

CONEM 2016
CONGRESSO NACIONAL DE
ENGENHARIA MECÂNICA

21-25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

ANÁLISE DE DESEMPENHO DO ÓLEO DE CARNAÚBA COMO BIOLUBRIFICANTE EM UM SISTEMA TRIBOLÓGICO CON-2016-0550

Synara Lucien de Lima Cavalcanti, synara2004@hotmail.com¹
José Ubiragi de Lima Mendes, ubiragi@ct.ufrn.br¹
Rudson de Souza Lima, rudson.lima@ufersa.edu.br²
Fernanda Alves Ribeiro, alves@ufersa.edu.br²
Oto Lima de Albuquerque Neto, oto_lima@hotmail.com¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caixa postal 1524 - Campus Universitário Lagoa Nova, CEP: 59078-970, Natal-RN, Brasil.

²Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP: 59.625-900, Mossoró-RN, Brasil.

Resumo: Responsável por reduzir o desgaste relativo ao atrito, proteger o metal contra a oxidação, corrosão e dissipar o calor excessivo, o lubrificante é essencial para o equilíbrio de um sistema mecânico. A origem dos óleos lubrificantes é, em geral, mineral sendo extraídos a partir do petróleo. Mas a busca por uma nova fonte de produção de lubrificantes faz-se necessário para suprir futuras demandas e diminuir os possíveis danos ambientais. O óleo vegetal sendo um recurso renovável tem na sua utilização vantagens nos aspectos ambientais, sociais e econômicos. Em pesquisas recentes foram comprovadas como satisfatórias as propriedades físico-químicas do óleo de carnaúba, sendo comparáveis com as do óleo mineral SAE 10W30 API SM. Neste contexto, desenvolveu-se um projeto para análise de seu desempenho como lubrificante em um sistema tribológico. Nesta metodologia de ensaio, obteve-se o histórico térmico relativo, e a quantificação de desgaste, com ambos os óleos. Assim, pode-se emitir um parecer comparativo entre o óleo de carnaúba e o óleo SAE 10W30 API SM. Diante dos resultados, percebeu-se que o óleo de carnaúba quando comparado com o óleo SAE 10W30 API SM apresenta maior eficiência ao lubrificar um sistema mecânico, apresentando menor desgaste e maior capacidade em dissipar o calor.

Palavras-chave: biolubrificante, óleo de carnaúba, sistema tribológico

1. INTRODUÇÃO

O lubrificante é um dos itens mais importantes para manter um sistema mecânico em equilíbrio, onde as peças ao trabalharem ficam em contato direto, pois reduz desgaste relativo ao atrito, protege o metal contra a oxidação, corrosão e dissipa o calor excessivo, prolongando a vida útil do sistema mecânico. A sua ausência, mau uso ou má qualidade, pode causar sérios danos, podendo comprometer parcialmente ou totalmente o sistema.

A origem dos óleos lubrificantes é, em geral, mineral sendo extraídos a partir do petróleo, mas diante do fato de que o petróleo é um recurso não renovável, a busca por uma nova fonte de produção de lubrificantes faz-se necessário para suprir futuras demandas ou até mesmo evitar danos ambientais que podem ser causados devido a vazamentos em sistemas mecânicos lubrificados, ou mesmo durante o transporte.

A utilização de lubrificantes a base de matéria-prima vegetal apresenta vantagens no que se diz respeito ao seu descarte, pois os tratamentos realizados nestes lubrificantes tornam-se mais baratos devido a sua maior biodegradabilidade quando comparado aos lubrificantes de origem mineral. Assim como, também se pode observar o fato dele não ser tóxico ao homem ou ao ambiente, sendo uma alternativa para lubrificar sistemas mecânicos em áreas de proteção ambiental.

Assim, surgem os biolubrificantes, de origem vegetal e rapidamente biodegradável, não tóxico ao meio ambiente (TRAJANO, 2013). O óleo vegetal é um recurso renovável e biodegradável, e a sua utilização implica em vantagens nos aspectos ambientais, sociais e econômicos, podendo ser considerado como um importante fator de desenvolvimento sustentável especialmente em comunidades rurais.

Lubrificantes à base de matérias-primas renováveis e seus derivados estão chamando atenção devido às suas várias aplicações. Aqui, a consciência ambiental é o fator chave de sucesso (WAGNER et al., 2001).

O desenvolvimento deste estudo analisa o óleo vegetal extraído da semente de uma palmeira comum no nordeste brasileiro, a carnaúba, que tem por nome científico *Copernicia Cerifera*, é uma árvore da família *Palmae* e é endêmica no semi-árido do nordeste brasileiro (RODRIGUES, 2004). A escolha deste óleo vegetal é devido a ele ser extraído de uma semente oleaginosa advinda de uma palmeira da flora local, onde o intuito desta pesquisa é explorar as potencialidades locais e agregar valor a renda do agricultor sem degradar a flora regional, desenvolvendo produtos biodegradáveis e não tóxicos ao homem ou ao ambiente.

Os óleos vegetais, em geral, analisados em estudos recentes apresentam resultados satisfatórios em suas propriedades físicas, químicas e térmicas quando comparado com os óleos minerais.

A estrutura molecular dos óleos vegetais são formadas de triglicéridos que fornecem qualidades desejáveis de um lubrificante. Formando películas de lubrificante de alta resistência, que interagem fortemente com superfícies metálicas, reduzindo tanto o atrito e desgaste (FOX et al., 2007).

Diante das boas propriedades observadas nos óleos de origem vegetal, e em particular no óleo de carnaúba, este estudo tem como objetivo principal analisar o comportamento tribológico do óleo de carnaúba em um sistema mecânico simulado.

2. METODOLOGIA

Para desenvolver a análise do comportamento tribológico do óleo de carnaúba foi utilizado um sistema mecânico simulado, no qual é possível observar comparativamente a capacidade do óleo em lubrificar tal sistema.

Segundo Cavalcanti (2014), em ensaios desenvolvidos com o óleo de carnaúba a fim de determinar suas propriedades, foi demonstrado que o óleo de carnaúba é similar ao óleo comercial SAE 10W30 API SM da marca Lubrax, o qual foi utilizado nos ensaios tribológicos como parâmetro.

2.1. Análise de Desgaste Relativo ao Atrito e Gradiente de Temperatura

Estes ensaios foram desenvolvidos no Equipamento para Ensaio de Desgaste Relativo ao Atrito, o esquema consiste em uma peça cilíndrica, que desliza em movimento rotativo em contato com outra peça com mesmas características, porém essa última permanece estática e o contato entre elas é gerado a partir de uma carga, e ao mesmo tempo óleo é gotejado a uma taxa constante nas superfícies em contato.

Para confecção dos corpos de prova para o ensaio, foi utilizado o aço ASTM 1045 e o aço ASTM 1020. As amostras foram fabricadas em aço ASTM 1020 e possuem as dimensões: diâmetro de 12,5 mm, comprimento de 25mm. E as hastes foram fabricadas com o aço ASTM 1045 e possuem as dimensões: diâmetro de 12mm, comprimento de 250mm.

Para a realização destes ensaios foram confeccionadas dez amostras, denominadas de A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9 e A10; e duas hastes, denominadas de H1 e H2, todas com as mesmas dimensões citadas acima, Fig. 01.



Figura 01: (a) Amostra. (b) Haste.

Para o acabamento superficial das amostras foram utilizadas lixas de SiC nas seguintes granulometrias: #100, #240, #320, #400, #600; e na haste #100 e #240. Após o lixamento, as amostras e as hastes foram submetidas a um banho ultrassônico com álcool isopropílico, secagem e verificação de suas massas através de uma balança de precisão CC 1201, Fig. 02.

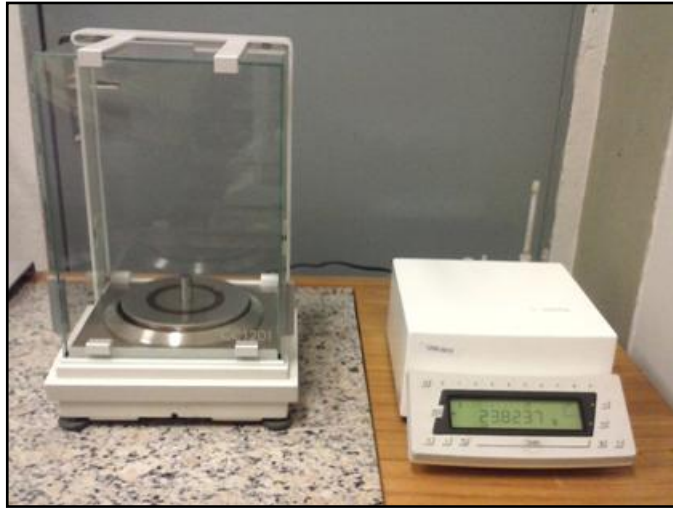


Figura 02: Balança de precisão CC 1201.

Para a realização deste ensaio as amostras e hastes foram organizadas da seguinte forma:

- Para o óleo comercial: foi utilizada a haste H1 juntamente com as amostras A1, A2, A3, A4 e A5.
- Para o óleo de carnaúba: foi utilizada a haste H2 juntamente com as amostras A6, A7, A8, A9 e A10.

Cada ensaio durou 2 horas ininterruptas, com a haste rotacionando a 1500 RPM, foi aplicada uma carga de 1,2 Newton, a qual gerava o contato entre a amostra e a haste, e o óleo que lubrificou o sistema gotejava a uma taxa constante de 1 gota/min. As variáveis foram as mesmas em cada ensaio, mudando apenas o óleo.

Neste ensaio, Fig. 03, foi possível analisar a resistência ao desgaste relativo ao atrito gerado por cada óleo, a qual foi revelada através da verificação da massa de cada amostra após o ensaio, mas antes de serem medidas suas massas elas foram submetidas novamente ao banho ultrassônico com álcool isopropílico e secagem.



Figura 03: Bancada do ensaio de desgaste relativo ao atrito.

Também foi analisada a capacidade de dissipação de calor através do gradiente de temperatura do sistema registrada por termopares, sendo um fixado próximo ao contato entre a amostra e a haste e o outro no ambiente de ensaio, Fig. 04.

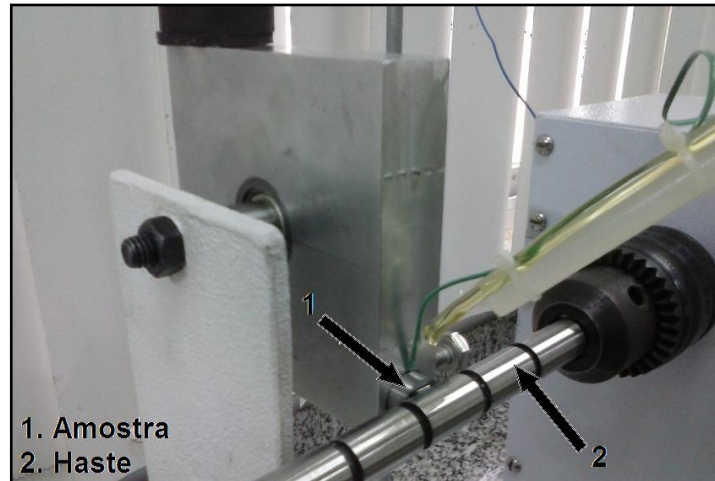


Figura 04: Destaque do contato entre a amostra e a haste durante o ensaio.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da análise de desgaste foram obtidos através da diferença de massa das amostras, pesadas antes e após os ensaios, e em posse destes valores, substituí-se na Eq. 01, juntamente com as outras variáveis do ensaio.

$$k = \frac{\left[\frac{\Delta m}{\rho_A} \times 0,000001 \right]}{dd \times c} \quad (1)$$

Onde: Δm é a diferença de massa das amostras (g);

ρ_A é a densidade da amostra (g/cm³);

dd é a distância de deslizamento (m);

c é a carga aplicada durante o ensaio (N).

Baseado na análise dos dados, Fig. 05, os valores de desgastes foram menores para o óleo de carnaúba.

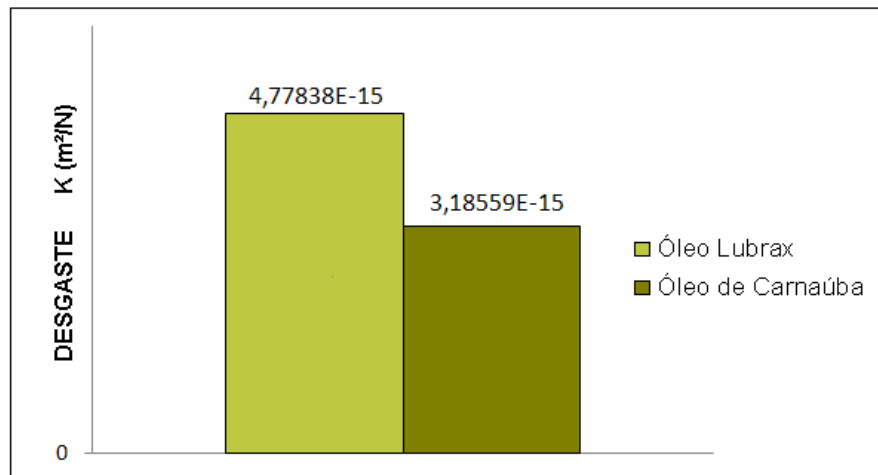


Figura 05: Análise de desgaste dos óleos.

Observando o gradiente de temperatura dos óleos, visto que a dissipação de calor, como dito anteriormente, é uma das funções de um lubrificante, Fig. 06, a variação da temperatura entre cada amostra e o ambiente, demonstra que neste parâmetro o óleo de carnaúba foi mais eficiente do que o óleo comercial SAE 10W30 API SM.

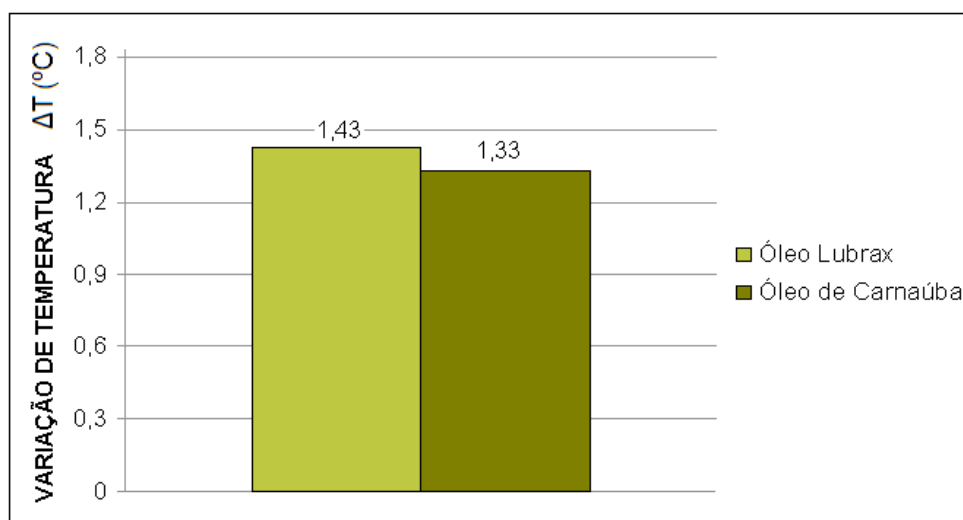


Figura 06: Gradiente de temperatura dos óleos.

Valores menores de desgaste para o óleo de carnaúba é devido ao mesmo apresentar uma melhor lubrificidade, pois a presença dos grupos carbonila, na molécula do óleo, permite uma maior interação do óleo de carnaúba com a superfície de metal, formando um filme lubrificante mais difícil de ser rompido pela fricção. Também pelo motivo do óleo de carnaúba possuir uma capacidade de dissipação de calor mais eficiente, mantendo o sistema mecânico em equilíbrio térmico.

4. CONCLUSÕES

O óleo de carnaúba quando comparado com o óleo SAE 10W30 API SM da marca Lubrax apresenta maior eficiência ao lubrificar um sistema mecânico, apresentando menor desgaste e maior capacidade em dissipar o calor, ele apresenta uma boa lubrificidade e afinidade com os metais utilizados durante este ensaio, gerando assim um filme lubrificante protetor contra o desgaste.

Diante das análises o óleo de carnaúba apresenta boa correlação para sua utilização como um biolubrificante, mas ainda são necessários estudos complementares para consolidação de sua utilização.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande Do Norte (PPGEM-UFRN).

6. REFERÊNCIAS

- Trajano, M. F.; “Estudo Tribológico de Biolubrificantes com Adição de Nanopartículas de Óxidos (Zinco e Cobre).” Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da UFRN. Natal-RN; 2013.
- Wagner, H.; Luther, R.; Mang, L. “Lubricant base fluids based on renewable raw materials their catalytic manufacture and modification”. Elsevier; n 221; p. 429-442; 2001.
- RODRIGUES, V. P. “Copernicia cerifera Mart.: Aspectos Químicos e Farmacológicos de uma Palmeira Brasileira”. Tese apresentada como um dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciências Farmacêuticas junto à Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio de Janeiro; Rio de Janeiro, Junho de 2004.
- Fox, N.J.; Stachowiak, G.W. “Vegetable oil-based lubricants - A review of oxidation”. Elsevier; Tribology International; n. 40; p. 1035–1046; 2007.
- Queiroga, V. P.; Ramos, G. A.; Assunção, M. V.; Almeida, F. A. C. “Carnaubeira: Tecnologias de Plantio e Aproveitamento Industrial”. 1ª Edição; Editora Universidade de Campina Grande; 2013.
- Cavalcanti, S. L. L. “Caracterização do Óleo de Carnaúba Para Uso Como Biolubrificante”. Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da UFRN. Natal-RN; 2014.
- Rodrigues, L. K. O.; “Utilização do Éster de Soja Como Biolubrificante”. Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da UFRN. Natal-RN; 2013.
- Willing, A. “Lubricants based on renewable resources - an environmentally compatible alternative to mineral oil product”. Chemosphere; n. 43, p. 89-98; 2001.
- Luna, F. M. T.; Rocha, B. S.; Rola JR., E. M.; Albuquerque, M.C.G.; Azevedo, D.C.S.; Cavalcante JR., C. L. “Assessment of biodegradability and oxidation stability of mineral, vegetable and synthetic oil samples”. Elsevier, Industrial Crops and Products; n. 33, p. 579–583; 2011.

Brock, J.; Nogueira, M. R. , Zakrzewski , C.; Corazza, F. C.; Corazza, M. L.; Oliveira, J. V. “Determinação Experimental da Viscosidade e Condutividade Térmica de Óleos Vegetais”. Ciência e Tecnologia de Alimentos; Campinas; 28(3): 564-570; jul.-set. 2008.

7. RESPONSABILIDADE AUTORAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

PERFORMANCE ANALYSIS OF CARNAUBA OIL AS BIOLUBRICANT IN A SYSTEM TRIBOLOGICAL

Synara Lucien de Lima Cavalcanti, synara2004@hotmail.com¹

José Ubiragi de Lima Mendes, ubiragi@ct.ufrn.br¹

Rudson de Souza Lima, rudson.lima@ufersa.edu.br²

Fernanda Alves Ribeiro, alves@ufersa.edu.br²

Oto Lima de Albuquerque Neto, oto_lima@hotmail.com¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caixa postal 1524 - Campus Universitário Lagoa Nova, CEP: 59078-970, Natal-RN, Brasil.

²Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP: 59.625-900, Mossoró-RN, Brasil.

Abstract. *Lubricant is responsible for reducing the wear on the friction protect the metal against oxidation, corrosion and dissipates excess heat, making it essential for the balance of a mechanical system, consequently prolonging the useful life of such a system. The origin of lubricating oils is usually mineral being extracted from the petroleum. But the search for a new source of production of lubricants and fuels it is necessary to meet future demands and reduce the possible environmental damage. Vegetable oil is a renewable resource and biodegradable, and its use entails advantages in environmental, social and economic. In recent research has proven as satisfactory physicochemical properties of carnauba oil, being comparable with mineral oil SAE 10W30 API SM. In this context, we developed a project for the analysis of their performance as a lubricant in a tribological system. In this assay methodology, we obtained the relative thermal history, and the quantification of wear, with both oils. Thus, one can give a comparative opinion between the carnauba oil and SAE 10W30 API SM oil. Given the results, it was noticed that the carnauba oil when compared to the SAE 10W30 API SM oil is more efficient to lubricate a mechanical system, with less wear and greater ability to dissipate heat.*

Keywords: biolubricant, carnauba oil, tribological sistem