

ANÁLISE DE PROPRIEDADES INTENSIVAS DO ÓLEO DA CASTANHA DO CAJU

Rodrigues, Luanda Kívia de Oliveira; luandakivia@gmail.com¹
Lima, Rudson de Souza; rudsonsouza@yahoo.com.br¹
Ribeiro, Fernanda Alves; landha_ar@yahoo.com.br¹
Cavalcanti, Synara Lucien de Lima, synara2004@hotmail.com.¹
Mendes, José Ubiragi de Lima; ubiragi@ct.ufrn.br¹

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Campus Universitário Lagoa Nova CEP 59072-970 Natal - RN - Brasil.

***Resumo:** Este artigo, de caráter comparativo ao publicado no COBEM 2009, tem por objetivo analisar a densidade e a viscosidade do óleo in-natura da castanha de caju, uma vez que este tem suas propriedades alteradas com o tempo. Além da análise comparativa, a pesquisa avança para caracterização mais ampla com testes como os de ponto de fulgor, de combustão e fluidez, concomitante ao teste de desgaste relativo ao seu uso em sistemas mecânicos. Desta forma, em três etapas de ensaios (extração e determinação de propriedades básicas; determinação de propriedades específicas complementares e; ensaio de desgaste), pôde-se obter e caracterizar o fluido de trabalho, fusão dos óleos da amêndoa e da casca da castanha. Assim, além de trabalhar com o que acredita-se ser uma fonte de óleo lubrificante economicamente viável, já que refere-se a um produto abundante na nossa região, também incentiva-se a engenharia limpa e a exploração do potencial local.*

***Palavras-chave:** Óleo de Caju, Fluidez, Ponto de Fulgor, Ponto de Combustão, Lubrificante.*

1. INTRODUÇÃO

O óleo lubrificante é essencial para o bom desempenho de um sistema mecânico; sua ausência, mau uso ou má qualidade pode causar sérios danos ao sistema. Como a maioria dos lubrificantes encontrados no mercado é extraída do petróleo ou sinetizada, iniciou-se uma pesquisa com o óleo da castanha do caju que tem como objetivo explorar uma fonte alternativa de matéria-prima para produção de um lubrificante; sendo essa renovável, biodegradável, com grande potencial de exploração e economicamente mais viável. Dentre as várias opções de sementes e frutos com teor considerável de óleo optamos por trabalhar com a castanha de caju, uma vez que seu rendimento médio de extração é cerca de 45,7%, segundo (LIMA, GARCÍA, LIMA; 2004).

Os óleos vegetais são produtos naturais constituídos por uma mistura de ésteres derivados do glicerol (triacilgliceróis ou triglicerídios) cujos ácidos graxos contêm cadeias de 8 a 24 átomos de carbono com diferentes graus de insaturação (ROSSI, RAMOS; 1999). Assim, ao sofrerem as ações do tempo e temperatura suas propriedades físico-químicas podem ser alteradas. Por isso foram refeitos os testes do artigo *CHARACTERIZATION OF THE CASHEW NUTS OIL AS A LUBRICANT PLANT* publicado e apresentado no COBEM 2009, sendo suas amostras as mesmas utilizadas nos ensaios do referido artigo.

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

Uma grande quantidade dos fluidos, de alguma forma, pode desempenhar papel de um lubrificante. Entretanto, para melhor receber essa classificação deve estar enquadrado em condições tais como, melhorar a capacidade de separar as superfícies quando estão em movimento e possuir certo grau de estabilidade conforme mudanças (RODRIGUES, 2009). Para analisar se o Óleo da Castanha do Caju (OCC) pode ser classificado como um lubrificante, além dos testes já realizados no trabalho mencionado na introdução, foram realizados outros testes de propriedades físicas como ponto de fulgor e ponto de combustão, conforme mostrado na Tab. (2).

2.1. Massa Específica: Determinada como sendo massa de um corpo dividida pelo volume do mesmo. Analisando que todas as substâncias ou misturas estão sujeitas à variação de volume com a temperatura, portanto, pode-se dizer que a massa específica também varia com a temperatura.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{Eq. (1)}$$

2.2. Viscosidade: Nos líquidos, a viscosidade, é diretamente proporcional à força de atração entre as moléculas, portanto com o aumento da temperatura a viscosidade diminui. A viscosidade é dividida em duas categorias:

2.2.1. Viscosidade Dinâmica (μ): Essa medida em Centipoise ou Pascal*segundo, determinada pela Eq. (2)

$$1 \text{ cP} = 10^{-2} \text{ P} = 10^{-2} (\text{dina}\cdot\text{s})/\text{cm}^2 = 10^{-3} (\text{N}\cdot\text{s})/\text{m}^2 = 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

$$\mu = \frac{\partial y}{\partial u} \tau \quad \text{Eq. (2)}$$

2.2.2. Viscosidade Cinemática (ν): Medida em Centistok ou Metro ao quadrado/segundo Eq. (3).

$$1 \text{ cSt} = 10^{-2} \text{ St} = 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{s} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad \text{Eq. (3)}$$

2.3. Ponto de Fulgor (PF): É a temperatura mínima em que o fluido, quando aquecido, apresenta no momento em que desprende seus primeiros vapores.

2.4. Ponto de Combustão (PC): Sempre próximo ao ponto de fulgor, o ponto de combustão é a continuação do ponto de inflamação, diferenciado por ser a temperatura mínima a qual os primeiros vapores desprendidos entram em queima devido a um agente ígneo.

3. METODOLOGIA

Realizou-se ensaios físico-químicos do Óleo da Castanha do Caju, tendo como ênfase em suas análises a influência da variação da temperatura no processo.

A massa específica foi verificada utilizando o método do picnômetro com a aplicação da Eq. (1).

O ponto de fulgor (PF) foi o segundo a ser analisado; para sua determinação o Núcleo de Pesquisa em Petróleo e Gás – NUPPEG do Departamento de Engenharia Química da UFRN utilizou o equipamento de medição semi-automático PM-4, PETROTEST, como se pode ver na Fig. (1). Para o teste de ponto de combustão (PC) utilizou-se os mesmos laboratório e equipamento utilizados no PF. Ressaltando que ambos os ensaios foram feitos em vaso aberto.



Figura 1. Imagem do Petrotest PM4.

Para medir a viscosidade o aparelho utilizado foi o reômetro, modelo Rheometer Brookfield R/S SST, como se pode ver na Fig. (2). Este fornece a viscosidade dinâmica, em Pa*s, sendo esta transformada para a viscosidade cinemática medida em Centistok Cst, ou m²/s.



Figura 2. Imagem do Reômetro.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação da Eq. (1) nos dados obtidos pelos ensaios fornece o exposto na Tab.1.

Tabela 1. Massa Específica em função da Temperatura

TEMPERATURA (°C)	MASSA ESPECÍFICA (g/cm ³)	DESVIO PADRÃO
26	0,985640652	0,005601325
40	0,980443741	0,000695982
60	0,972656762	0,001904527
80	0,963136681	0,000662094
100	0,952757238	0,005536937

Apesar da diligência para garantir a legitimidade dos dados aqui apresentados, como a calibração da vidraria e a separação pelo método da decantação das possíveis partículas sólidas existentes no fluido, o resultado da massa específica ainda mostrou-se acima do apresentado na literatura. A especificação técnica de uma empresa beneficiadora do óleo que, contudo, não informa a temperatura, mostra uma variação entre 0,94 – 0,97. Já para a mesma temperatura utilizada no ensaio em questão (T = 26°C), encontrou-se em uma dissertação de mestrado o valor de 0,96.

Comparou-se os resultados com os obtidos na primeira etapa da pesquisa, publicado no COBEM(2009); neles a massa específica apresentou $\rho = 0,98$ (g/cm) para temperatura igual a 25° C, único temperatura de trabalho. Com isso percebe-se que apesar da brusca variação na temperatura do fluido analisado, a variação na massa específica foi amena.

Segundo Van Ness & Smith (Terceira Edição), a pressão e a temperatura, especialmente a primeira, tem pouca influência sobre o volume dos líquidos, exceto na região crítica. Como o trabalho foi realizado fora da zona crítica, os dados encontrados estão de acordo com a literatura.

O equipamento utilizado para medição de Ponto de Fulgor, citado anteriormente, foi o mesmo equipamento para realização do Ponto de Combustão, verificando-se as temperaturas conforme a Tab.(2):

Tabela 2. Ponto de Fulgor e Combustão.

		DESVIO PADRÃO
PONTO DE FULGOR (°C)	252,66	1,527525
PONTO DE COMBUSTÃO (°C)	258,33	2,081666

O ensaio de viscosidade iniciou-se à 4°C para entendermos o comportamento do fluido de trabalho, que mostrou-se não-newtoniano e de alta viscosidade a baixas temperaturas. A relação entre a tensão e a taxa de deformação apresentou-se de forma mais linear conforme o aumento da temperatura do Óleo de Castanha.

Analisando os quatro principais valores de viscosidade cinemática obteve-se o Graf.(1). A Tabela (3) expõe as incertezas relativas aos ensaios realizados.

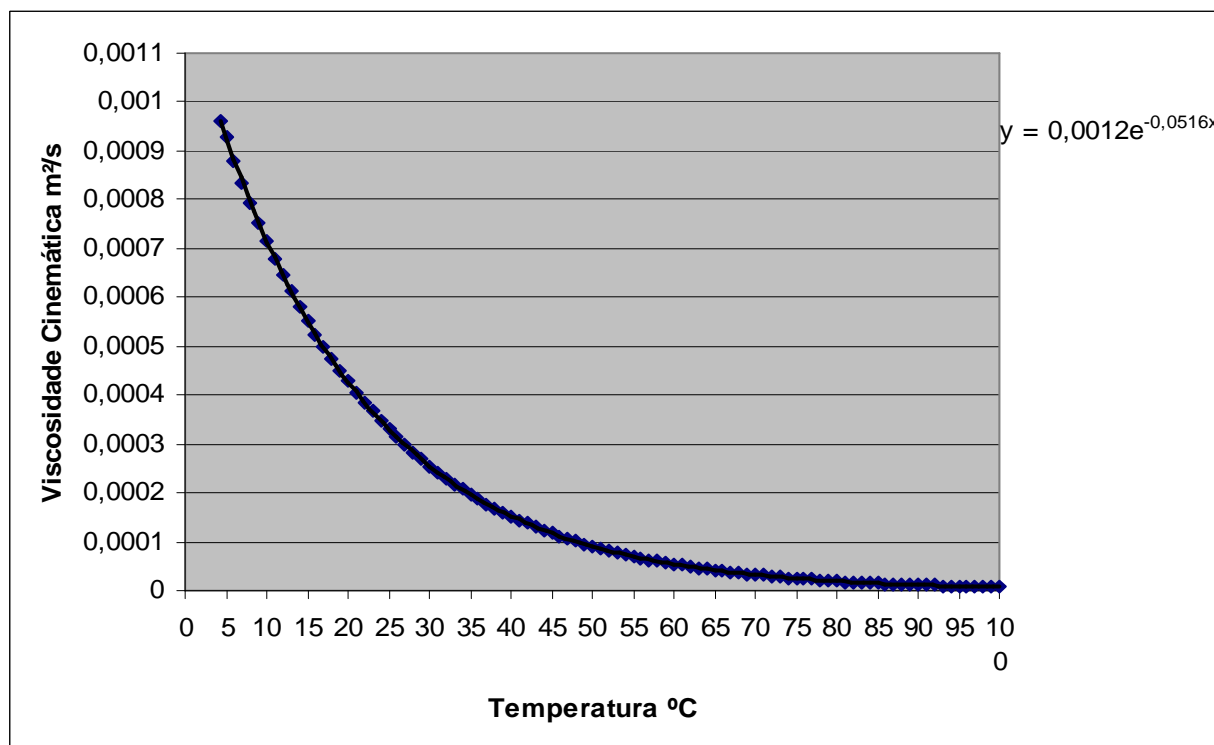


Gráfico 1. Temperatura x Viscosidade Cinemática.

Tabela 3. Incertezas relativas aos ensaios.

TEMPERATURA (°C)	MÉDIA			DESVIO PADRÃO DA VISCOSIDADE CINEMÁTICA
	VISCOSIDADE DINÂMICA (PA*s)	VISCOSIDADE CINEMÁTICA (m²/s)	VISCOSIDADE CINEMÁTICA (Cst)	
04	1,32714	0,001352844	1.352,844	0,141948
20	0,36	0,000366972	366,976	0,058144
40	0,107	0,000109072	109,072	0,01663
60	0,0405	0,000041248	41,248	0,007007096
80	0,0235	0,00002395	23,95	0,008004317
100*	0,00675909	0,00000689	6,89	-

* **Obs:** Os valores encontrados para temperatura igual a 100°C foram obtidos através de extrapolação de gráfico, para evitar possíveis danos ao equipamento de ensaio ao se trabalhar à elevada temperatura.

Os valores encontrados para viscosidade do OCC mostraram-se próximos aos dos óleos SAE30, e SAE40 como mostra a Tab. (4):

Tabela 4. Viscosidade dos óleos SAE para motor. Dados retirados de MALPICA (2007)

	SAE 30	SAE 40
VISCOSIDADE CINEMÁTICA (Cst) a 40°C	109	163,5
VISCOSIDADE CINEMÁTICA (Cst) a 100°C	11,9	15,46

Através da Tab. (5) pode-se comparar os resultados com os apresentados no COBEM2009 (Rodrigues, 2009).

Tabela 5. Incertezas relativas aos ensaios publicados no COBEM(2009).

TEMPERATURA (°C)	VISCOSIDADE DINÂMICA (PA*s)	VISCOSIDADE CINEMÁTICA (m ² /s)	VISCOSIDADE CINEMÁTICA (Cst)	DESVIO PADRÃO
15	0,364523	0,000372	372,0	0,018184
25	0,222938	0,000227	227,0	0,011353
30	0,172447	0,000176	176,0	0,008602
40	0,103162	0,000105	105,0	0,005897
50	0,063567	0,0000649	64,9	0,003171
60	0,038594	0,0000394	39,4	0,001925
80	0,014226	0,0000145	14,5	0,00071
100*	0,0052	0,0000053466	5,3466	-

* **Obs:** Os valores encontrados para temperatura igual a 100°C foram obtidos através de extrapolação de gráfico, para evitar possíveis danos ao equipamento de ensaio ao se trabalhar à elevada temperatura.

Analisando os resultados publicados no COBEM (2009), apresentados aqui em tabela para melhor leitura das informações, pode-se observar que as variações da viscosidade da Tab. (4) para Tab.(2) em função da temperatura foi positiva, já que aumentou, mesmo que em pequena porcentagem, a viscosidade do fluido. Contudo, em vista da pequena ordem de grandeza apresentada na variação pode-se dizer que essa propriedade, assim como a massa específica, não sofreu influência com o tempo, podendo-se assim estocar o óleo da castanha de caju sem que haja danos as suas propriedades.

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos nas análises realizadas dos PF e PC do OCC, as temperaturas se encontram próximas as de lubrificantes existentes no mercado, como os óleos para motores SAE30 e SAE 40 (expostos nas tabelas). Isso mostra que o fluido não é auto-inflamável a baixas temperaturas e ainda que pode ser utilizado em sistemas cuja temperatura média é em torno de 250°C .

Quanto a viscosidade, o OCC também apresentou valores próximos aos dos óleos SAE30 e SAE40, principalmente do óleo SAE 30, mas somente nas temperaturas mais baixas.

Outro ponto relevante é que tanto a viscosidade quanto a massa específica não apresentou alterações significativas em relação a mesma análise feita há um ano, publicada no CONEM (Rodrigues, 2009), podendo então garantir a estocagem do óleo sem risco de perdas nessas propriedades.

Assim, de posse desses resultados, podemos dizer que o Óleo da Castanha de Caju – OCC, apesar da alta taxa de variação com a temperatura, possui propriedades satisfatórias para seu uso como lubrificante.

Contudo, ainda fazem-se necessários estudos complementares referentes ao seu baixo índice de viscosidade, que apesar de não ter sido analisado neste trabalho, é perceptível ao se observar os dados da Tab. (3). Sendo verificado também uma queda brusca da viscosidade em temperaturas elevadas. Não obstante, ressalta-se que para validação da confiabilidade do OCC são essenciais testes de sua aplicação em um sistema mecânico para análise final de seu desempenho.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Prof. Dr. **EDUARDO LINS DE BARROS NETO**, professor do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Assim como ao Prof. Dr. **VALTER JOSE FERNANDES**

JUNIOR, professor do Departamento de Química e responsável pelo Laboratório de Combustível e Lubrificante da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Agradecemos a **ALDO PAULINO DE MEDEIROS JUNIOR**, servidor com atividade de Técnico em Mecânica do Laboratório de Máquinas Hidráulicas do Núcleo de Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

7. REFERÊNCIAS

Rodrigues, L.K; Lima, R.S; Santos, R.D; Ribeiro, F. A; Mendes, J.U.L; 2009, "CHARACTERIZATION OF THE CASHEW NUTS OIL AS A LUBRICANT PLANT" – XX COBEM.

Paula, A.S, 2006, "Proposta para Implantação de Manutenção Preventiva em Bancada de Teste Hidraulico", Monografia de conclusão de curso de Engenharia Mecânica apresentada à Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, Maranhão, Brazil.

Malpica, L. G. T.; "MANUTENÇÃO PREDITIVA DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA, À GASOLINA, ATRAVÉS DA TÉCNICA DE ANÁLISE DE LUBRIFICANTES" Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira

Van Ness, H.C & Smith, J.M; "INTRODUÇÃO À TERMODINÂMICA DA ENGENHARIA QUÍMICA " - Terceira Edição.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM, NORMA D 45.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM, NORMA D 92

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM, NORMA D 93-A.

ABNT (1972)– NBR 11341 – Produtos de Petróleo- Determinação do Ponto de Fulgor e Combustão em Vaso Aberto de Cleveland. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS, Rio de Janeiro.

8. DIREITOS AUTORAIS

Os cinco autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído neste trabalho.

ANALYSIS OF INTENSIVE PROPERTIES CASHEW NUTS OIL

Rodrigues, Luanda Kívia de Oliveira; luandakivia@gmail.com¹

Lima, Rudson de Souza; rudsonsouza@yahoo.com.br¹

Ribeiro, Fernanda Alves; landha_ar@yahoo.com.br¹

Cavalcanti, Syanra Lucien de Lima, synara2004@hotmail.com.¹

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

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Campus Universitário Lagoa Nova CEP 59072-970 Natal - RN - Brasil.

Abstract: This paper from character published comparative in the COBEM 2009, have for goal analyse density and viscosity from oil cashew nuts, once which your properties are changed with time. Beyond comparative analyse, the research advance to characterization more wide with test as flash point, combustion point and fluidity, concomitant to test relative wear to your use in mechanical systems. This form, in three steps of the test(extraction and determination basic properties, determination specific properties complementary and detrition test); can get and characterize the work fluid, fusion oils almond cashew nuts. So, beyond work with what is believed one source lubricant oils economically viable, as refers the one product abundant in our region , too encourages the clear engineering and the exploitation of local potential.

Keywords: Oil Cajú, Fluidity, Flash Point, Fire Point, Lubricant.