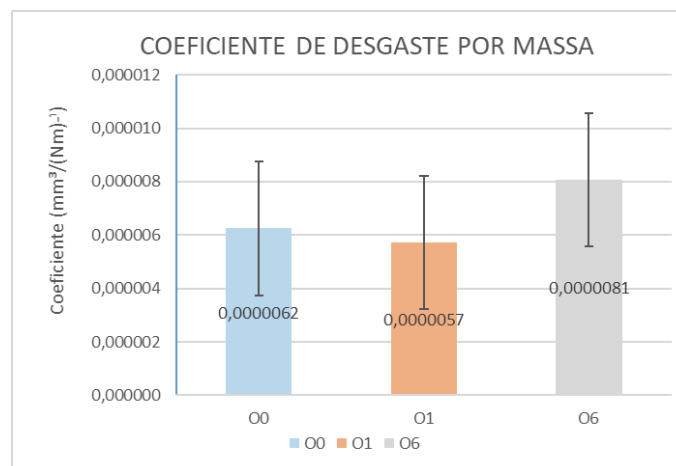
Figura 7 – Volume perdido por massa



Fonte: Autor.

A Figura 8 mostra o coeficiente de desgaste por massa para as condições O0, O1 e O6. Observa-se que os valores permanecem próximos entre si, com aproximadamente $0,0000062 \text{ mm}^3/(\text{N}\cdot\text{m})^{-1}$ para O0, $0,0000057 \text{ mm}^3/(\text{N}\cdot\text{m})^{-1}$ para O1 e $0,0000081 \text{ mm}^3/(\text{N}\cdot\text{m})^{-1}$ para O6. Embora a condição O6 apresente um valor ligeiramente maior, as barras de erro indicam sobreposição entre os resultados, sugerindo que não há diferença estatisticamente significativa entre as três condições. Assim, mesmo diante das variações observadas no volume perdido por massa, o coeficiente de desgaste normalizado pela carga e distância percorrida manteve-se relativamente constante, indicando que as mudanças no comportamento tribológico foram discretas quando avaliadas por essa métrica.

Figura 8 – Coeficiente de desgaste por massa

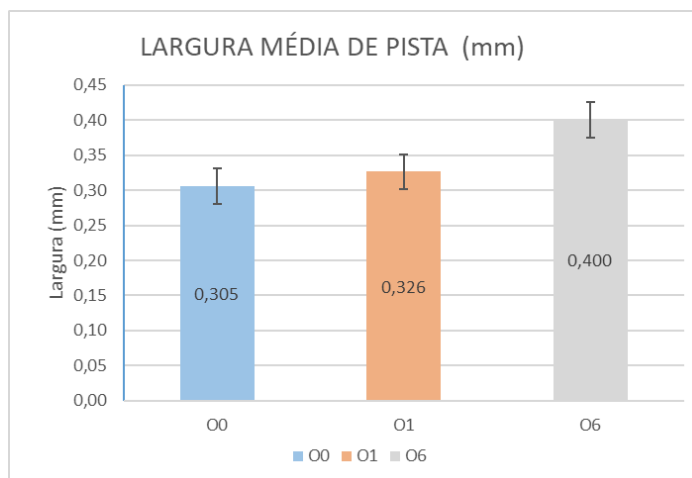


Fonte: Autor.

3.3 LARGURA DE PISTA

Na Figura 9, observa-se que a condição O6 apresentou a maior largura média da pista, atingindo 0,40 mm, o que indica maior intensidade de desgaste em comparação às demais condições. As condições O0 e O1 apresentaram valores menores e próximos entre si, de 0,31 mm e 0,33 mm, respectivamente, sugerindo um comportamento tribológico semelhante nessas duas situações, sem variações expressivas na extensão da pista de desgaste.

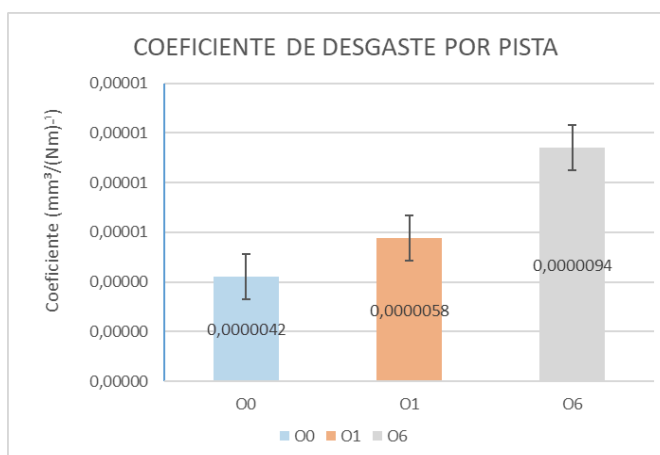
Figura 9 – Largura média da pista



Fonte: Autor.

A Figura 10 apresenta os coeficientes de desgaste normalizados pela largura da pista. Observa-se que a condição O0 apresentou o menor coeficiente, aproximadamente $0,0000042 \text{ mm}^3/(\text{N}\cdot\text{m})^{-1}$, enquanto a condição O1 registrou um valor intermediário, em torno de $0,0000058 \text{ mm}^3/(\text{N}\cdot\text{m})^{-1}$. Já a condição O6 exibiu o maior coeficiente de desgaste, atingindo aproximadamente $0,0000094 \text{ mm}^3/(\text{N}\cdot\text{m})^{-1}$. Esses resultados indicam que, diferentemente do comportamento observado em outras métricas de desgaste, a normalização pela carga e distância percorrida evidencia diferenças mais claras entre as condições avaliadas. Assim, nota-se que o desgaste específico aumentou progressivamente de O0 para O6.

Figura 10 – Coeficiente de desgaste por pista



Fonte: Autor.



Os valores médios e seus respectivos desvios padrão para cada parâmetro tribológico avaliado nas três condições (O0, O1 e O6) estão apresentados na Tabela 2, permitindo a comparação direta do comportamento e da variabilidade dos resultados entre os ensaios.

Tabela 2 – Valores de média e desvio padrão

	Volume perdido por massa			Coeficiente de desgaste por massa			Largura média de pista			Coeficiente de desgaste por pista		
	O0	O1	O6	O0	O1	O6	O0	O1	O6	O0	O1	O6
Média	0,03831	0,0447	0,06386	3,9E-06	4,6E-06	6,5E-06	0,275	0,27805	0,3884	3E-06	3,1E-06	8,9E-06
Desvio padrão	0,02457	0,02648	0,03874	2,5E-06	2,7E-06	3,9E-06	0,03792	0,02532	0,04461	1,7E-06	9,1E-07	2,9E-06

Fonte: Autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nos ensaios O0, O1 e O6 demonstram que o coeficiente de atrito apresenta relação direta com o grau de degradação do óleo lubrificante. O óleo novo (O0) proporcionou os menores valores médios de atrito, indicando a presença de um filme lubrificante mais eficiente e a atuação plena dos aditivos antidesgaste e de extrema pressão. Nos ensaios com óleo de 1000 km (O1), observou-se o aumento do coeficiente de atrito de 0,407 (O0) para 0,467 (O1). Apesar dos valores de coeficiente de atrito médio serem maiores na condição O1, estatisticamente são iguais à condição O0.

O óleo com 6000 km de uso (O6) apresentou os maiores coeficientes de atrito, com valores significativamente superiores aos observados nas demais condições. Esse comportamento indica deterioração mais acentuada das propriedades lubrificantes, associada ao esgotamento dos aditivos, à formação de subprodutos de oxidação e à diminuição da viscosidade efetiva sob carga. Assim, verificou-se tendência clara de aumento do atrito com o avanço do uso do óleo, reforçando que a degradação progressiva impacta diretamente a eficiência do regime de lubrificação e aumenta a interação mecânica entre as superfícies.



De forma geral, os resultados confirmam que a condição do lubrificante exerce influência determinante sobre o comportamento tribológico do sistema pino sobre disco. O aumento do atrito ao longo da vida útil do óleo evidencia a importância de intervalos adequados de troca para manter a eficiência da lubrificação, minimizar desgaste e garantir a estabilidade operacional dos componentes. Esses achados reforçam que a degradação do óleo não afeta apenas propriedades químicas, mas tem impacto direto na tribologia do sistema.

REFERÊNCIAS

SCHUELTER, Lucas Mello; FERNANDES, Christiane Wenck Nogueira. **Logística reversa de óleos lubrificantes automotivos usados ou contaminados**. Santa Catarina: UFSC, 2010. 31 p

ARAÚJO, Guilherme Silva. **Avaliação Técnica de Lubrificantes Comerciais SAE 10W-30 para Motocicletas**. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2022

ALMEIDA, Marcelo Oliveira Queiroz de. **Avaliação das influências de variáveis composicionais na formulação de óleos lubrificantes industriais usando design de experimentos**. Rio de Janeiro, 2019.

GUSMÃO, José Gonçalo Silva; FRAGA, Max de Souza; DIAS, José dos Santos. **A logística reversa aplicada aos óleos lubrificantes usados ou contaminados produzidos nos postos de combustíveis da cidade de Boa Vista-RR**. caderno de ciências humanas e sociais aplicada, v. 1, 2013.

MOTA, Anne Kelly Vieira. **A destinação do óleo lubrificante usado ou contaminado oluc nas oficinas mecânicas em uma pequena cidade localizada no norte do Estado do Tocantins**. Facit Business and Technology Journal, v. 1, n. 3, 2017.

CORDEIRO, Y. M.; FRANCO, C. S. S.; SOARES, R. M., et al./ Revista de Engenharias da Faculdade Salesiana n.11 (2020) pp. 20-39

CARVALHO, Natanael. **Benefícios da gestão de fluidos**, 2015. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/natanaellcarvalho/beneficios-da-microfiltragem>

SEMBARSKI, Paulo Ricardo Borgmann. **Influência do tipo de lubrificação no desgaste por deslizamento de metais**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Fabricação Mecânica) - Instituto Federal de Santa Catarina, Jaraguá do Sul.

OLIVEIRA, Paulo Roberto de Sá de. **Desempenho de condicionadores de metais em lubrificantes: estudo tribológico com pino-disco**. 2022. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2022.

RIBEIRO, M. F.; SINATORA, A.; SILVA, L. R. R. **Ciência e Engenharia de Materiais: Ensaios de Desgaste e Ensaios Mecânicos**. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

ALMEIDA, G. F. et al. **Avaliação do desgaste em ensaios pino-sobre-disco utilizando diferentes lubrificantes comerciais**. Revista Matéria, v. 24, n. 3, p. 1-10, 2019.

CUNHA, L. M.; SOUZA, R. M. **Análise tribológica de pares metálicos submetidos a diferentes condições de lubrificação**. Revista Engenharia Mecânica, v. 40, n. 2, p. 25-33, 2018.



MENDES, Lucas. **Análise tribológica de desgaste utilizando condicionador de metal em óleo usado.** 2025. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Fabricação Mecânica) - Instituto Federal de Santa Catarina, Jaraguá do Sul.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Manual de lubrificantes e graxas.** Rio de Janeiro, 2021.

COUSSEAU, Tiago; BORGES, Paulo César; PINTAÚDE, Giuseppe; MURRAY, Henara Lillian Costa; MELLO, Jose Daniel Biasoli de; NEVES, Julio Cesar Klein das. **Estudo das propriedades físico-químicas e tribológicas de condicionadores de metais e suas misturas com óleos lubrificantes para motor.** UTFPR, 2024.

MOBIL. **Especificações técnicas do lubrificante 10W30 semissintético para motocicletas.** Disponível em: <https://www.mobil.com/pt-br/passenger-vehicle-lube/pds/as-xx-mobil-super-moto-4t-mx-10w-30-authentic>

FILHO, Paulo Roberto Campos Flexa Ribeiro. **Síntese e características tribológicas de lubrificantes de base biológica obtidos a partir dos óleos de pequi, soja e mamona.** 116 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) — Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2023.

ABRACICLO. **Produção de motocicletas acumuladas.** Disponível em: <https://abraciclo.com.br/dados-estatisticos>

HAMROCK, B. J.; SCHMID, S. R.; JACOBSON, B. O. **Fundamentals of Fluid Film Lubrication.** 2. ed. New York: CRC Press, 2004.