



24th COBEM - 2017



24th ABCM International Congress of Mechanical Engineering
December 3-8, 2017, Curitiba, PR, Brazil

COBEM-2017-1377

STUDY OF LUBRICATION OF CASTOR/LINSEED VEGETABLE OILS THROUGH DRIP LUBRICATED CONTACT WEAR TEST

Thymisson Paixão

Universidade Estadual do Maranhão
thaymisson.paixao@hotmail.com

Adriano Serra

Universidade Estadual do Maranhão
adrianodoamor01@gmail.com

Ighor Ferreira

Universidade Estadual do Maranhão
ighor.caetano@hotmail.com

Paulo Ribeiro Filho

Universidade Estadual do Maranhão
profpauloflexa@gmail.com

Abstract. The increase in the search for sustainable solutions brings the possibility of studies aimed at the insertion of vegetable based oils in the market with the purpose of application as lubricants in substitution of mineral based oils that are products derived from petroleum. This study aimed to determine the physical properties of linseed and castor oil in order to compare LUBRAX HYDRA XP32 and SHELL OMALA S2 G220 mineral oil, respectively. After make wear test where it was measured by thermistors, the difference between the temperature in the environment and the contact surface of the test stand, the amount of oil in the contact region was performed through a phototransistor. From the results, it was observed that the wear rates of linseed oil presented approximately 25% in relation to LUBRAX HYDRA XP32. Castor oil presented a 71.5% wear rate on OMALA S2 G220. On the Cooling the linseed oils and LUBRAX HYDRA XP32 present similar results, between the oils of castor oil and OMALA S2 G 220 the vegetable oil has an inferior working temperature.

Keywords: Vegetable Lubricant, Wear Tested, Physical Properties

1. INTRODUCTION

A lubrificação é a atividade de minimizar o contato de superfícies que apresentam movimento relativo entre si, através da utilização de uma película que pode ser líquida, sólida ou gasosa. A ciência que estuda as relações de atrito de corpos em movimento denomina-se tribologia [1].

Os primeiros indícios de uso de substâncias líquidas como lubrificantes na humanidade foram registrados no Egito antigo em tumbas onde foram achados pictóricos onde os mesmos usavam trenós para transportar uma enorme e pesada estátua e os primeiros indícios de destilação de petróleo para obtenção de lubrificantes minerais, surgiram na Europa no século XIX [2].

No mundo observa-se um grande esforço para a diminuição dos produtos que são derivados do petróleo e uma saída sustentável e econômica para esta problemática seria a substituição de óleos lubrificantes de base mineral por óleos de base vegetal. A implementação desta solução traria o desenvolvimento de tecnologias próprias agregando valor aos produtos nacionais típicos, gerando empregos em todos os níveis no Brasil, evitando o êxodo rural e melhorando a distribuição de renda [3]. Já outra resolução seria a reciclagem dos óleos lubrificantes minerais, porém é um processo caro e que envolve alta tecnologia.

Os óleos provenientes da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) Fig. 1a e mamona (*Ricinus communis* L.) Fig. 1b são plantas encontradas em diversas regiões do Brasil e ainda sem exploração com essa finalidade os óleos tem potencial para servir como lubrificantes desde que apresentem características físico-químicas bem definidas como viscosidade cinemática (a 40° e 100°), ponto de fulgor, ponto de fluidez, ponto de combustão, índice de viscosidade [3].

A proposta deste trabalho é a realização de ensaios com óleos lubrificantes vegetais para a comparação com óleos minerais submetidos aos mesmos ensaios para a discussão e análise de resultados para se determinar a viabilidade dos óleos de base vegetais em relação aos minerais.

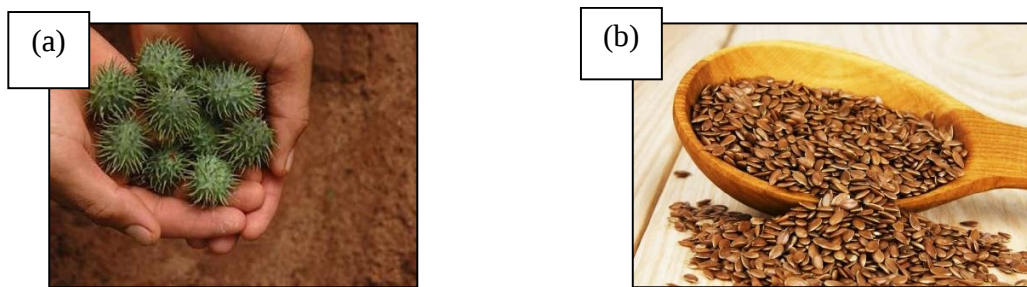


Figure 1: Raw materials of vegetable oil. (a) Castor bean; (b) Linseed.

2. EXPERIMENTAL PROCEDURE

A seleção de óleos vegetais foi baseada na representatividade da diversidade ecológica e o potencial para exploração de vegetais para a produção de base para lubrificantes. A seleção dos fluidos foi realizada a partir da adaptação ao clima das regiões Norte e Nordeste, optando-se pelo óleo de mamona, e um óleo que apresentasse fácil cultivo na região Sul selecionando o óleo de linhaça.

Os valores de viscosidade obtidos através de ensaio para avaliação das propriedades físicas, encontrados para estes óleos vegetais foram utilizados para selecionar os possíveis óleos minerais para posterior comparação em teste de desgaste de contato lubrificado, selecionando assim os óleos minerais LUBRAX HYDRA XP32 and SHELL OMALA S2 G220 in Fig 2.



Figure 2: Tested oils from left to right: Castor Oil, Linseed Oil, LUBRAX HYDRA XP 32, SHELL OMALA S2 G

The physical properties of vegetable oils were obtained through laboratory tests and mineral oils consulting the FISPQ, using as source, [5] and [6].

A bancada experimental para os ensaios de desgaste dos óleos vegetais e minerais e os sensores utilizados para avaliação dos lubrificantes foram baseados na metodologia utilizada por [1]. A bancada para os testes foi fabricada conforme o projeto realizado pelo Ighor Caetano [x] em sua monografia como mostra a Figuras 3 e 4.

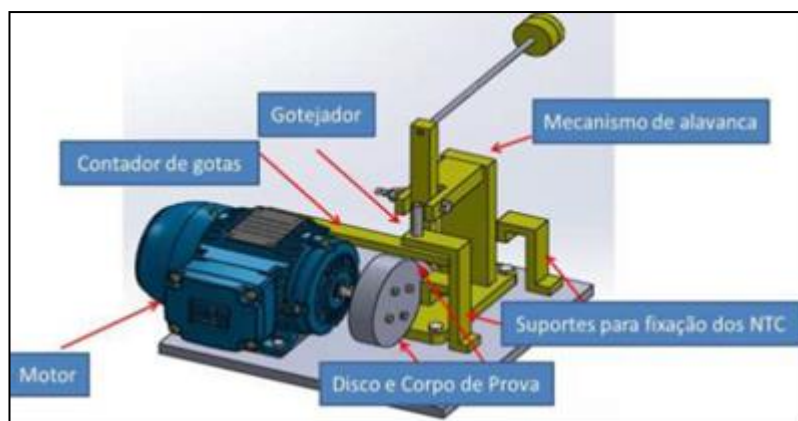


Figure 3: Experimental bench designed by Ribeiro Filho



Figure 4: Monograph by Ighor Caetano

A bancada experimental avalia a lubrificidade através de um mecanismo que utiliza o princípio da alavanca que possui um corpo de prova em aço carbono SAE 1020 em contato com um disco em aço carbono SAE 4140 com uma força de compressão de intensidade 12,5N. O disco encontra-se montado a um cubo onde este último é montado em um motor elétrico de indução trifásico de potência de 1/3 de CV. A rotação reduzida para 1200 RPM por um inversor de frequência WEG CFW08 sendo a frequência alterada de 60 Hz para 42,8 Hz.

A unidade experimental realiza a avaliação da lubrificidade dos fluidos pelos seguintes parâmetros: o diferencial de temperatura na região de contato entre corpo de prova e o disco, monitorado através da fixação de um termistor NTC em furo passante localizado no centro do corpo de prova (Figura 5), um segundo termistor responsável pela aquisição da temperatura ambiente e um sistema composto por um LED infravermelho e um fototransistor responsável por monitorar a quantidade de óleo inserido na região de contato. A aquisição destes dados foi realizada por meio de uma plataforma de prototipagem, onde temperaturas são coletadas a cada 5 segundos. A partir da obtenção destes dados, torna-se viável a elaboração de um gráfico que relaciona o parâmetro temperatura com a distância de deslizamento, podendo avaliar e comparar os óleos



Figure 5: Through hole in the test piece.

A perda de massa é mensurada através de uma balança BEL MARK M214A onde o corpo de prova, confeccionado de material mais mole sofrerá o desgaste, é pesado antes e após os ensaios para comparação.

As peças foram submetidas a medições através do rugosímetro portátil TR-220, onde foi selecionado o parâmetro Ra, como o padrão para medição, onde os resultados medidos foram apresentados em μm . O comprimento da amostragem foi de 0,8 mm e velocidade de trajetória com medição de 0,5mm/s.

A distância de deslizamento foi calculada a partir da Equação 1, onde encontrou-se o valor de 15.000 metros. A carga (W) utilizada no cálculo é a mesma aplicada pelo mecanismo de alavanca que corresponde a 12,5 N.

$$Dist. = \left(\frac{Rot. \times 5}{60} \right) \times Compr. \times N^{\circ} \text{ dados} \quad (1)$$

3. RESULTS AND DISCUSSION

The physical properties are presented in Table 1

Table 1 – Property of mineral and vegetable oils under study

Physical Properties	Castor Oil	SHELL OMALA S2 G 220	Linseed Oil	LUBRAX HYDRA XP 32
Kinematic viscosity at 40 ° C (mm ² / s)	240,7	223	31,4	30,2
Kinematic viscosity at 100 ° C (mm ² / s)	18,9	19,1	7,7	5,38
Viscosity index	87	96	229	113
Specific Mass (20/4°C) (g/cm ³)	0, 960	0, 896	0, 917	0, 863
Flash point (° C)	314	240	324	232
Combustion Point (°C)	330	320	352	>258
Fluidity point (° C)	-27	-18	-12	-21

In order to measure the surface roughness, the parameter Ra of roughness was used, for both the disks and the specimens, tables 2 and 3.

Table 2 – Measurements of roughness parameters Ra (um) of the discs.

Measurements	Disc 1 (Castor)	Disc 2 (Linseed)	Disc 3 (LUBRAX HYDRA XP 32)	Disc 4 (SHELL OMALA S2 G 220)
1	1,542	2,619	1,311	1,897
2	1,542	2,864	1,375	2,135
3	1,678	2,225	1,563	1,67
4	1,431	3,312	1,62	1,764
Arithmetic Mean	1,548	2,755	1,467	1,867
Standard deviation	0,101	0,455	0,148	0,202

Table 3 – Measurements of roughness parameters Ra (um) of the discs

Measurements	Sample 1 (Castor)	Sample 2 (Linseed)	Sample 3 (LUBRAX HYDRA XP 32)	Sample 4 (SHELL OMALA S2 G 220)
1	1,545	1,79	1,517	1,618
2	1,618	1,657	1,37	1,94
3	1,498	1,666	1,491	1,791
4	1,545	1,663	1,397	2,224
Arithmetic Mean	1,552	1,694	1,444	1,893
Standard deviation	0,05	0,064	0,071	0,257

The results correspond to class N8, based on ABNT/NBR8004 and ISO1302. Where the roughness can reach up to 3.2µm. Fig 5 compares OMALA S2 G220 castor oil and mineral oil, it can be observed that the vegetable fluid presents better conditioning, thus obtaining a smaller growth in the temperature differential [7], this increase is justified because in the range between 24°C and 85°C in the friction region, the wear reduction occurs due to accumulation of debris from the oxidation points. Fig 6 shows the performance other oils, which for this test show very similar temperature values.

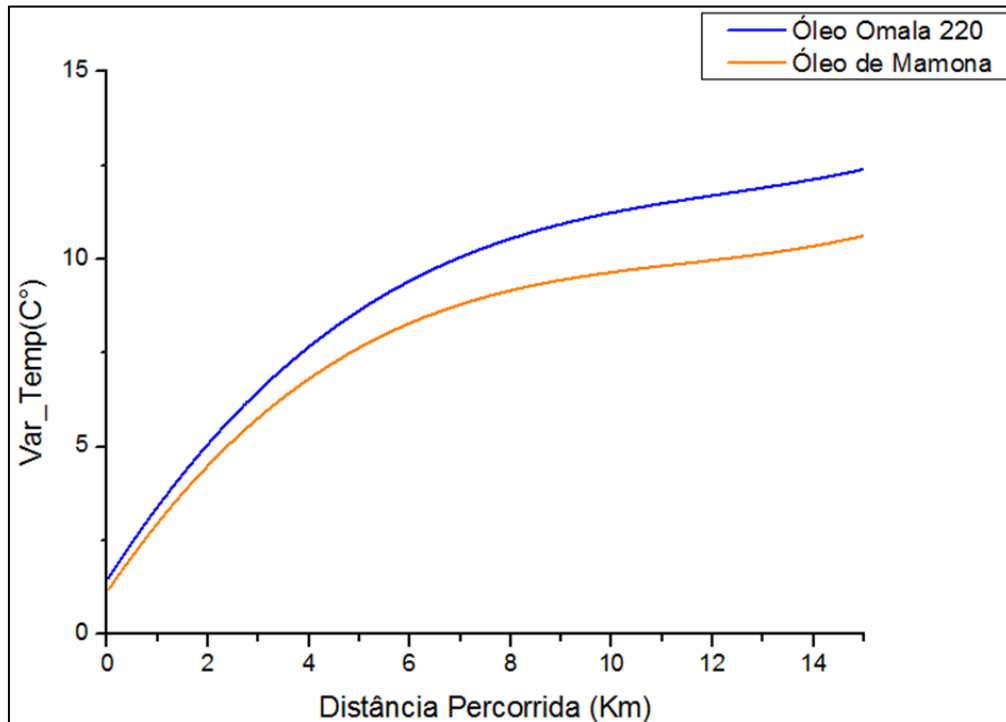


Figure 5: Analysis of the temperature profile (castor oil, OMALA S2 G 220)

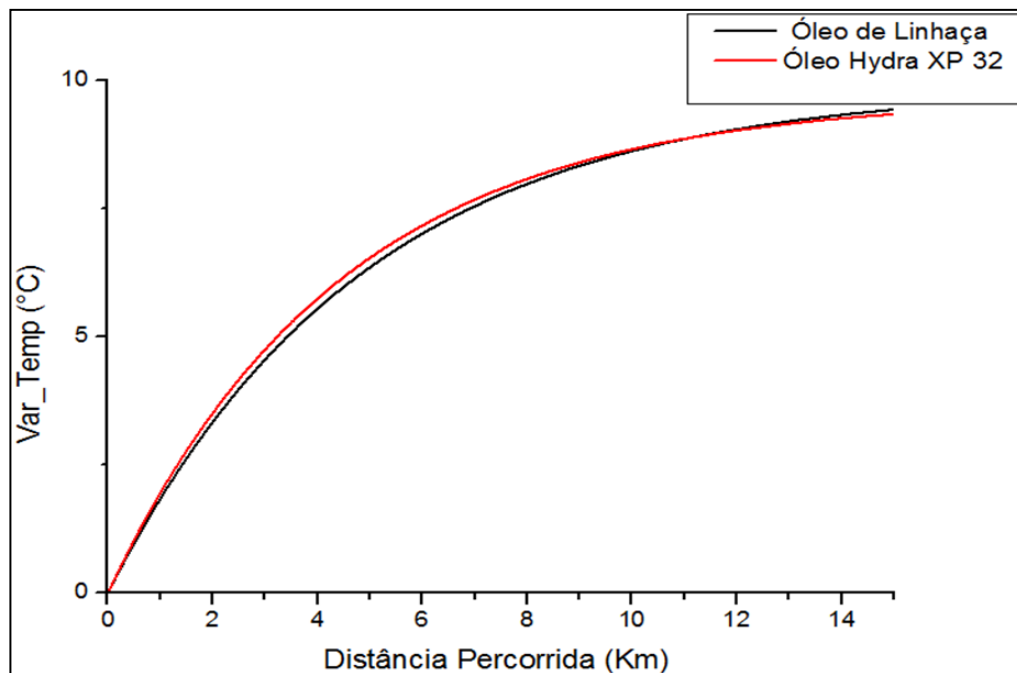


Figure 6: Analysis of the temperature profile (linseed oil, Hydra XP 32)

The result wear is observed in table 4, already the wear rates are compared in fig 7.

Table 4 – Mass in grams of test specimens tested with mineral and vegetable oils.

Status	Sample 1 (Castor)	Sample 2 (Linseed)	Sample 3 (LUBRAX HYDRA XP 32)	Sample 4 (SHELL OMALA S2 G 220)
--------	----------------------	-----------------------	----------------------------------	------------------------------------

Before	78,9128	77,4769	78,3159	75,3424
After	78,9067	77,4151	78,2718	75,321
Difference	0,0061	0,0618	0,0441	0,0214

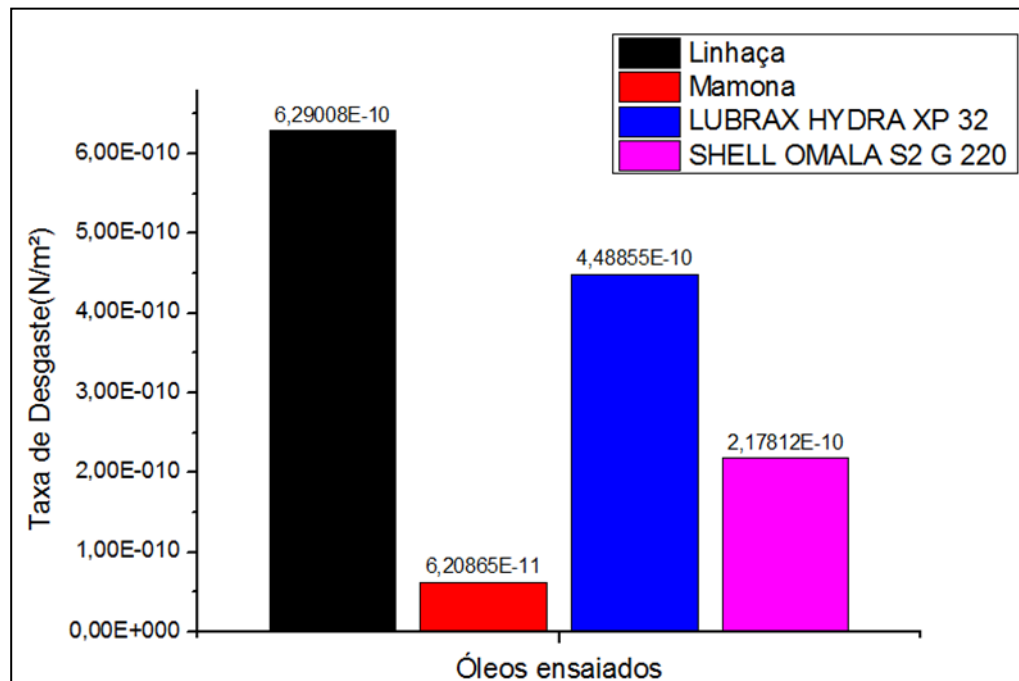


Figure 7: Rate of wear of test specimens tested with linseed oils, castor oils, LUBRAX HYDRA XP32, OMALA S2 G 220

4. CONCLUSIONS

The temperature monitoring show that HYDRA XP32 presents an initial growth of its temperature profile lower than linseed oil and presents elevation of temperature differential to the point where it is similar to vegetable fluid and remains so to the point 10 km, after mineral oil initiates the reduction, surpassing the vegetable fluid.

Comparing castor oil and OMALA S2 G220, it can be observed that both presented a characteristic up to the approximate point of 200 meters, however, due to the indication of the use of mineral lubricant, after this point the vegetable fluid presents better results, thus obtaining a reduced temperature differential in comparison to the mineral lubricant.

The wear rates can be observed in figure 5, where it was observed that the linseed oil presented high wear in 25% in relation to the test body tested with LUBRAX HYDRA XP32, 'this was due to the antiwear additive. Castor oil had a 71.5% higher wear rate than OMALA S2 G220, a fact justified by the manufacturer's indication where it should be used in closed lubrication systems.

The feasibility of using vegetable oils as a substitute for oils of mineral origin, which are of great importance for sustainable development. However, an in-depth study is necessary to identify possible deficiencies in vegetable oils from other tests.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

Thank you to the State University of Maranhão along with Professor Paulo Flexa, Ighor Ferreira and all the team of the Lubrication Laboratory responsible for the technical and scientific support and to God for the opportunity to be developing the study of lubrication of castor / linseed vegetable oils through drip lubricated contact Wear test e I would also like to thank FAPEMA for the support provided through the incentive and the expenses paid to present this scientific research.

6. REFERENCES

- [1] RIBEIRO FILHO P.R.C.F.R.; Desenvolvimento de uma unidade experimental para estudo Tribológico de Desgaste de Contato Lubrificado por Gotejamento de Óleos Vegetais, 2014. 112 p. Dissertação, (Mestrado-Engenharia Mecânica), Universidade Santa Cecília, Santos, 2014.
- [2] RADI, P. A; SANTOS, L. V; BONETTI, L. F; AIROLDI, V. J. T. Tribologia, conceitos e aplicações. XIII ENCITA, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP, p.01-02, 2007.
- [3] MATOS, P.R.R.; Utilização de óleos vegetais como bases lubrificantes. 2011. 102p. Dissertação (Mestrado-em-Química) –Chemistry Institute, Universidade de Brasília, 2011.
- [4] CAMPOS, V.M.C.; Produção e beneficiamento de sementes de linhaça, CETEC, Available on: <<http://www.sbvt.ibict.br>. >Access_ April 22, 2016.
- [5] PETROBRAS S.A. “Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos- LUBRAX HYDRA XP32, FISPQ, 2011.
- [6] SHELL BRASIL LTDA. “Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - Shell Omala S2 G220”, FISPQ, 2016.
- [7] HUTCHINGS, I.M. Tribology: friction and wear of engineering of materials. re-edição ed. Cambridge: Butherworth_Heinemam, 1992.

7. RESPONSIBILITY NOTICE

The authors Thymisson Paixão, Adriano Serra, Ighor Ferreira e Paulo Roberto Campos Flexa Ribeiro Filho are solely responsible for the printed material contained in this article.