



UTILIZAÇÃO DO ÓLEO DE COCO PARA ANÁLISE DE DESGASTE ATRAVÉS DO ENSAIO BALL-ON-FLAT

Suzane de Brito Silva, suzanebritos@gmail.com¹
Erickson Fabiano Moura Sousa Silva, efmssilva@uesc.br¹
Midian Luz Silva, midi.luz@gmail.com¹
Darlean Santos Oliveira, darlean.oliveira@gmail.com¹
Pedro Silva Buente, pedrobuente@gmail.com¹
Werviles Douglas Silva Santos, werviles@gmail.com¹
Kevin Sacramento Vivas Neres, kevinsacramento@gmail.com¹

¹Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, Brasil,

Resumo: A tribologia é a ciência e tecnologia que estuda a interação das superfícies em movimento relativo entre si. A finalidade desse campo da ciência na engenharia é a minimização e eliminação de perdas resultantes de atrito e desgaste, promovendo o aumento da eficiência e da segurança de equipamentos. Em geral, a forma mais comum de redução de atrito e desgaste é através do uso de lubrificantes minerais ou sintéticos. Contudo, fortes preocupações ambientais e crescentes regulamentações sobre contaminação e poluição aumentaram a necessidade de lubrificantes renováveis e biodegradáveis. Dessa forma, esse trabalho apresenta um estudo de desgaste com ensaio BALL-ON-FLAT que analisa o óleo de coco como alternativa a óleos minerais. O óleo de coco é abundantemente disponível em regiões tropicais e subtropicais e apresenta algumas propriedades favoráveis em virtude de sua natureza saturada e de sua biodegradabilidade. Através da análise dos dados, constatou-se que, mesmo com limitações, o óleo de coco apresenta potencial para substituir os óleos minerais. A partir da análise dos resultados, observou-se a possibilidade de tratamentos com aditivos ao óleo de coco a fim de torná-lo mais eficiente e melhorar suas limitações.

Palavras-chave: tribologia, biolubrificante, óleo vegetal.

1. INTRODUÇÃO

A palavra tribologia, em sua atual conotação, surgiu pela primeira vez na Inglaterra, em 1966. Ela é derivada das palavras gregas TRIBOS e LOGOS, sendo que TRIBOS significa atrito e LOGOS significa estudo. Assim, a tradução literal significa “estudo do atrito”. Dessa forma, tribologia é definida como “a ciência e a tecnologia da interação entre superfícies com movimento relativo e dos assuntos e práticas relacionadas”. Embora a palavra seja nova, os tópicos relativos ao atrito, desgaste e lubrificação são mais antigos (STOETERAU, 2004).

Atrito é definido como a resistência ao movimento durante o deslizamento ou rolamento, que é experimentada quando um corpo sólido se move tangencialmente sobre outro com a qual ele está em contato. Com isso, a força tangencial resistiva, que atua em uma direção oposta à direção do movimento, é chamada de força de atrito. Os principais tipos de atrito são: atrito a seco e atrito com fluido. Além disso, o atrito é a principal causa de desgaste e dissipação de energia. (BHUSHAN, 2013).

A magnitude da força de atrito é convenientemente expressa pelo valor do coeficiente de atrito, que pode variar cerca de 0,001 em um rolamento de carga levemente carregado a maior que 10 para duas superfícies metálicas limpas idênticas deslizantes em vácuo. No entanto, para a maioria dos materiais comuns que deslizam no ar na ausência de um lubrificante, o valor do coeficiente de atrito situa-se na faixa de 0,1 a 1. Já o coeficiente de atrito de lubrificação por camada hidrodinâmica é de aproximadamente 0,001 a 0,006. Esse coeficiente é definido como a razão entre a força de atrito F e a carga normal W à superfície em que há o contato e é denotado pelo símbolo μ (HUTCHINGS; SHIPWAY, 2017; BARTZ, 1993).

O coeficiente de atrito entre duas superfícies depende da temperatura, da rugosidade e da existência ou ausência de lubrificação. Na existência de lubrificação, o valor do coeficiente de atrito apresenta uma redução (CAETANO, 2008).

O desgaste é o dano de superfície ou a remoção de material de uma ou de duas superfícies sólidas em um movimento de deslizamento, rolamento ou impacto em relação uma a outra. O desgaste é indesejável em quase todas as aplicações de máquinas, como rolamentos, vedações, engrenagens e cames (BHUSHAN, 2013).

Muitas das falhas de máquinas em indústrias estão ligadas a partes móveis em contato, onde estão presentes atrito e desgaste. Para a redução de perdas devido a atrito e desgaste, a lubrificação se mostra um meio eficaz. A lubrificação funciona introduzindo entre as superfícies em contato uma camada de material com uma menor resistência

ao cisalhamento que a interface ou qualquer uma das superfícies em contato. Esse material é definido como lubrificante. Assim, em maior ou menor medida, o uso do lubrificante reduzirá a taxa de desgaste (STACHOWIAK; BATCHELOR, 2005; HUTCHINGS; SHIPWAY, 2017). Existem algumas propriedades físicas fundamentais dos lubrificantes, entre elas: viscosidade, índice de viscosidade (IV), ponto de fulgor, estabilidade à oxidação e estabilidade térmica.

A viscosidade é definida como a resistência ao movimento que um fluido apresenta a uma determinada temperatura. Logo, a viscosidade muda com a temperatura. Para aplicações de engenharia, a viscosidade do lubrificante é geralmente escolhida para proporcionar um ótimo desempenho na temperatura exigida. Além disso, pode ser afetada pelas velocidades das superfícies de operação (taxas de cisalhamento). O que descreve com precisão as características da viscosidade de acordo com a variação da temperatura é o índice de viscosidade. O IV é um parâmetro inteiramente empírico. Quando o IV é alto significa que a viscosidade varia pouco, já o IV baixo indica que a viscosidade é muito sensível a mudanças de temperatura (STACHOWIAK; BATCHELOR, 2005).

O ponto de fulgor, também conhecido como ponto de inflamação, é a menor temperatura na qual o lubrificante apresenta a formação de vapor suficiente para formar uma mistura inflamável com o ar. É de grande importância do ponto de vista da segurança, uma vez que constitui um dos fatores que define o risco de incêndio de um lubrificante. Em geral, quanto maior a viscosidade, maior o ponto de fulgor do lubrificante (STACHOWIAK; BATCHELOR, 2005).

Óleos lubrificantes podem oxidar quando expostos ao ar, particularmente a temperaturas elevadas. Assim, a estabilidade à oxidação é a resistência de um lubrificante à degradação ou rearranjo molecular quando exposto a temperaturas elevadas na presença do ar. Uma forma de melhorar essa propriedade é através do refinamento ou por aditivos. Porém, a estabilidade térmica é a resistência do lubrificante à degradação ou rearranjo molecular quando exposto a temperaturas elevadas na ausência de oxigênio. Essa propriedade pode ser melhorada pelo processo de refinação, mas não por aditivos (STACHOWIAK; BATCHELOR, 2005).

Os lubrificantes têm um papel importante no desenvolvimento industrial e econômico global, principalmente pela redução dos contatos mecânicos de desgaste por atrito. Segundo Fuller (1984), citado por Stoeterau (2004), a lubrificação com filme fluido é a atividade industrial mais difundida. A produção dos óleos lubrificantes envolve processos de mistura de óleos básicos e aditivos. Além disso, os lubrificantes podem ter origem natural, mineral, sintética e composta. Atualmente, os lubrificantes mais utilizados são os que apresentam base mineral. Porém, é notório um grande esforço mundial para a redução da dependência dos produtos a base do petróleo, com o objetivo de minimizar o impacto dos seus derivados no meio ambiente.

Uma alternativa de mudança nesse cenário é a substituição dos óleos de base mineral por óleos de base vegetal. Perez (2009) destaca que os óleos vegetais são considerados biolubrificantes e são produtos menos agressivos e tóxicos para os seres humanos e para o meio ambiente, além de serem biodegradáveis e renováveis. Essa classe de lubrificante apresenta um importante avanço na área de produtos considerados altamente ecológicos.

A estrutura de triglicerídeos dos óleos vegetais fornece qualidades desejáveis em um lubrificante. Cadeias longas de ácidos graxos fornecem filmes lubrificantes de alta resistência que interagem fortemente com superfícies metálicas, reduzindo tanto o atrito quanto o desgaste. Porém, essa estrutura também é a base para as deficiências inerentes dos óleos vegetais como lubrificantes. As ligações duplas insaturadas nos ácidos graxos são locais ativos para muitas reações, incluindo a oxidação, diminuindo a estabilidade à oxidação de óleos vegetais (FOX; STACHOWIAK, 2007).

Embora os óleos vegetais sejam ambientalmente amigáveis e apresentem boa atuação nas máquinas, não é qualquer óleo que pode ser utilizado na lubrificação. Dessa forma, entre as propriedades desejáveis dos óleos vegetais para uso lubrificante estão: alto índice de viscosidade, volatilidade baixa, boa lubricidade e também são bons solventes para fluidos aditivos. Por outro lado, apresentam algumas desvantagens pela limitação de não mostrarem bom desempenho em baixas temperaturas, mas este problema pode ser melhorado adicionando-se aditivos. Além disso, os óleos vegetais têm menor estabilidade térmica e oxidativa quando comparado aos óleos minerais (MATOS, 2011; PIYUSH, 2007; PEREZ, 2009).

Entre os óleos vegetais, o óleo de coco é classificado como gordura saturada devido à natureza predominantemente saturada de seus constituintes ácidos graxos. Seu caráter saturado concede algumas propriedades que o diferencia dos outros óleos vegetais, entre essas propriedades estão: melhor estabilidade oxidativa e maior ponto de fluidez. Porém, a perda de antioxidantes naturais durante os processos de refinação pode levar à redução da estabilidade oxidativa. Esse óleo compartilha a maioria das propriedades benéficas de outros óleos vegetais como lubrificantes, tais como alto índice de viscosidade, boa lubricidade, alto ponto de fulgor e baixa perda evaporativa. Contudo, ainda que o óleo de coco seja mais estável que muitos outros óleos vegetais, ele apresenta uma desvantagem considerável: sua alta temperatura de congelamento (JAYADAS; NAIR, 2006; JAYADAS; NAIR; G, 2007).

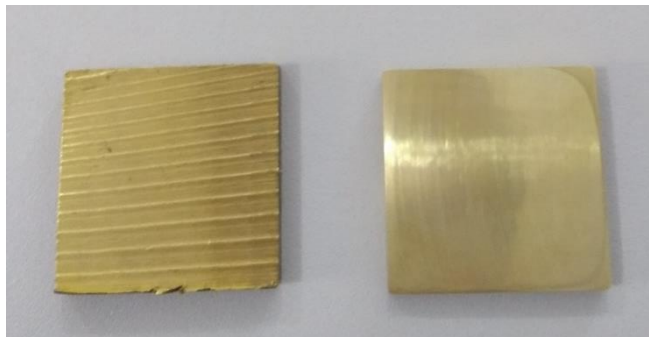
2. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, foi realizado o teste de viscosidade utilizando o Viscosímetro Saybolt para o óleo de coco com o objetivo de verificar a sua viscosidade. Depois, o Índice de Viscosidade foi calculado.

Em seguida, foi realizada a preparação das amostras de latão, liga metálica de cobre e zinco. As superfícies das amostras foram polidas com o propósito de diminuir a rugosidade para uma melhor observação dos resultados como pode

ser observado na Figura 1. Além disso, para evitar problemas com o coeficiente de atrito inicial, as amostras foram lixadas para que os valores de rugosidades ficassem iguais ou próximos. A sequência de lixas utilizada foi 220, 320, 600 e 1200.

Figura 1. Amostras de latão antes e após o processo de polimento (Próprio autor, 2019)



Após a etapa de lixamento das amostras, as superfícies foram avaliadas quanto à sua rugosidade para a verificação do padrão de rugosidade para polimento.

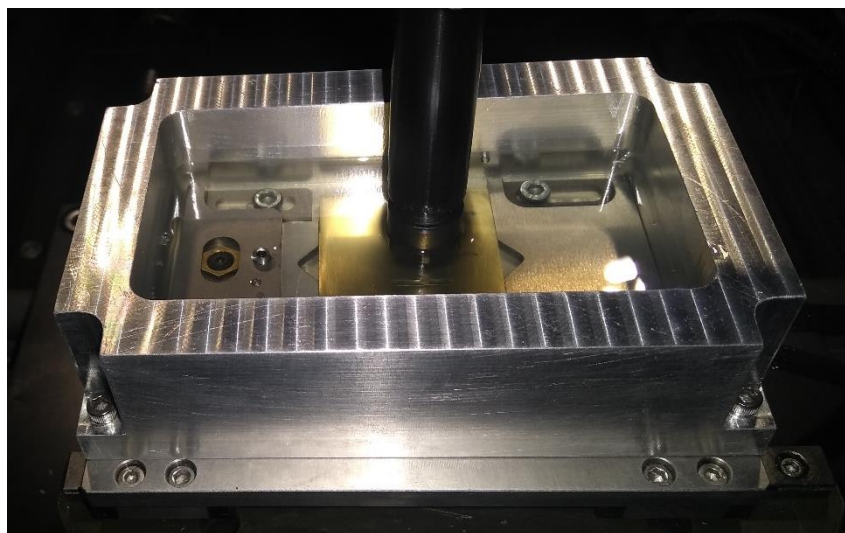
Posteriormente, as amostras foram pesadas em uma balança de precisão para início dos testes no tribômetro. A balança utilizada apresenta precisão de 0,0001g. Ao final de cada teste, as amostras foram pesadas novamente com o objetivo de verificar a quantidade de massa perdida devido ao desgaste.

Por fim, os testes foram realizados no Tribômetro Universal Rtec. Nessa etapa, primeiramente, foi feita a análise de desgaste da esfera do equipamento para evitar o contato da haste com a amostra. Em seguida, os óleos foram aquecidos a 40°C e os testes BALL-ON-FLAT foram iniciados na seguinte ordem:

- 3 testes com 45 ml de óleo de coco com 30 N;
- 3 testes com 45 ml de óleo de coco com 60 N;
- 3 testes com 45 ml de óleo mineral com 30 N;
- 3 testes com 45 ml de óleo mineral com 60 N.

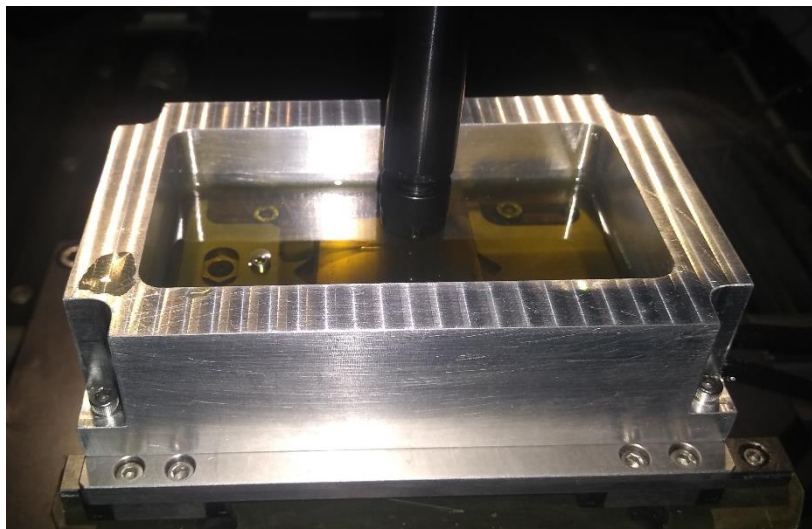
Na Figura 2 podemos observar um dos testes utilizando o óleo vegetal.

Figura 2. Experimento utilizando o óleo de coco (Próprio autor, 2019)



Analogamente, na Figura 3, podemos visualizar um dos testes utilizando o óleo mineral.

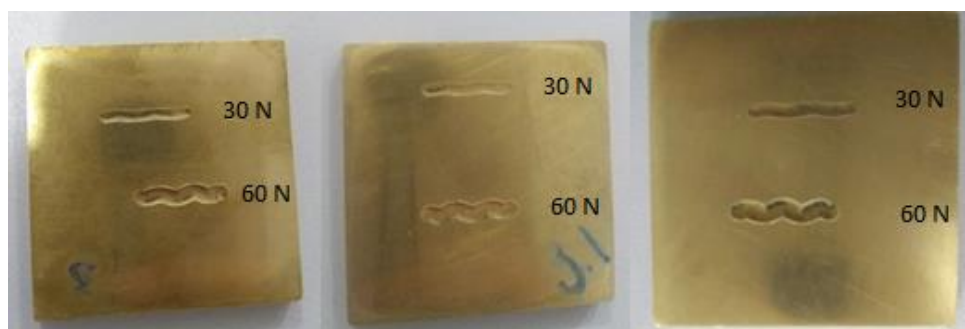
Figura 3. Experimento utilizando o óleo mineral (Próprio autor, 2019)



O óleo mineral utilizado foi o Lubrax Essencial SL (15w-40). Além disso, a força foi mantida constante em cada teste, a frequência de amostragem utilizada foi 8 Hz, o stroke length utilizado foi 14 mm e a duração de cada ensaio 60 minutos. Dessa forma, cada teste simulou um percurso de 806,4 metros.

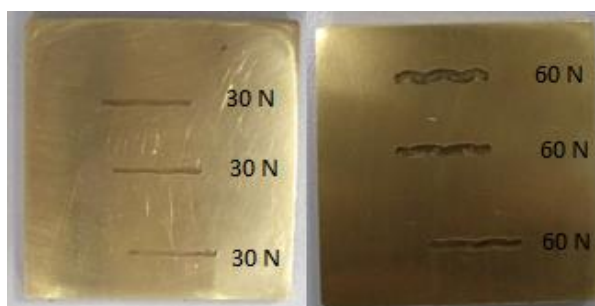
Foram realizados de 2 a 3 testes em cada face com o propósito de maior aproveitamento da amostra. Na Figura 4 estão apresentados os resultados visuais obtidos com o óleo de coco.

Figura 4. Amostras 1, 2 e 3, respectivamente, utilizando óleo de coco (Próprio autor, 2019)



Abaixo, na Figura 5, estão apresentados os resultados obtidos com o óleo mineral.

Figura 5. Amostras 4 e 5, respectivamente, utilizando óleo mineral (Próprio autor, 2019)



3. RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentados os valores de IV e viscosidade do óleo de coco, obtidos experimentalmente, e do óleo mineral. Observou-se que a viscosidade do óleo mineral a 40°C apresenta um valor maior que a viscosidade do óleo de coco. Por outro lado, a 100°C a diferença de viscosidade apresenta uma redução e os valores podem ser considerados

próximos. Devido a pequena variação da viscosidade do óleo de coco com a mudança da temperatura, ele apresenta um IV alto. Assim, o valor do IV do óleo vegetal é próximo ao valor do óleo mineral, cerca de 5% de diferença.

Tabela 1. Valores de viscosidade e índice de viscosidade

Óleo	Temperatura (°C)	Viscosidade (cSt)	IV
Vegetal	40	24,5	130,63
	100	4,8	
Mineral	40	108,5	137
	100	14,5	

Na Tabela 2 estão apresentadas as massas antes e após os testes e nas Tabelas 3 e 4 estão as perdas de massa. Todos os experimentos apresentaram uma pequena perda de massa comparada a massa inicial, porém os experimentos com o óleo mineral apresentaram uma menor perda de massa que os testes utilizando o óleo de coco.

Tabela 2. Massa inicial e final

Experimento	Lubrificante	30N		60N	
		Inicial	Final	Inicial	Final
1	Óleo de coco	48,212g	48,207g	48,207g	48,187g
	Óleo mineral	46,651g	46,649g	47,571g	47,566g
2	Óleo de coco	48,187g	48,182g	48,182g	48,162g
	Óleo mineral	46,649g	46,647g	48,163g	48,159g
3	Óleo de coco	47,597g	47,591g	47,591g	47,570g
	Óleo mineral	46,647g	46,647g	47,562g	47,559g

Na Tabela 3 é possível observar que os Experimentos 1 e 2 apresentaram valores de perdas iguais. A utilização do óleo de coco nesses experimentos apresentou em média 2,5 vezes mais perda de massa que o óleo mineral. Já o Experimento 3 apresentou em torno de 6 vezes mais.

Tabela 3. Perda de massa nos testes com 30N

Experimento	Perda (g)		Perda (%)	
	Óleo de coco	Óleo mineral	Óleo de coco	Óleo mineral
1	0,005	0,002	0,011	0,0031
2	0,005	0,002	0,010	0,0042
3	0,006	0,0005	0,012	0,0011

Os Experimentos 1 e 2 com aplicação de 60N também apresentaram uma semelhança, onde o uso do óleo de coco apresentou uma perda média de 4,5 vezes mais massa que o óleo mineral. Já no Experimento 3 essa perda foi 7 vezes maior, como visto na Tabela 4.

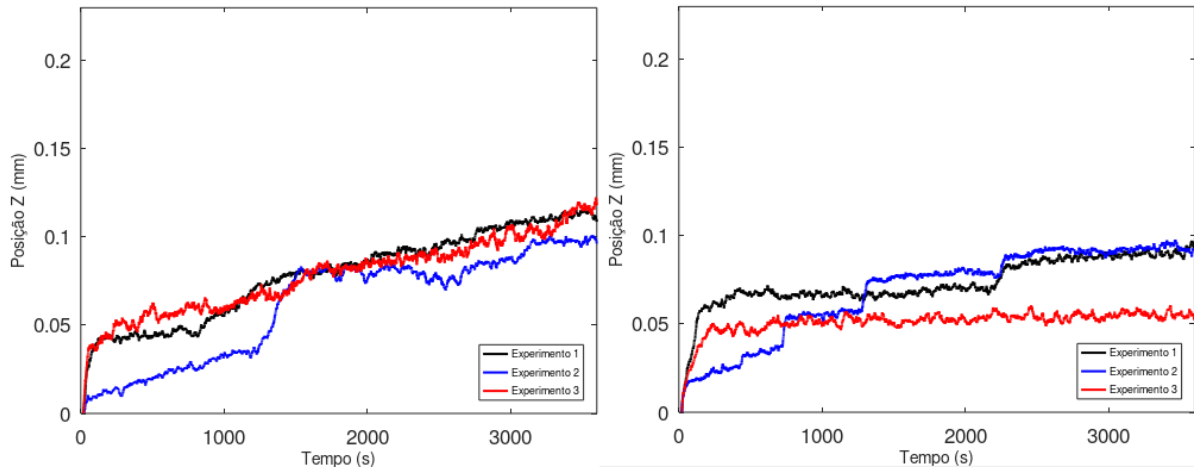
Tabela 4. Perda de massa nos testes com 60N

Experimento	Perda (g)		Perda (%)	
	Óleo de coco	Óleo mineral	Óleo de coco	Óleo mineral
1	0,020	0,005	0,041	0,010
2	0,020	0,004	0,040	0,0075
3	0,021	0,003	0,043	0,0058

Através da captura de sinais, foi possível criar gráficos de parâmetros como a posição Z e coeficiente de atrito. A posição Z corresponde a profundidade da esfera na superfície da amostra. A partir da Figura 6, é possível observar que as maiores profundidades aconteceram com os testes utilizando o óleo de coco, porém os experimentos com óleo vegetal

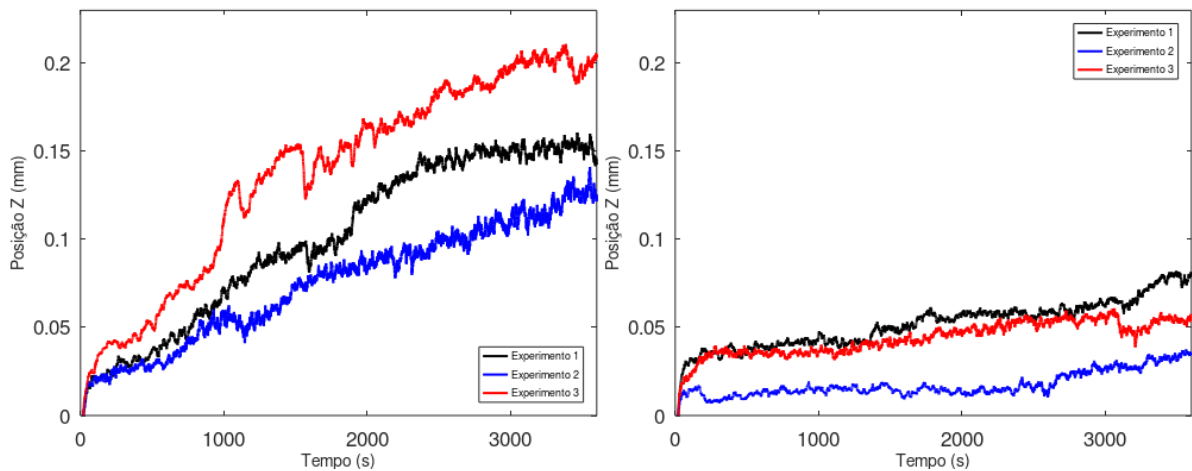
atingiram um valor final próximo dos Experimentos 1 e 2 utilizando o óleo mineral. Já no Experimento 3 utilizando o óleo mineral, chamou a atenção a pequena variação que ocorreu entre a posição Z inicial e final. Como já visto, nesse Experimento 3 a perda de massa apresentou uma diferença dos outros dois experimentos.

Figura 6. Posição Z para os ensaios de 30N utilizando o óleo de coco e o óleo mineral, respectivamente (Próprio autor, 2019)



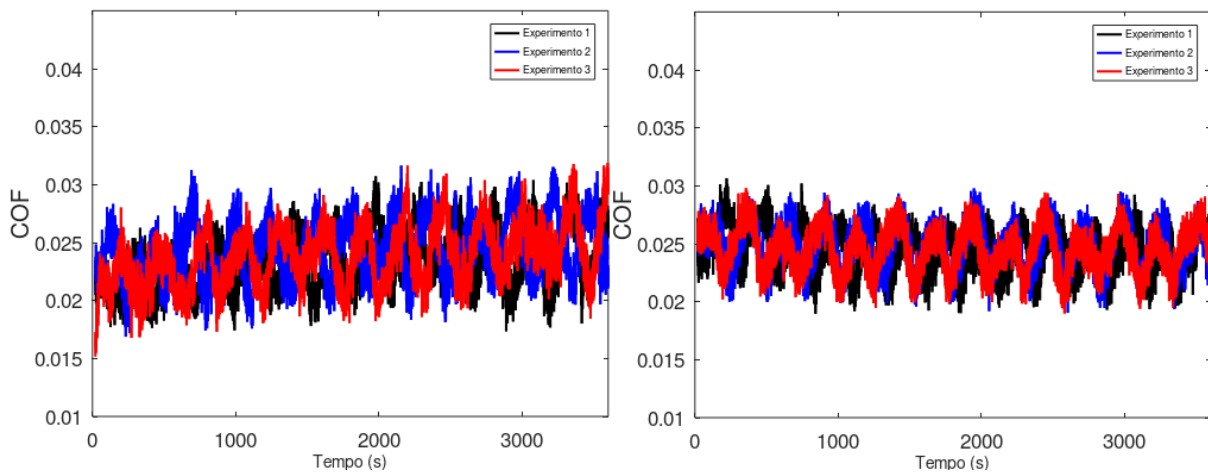
Assim como nos testes utilizando 30N, os testes com 60N utilizando o óleo vegetal apresentaram uma maior profundidade da esfera nas amostras como visto na Figura 7, o que pode ser explicado pela sua menor viscosidade ou por ser um óleo básico. Além disso, os experimentos com 60N utilizando o óleo mineral apresentaram valores finais da posição Z menores que dois dos experimentos com aplicação de 30N para o mesmo óleo, o que pode ser explicado pela existência de um aditivo de extrema pressão. Por outro lado, os experimentos utilizando o óleo de coco e com aplicação de 60N mostraram um maior valor para a posição Z final que os experimentos com 30N.

Figura 7. Posição Z para os ensaios de 60N utilizando o óleo de coco e o óleo mineral, respectivamente (Próprio autor, 2019)



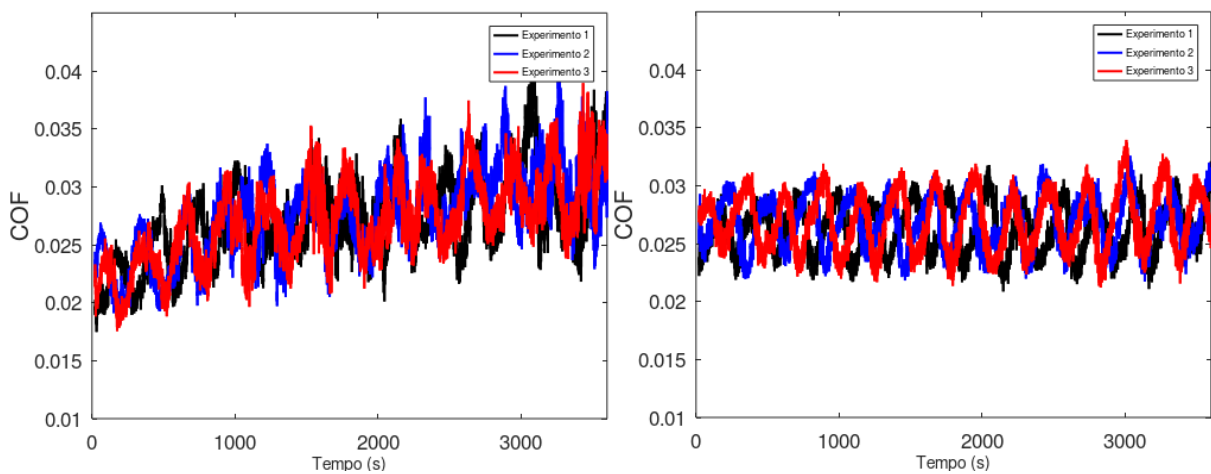
Analisando os gráficos do coeficiente de atrito, Figura 8, foi observado que os experimentos com os dois óleos com a aplicação de 30N apresentaram uma variação de valores semelhantes. Com isso, as amplitudes máximas do coeficiente de atrito encontradas para o óleo de coco e o óleo mineral são, respectivamente, 0,03186 e 0,03267.

Figura 8. Coeficiente de atrito para os ensaios de 30N utilizando o óleo de coco e o óleo mineral, respectivamente (Próprio autor, 2019)



Já com a aplicação de 60N, foi observado nos testes com o óleo de coco que o coeficiente de atrito apresentou um crescimento durante o experimento, enquanto os testes com óleo mineral continuaram variando dentro de uma mesma faixa de valores, como visto na Figura 9. Portanto, a amplitude máxima do coeficiente para o óleo de coco encontrada foi 0,04086 e do mineral 0,03395, porém o menor valor de coeficiente foi encontrado utilizando o óleo de coco.

Figura 9. Coeficiente de atrito para os ensaios de 60N utilizando o óleo de coco e o óleo mineral, respectivamente (Próprio autor, 2019)



Na Tabela 5 estão apresentados os valores de COF médio. A partir da tabela, foi observado que os valores de coeficiente de atrito para os testes com óleo de coco foram menores quando comparado com os testes com óleo mineral com aplicação de 30N. Por outro lado, os testes que apresentaram maior valor de COF com aplicação de 60N foram os testes com o óleo de coco. Entretanto, os valores com os dois óleos podem ser considerados próximos. Vale ressaltar que os óleos foram aquecidos a mesma temperatura inicial e que as superfícies foram mantidas no padrão de polimento.

Tabela 5. Valores de coeficiente de atrito médio

Experimento	30 N		60 N	
	Óleo de coco	Óleo mineral	Óleo de coco	Óleo mineral
1	0,02339	0,02443	0,02702	0,02621
2	0,02434	0,02477	0,02753	0,02683
3	0,02375	0,02452	0,02709	0,02695

4. CONCLUSÃO

Os óleos vegetais apresentam um grande potencial a ser explorado devido as limitações dos óleos à base de petróleo. Ao contrário dos óleos minerais, os óleos vegetais são renováveis, biodegradáveis, apresentam baixo custo de produção e são ambientalmente menos agressivos.

As análises de viscosidade e do índice de viscosidade mostraram que apesar do óleo mineral apresentar uma viscosidade superior, os IVs dos dois óleos são próximos e são considerados altos valores de IV, ou seja, eles não apresentam uma variação grande da viscosidade com a temperatura. No caso do óleo de coco, foi visto uma mudança menor da viscosidade, quando comparado com o óleo mineral, diante da variação de 60 C° de temperatura. Dessa forma, ele apresenta potencial para ser utilizado em situações onde há variações de temperatura significativas.

Os resultados de perdas de massas e da profundidade nas superfícies mostraram que o óleo mineral apresentou um melhor desempenho, porém ao considerar que o óleo de coco é um óleo básico, sem aditivos, podemos considerar em uma visão mais ampla que esse óleo vegetal apresentou um bom comportamento, já que a maioria dos resultados apresentou diferenças médias entre os dois óleos de cerca de 2,5 a 4 vezes.

Os coeficientes de atrito médio apresentaram valores próximos para ambos os óleos com as duas diferentes aplicações de força. Mesmo com pequena diferença, foi observado que o óleo de coco apresentou um valor menor de COF quando aplicada a força de 30N. Ou seja, mantidas as condições iguais para rugosidade e temperatura inicial, o COF com aplicação do óleo vegetal apresentou um valor melhor que o COF com o uso do óleo mineral com essa aplicação de força.

Em suma, verificou-se que o óleo de coco apresentou potencial, dentro das suas limitações, para futuramente substituir os lubrificantes minerais com aditivos. Os estudos e análises realizados nesse trabalho mostraram resultados satisfatórios devido ao óleo vegetal utilizado estar livre de tratamentos e aditivos que o tornem mais eficiente. Em trabalhos futuros poderão ser analisados e estudados o incremento de aditivos ao óleo de coco.

5. AGRADECIMENTOS

Esse trabalho teve o apoio da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), do Laboratório de Projetos Mecânicos e Tribologia (LAPMET) e da bolsa de iniciação científica ICB concedida nos anos 2018 e 2019.

6. REFERÊNCIAS

- BARTZ, W. J. Long-life and Life-time Lubrication – Possibilities and Limitations. Technische Akademie Esslingen, Lubrication Engineering, July 1993, pag. 518.
- BHUSHAN, B. Principles and Applications of Tribology. 2. ed. Chichester, Reino Unido: John Wiley & Sons Ltd, 2013.
- CAETANO, Mário J.L. A descoberta da borracha e da vulcanização. A borracha como material de engenharia. Composições de borracha e sua evolução. Vulcanização da borracha. Propriedades das borrachas não vulcanizadas. Propriedades das borrachas vulcanizadas. Borracha natural e borrachas sintéticas. Elastômeros termoplásticos. Injeção de silicone e de fluorossilicone. Injeção de termoplásticos. A reciclagem de resíduos de borracha. Textos preparados para ação de Formação na empresa Diehl/Enco – Elastômeros, Unipessoal Lda, 2008.
- FOX, N.j.; STACHOWIAK, G.w.. Vegetable oil-based lubricants—A review of oxidation. Tribology International, [s.l.], v. 40, n. 7, p.1035-1046, jul. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.triboint.2006.10.001>.
- HUTCHINGS, Ian; SHIPWAY, Philip. Tribology: friction and wear of engineering materials. London: Edward Arnold, 2017.
- JAYADAS, N.h.; NAIR, K. Prabhakaran. Coconut oil as base oil for industrial lubricants—evaluation and modification of thermal, oxidative and low temperature properties. Tribology International, [s.l.], v. 39, n. 9, p.873-878, set. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.triboint.2005.06.006>.
- JAYADAS, N.h.; NAIR, K Prabhakaran; G, Ajithkumar. Tribological evaluation of coconut oil as an environment-friendly lubricant. Tribology International, [s.l.], v. 40, n. 2, p.350- 354, fev. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.triboint.2005.09.021>.
- MATOS, Paulo Roberto Rodrigues de. Utilização de óleos vegetais como bases lubrificantes. 2011. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.
- PEREZ, Henderson Ivan Quintero. Produção de biolubrificante para usos especiais. 2009. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Processos Químicos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.
- PIYUSH S. Lathi., BO Mattiasson, Green approach for the preparation of biodegradable lubricant base stock from epoxidized vegetable oil. Applied Catalysis B:Environmental. Vol 69 (2007) 207-212.
- STACHOWIAK, G. W.; BATCHELOR, A. W. Engineering Tribology. 3. ed. New York: Elsevier, 2005.
- STOETERAU, RODRIGO L. Tribologia. Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.