

VISCOSIDADE, PONTO DE NÉVOA E PONTO DE FLUIDEZ DO ÓLEO DOS GRÃOS DE ABÓBORA (*Cucurbita moschata*)

LUCIANA TEIXEIRA¹; EDNILTON ANDRADE²; FERNANDA FERREIRA³; ÂNGELO BRAZ⁴;
IVENIO SILVA⁴; ROBERTO GUIMARÃES⁵

¹ Engenheira Agrícola e Mestre em Engenharia Mecânica, UFF, lucianapteixeira@yahoo.com.br

² Engenheiro Agrícola e Doutor em Engenharia Agrícola, UFLA, edniltontavares@gmail.com

³ Graduanda em Engenharia Agrícola, UFF, fernandaferreira@id.uff.br

⁴ Engenheiro Agrícola, Mestre em Engenharia Mecânica, doutorando em Engenharia /mecânica ,PGMEC-UFF

⁵ Engenheiro Mecânico e Doutor em Engenharia Mecânica, UFF

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: O óleo proveniente dos grãos de abóbora pode ser utilizado tanto na alimentação como matéria-prima para a fabricação de biocombustíveis. Perante esta realidade, o presente estudo objetivou a determinação da viscosidade, ponto de névoa e ponto de fluidez de óleo bruto proveniente do grão de abóbora. Para a determinação da viscosidade foi utilizado o Reômetro RS50 com banho termostático K20 com cabeça controladora DC5, e para a determinação dos pontos de névoa e fluidez usou-se um banho de refrigeração capaz de atingir temperaturas negativas. Como resultado foi possível verificar que o óleo proveniente do grão de abóbora apresenta comportamento de um fluido newtoniano, cuja viscosidade é equivalente a $0,0398 \text{ Pa s}^{-1}$, e os pontos de névoa e fluidez correspondem, respectivamente, a $6,5^\circ\text{C}$ e -4°C .

PALAVRAS-CHAVE: óleo do grão de abóbora; viscosidade; fluido newtoniano

VISCOSITY, POINT OF FOG AND POUR POINT OF THE OIL OF PUMPKIN GRAINS (*Cucurbita moschata*)

ABSTRACT: The oil from of the pumpkin grains can be used both in food as raw material for biofuel production. Given this reality, the present study objective the determination of the viscosity, point of fog and pour point of crude oil from the pumpkin grain. For the determination of the viscosity was used the rheometer RS50 with thermostatic bath K20 with head controller DC5, and for the determination of the pour and fog points was used a bath of cooling can reach freezing temperatures. As a result was verified that the oil from the pumpkin grain presents the behavior of a newtonian fluid where viscosity is equivalent to 0.0398 Pa s^{-1} , and the points of fog and pour correspond, respectively, to 6.5°C and -4°C .

KEYWORDS: oil of pumpkin grains, viscosity, newtonian fluid

INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos tem-se verificado um aumento pela demanda de mercado por óleos vegetais de diversas fontes, cuja aplicação varia desde a área alimentícia até a relacionada com os biocombustíveis (Conceição et al., 2005), mais precisamente para a produção de biodiesel. Apesar disso, de acordo com Santos et al. (2005) e Encinar et al.(2002) poucos estudos referentes ao comportamento reológico de óleos vegetais têm sido apresentados na literatura. Essa realidade não é diferente para o caso do óleo proveniente dos grãos de abóbora (*Cucurbita moschata*).

Segundo Cancian (2010) a viscosidade de um fluido mede a resistência interna oferecida ao movimento relativo das diferentes partes desse fluido, se caracterizando como resistência ao fluxo. De acordo com Campos et al. (1989) e Moura et al. (2000) essa propriedade também é importante para a definição de projetos, avaliação de processos e operação de equipamentos, além de ser essencial para um adequado manuseio e estocagem.

O ponto de névoa se caracteriza como a temperatura inicial de cristalização do óleo, ou seja, equivale à temperatura a qual o líquido começa a ficar visualmente turvo, indicando o início da cristalização de substâncias de comportamento semelhante quando submetidas a baixas temperaturas sob resfriamento

contínuo (Oliveira, 2003). Já, o ponto de névoa se caracteriza como a temperatura a qual o líquido não mais escoava livremente, ou seja, corresponde ao momento em que o comportamento de escoamento do óleo se altera. De acordo com Braz (2011), ponto de névoa e fluidez são importantes propriedades que devem ser consideradas para o adequado armazenamento e utilização do óleo

Dessa forma, para a aplicação do óleo do grão de abóbora na indústria se faz de extrema importância o conhecimento a cerca de suas características físicas. Por essa razão, o presente estudo objetivou a determinação da viscosidade, ponto de névoa e ponto de fluidez de óleo bruto proveniente do grão de abóbora.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na Universidade Federal Fluminense. O óleo utilizado para a determinação das características físicas foi extraído de grãos de abóbora com teor de água de, aproximadamente, 8% em b.u. Os grãos utilizados foram secos a temperatura de 35 °C em camada fina com circulação de ar forçada, e, em seguida, foram prensados a frio, em uma prensa mecânica. As análises experimentais foram realizadas com óleo vegetal bruto proveniente dos grãos de abóbora, apenas filtrado.

Para a determinação da viscosidade foi utilizado o Reômetro RS50 com banho termostático K20 com cabeça controladora DC5. Para a leitura e obtenção de dados é utilizado o software RheoWin Pro Job Manager. Os procedimentos se basearam na análise de curva de fluxo para a temperatura de 40°C, e a curva de temperatura, de 24 a 85 °C, por meio da utilização do sensor DG 41. Para as análises experimentais foram utilizadas amostras de 6,3 ml, correspondente ao indicado pelo fabricante para o sensor selecionado.

Para a análise do comportamento da viscosidade, serão utilizadas as Equações 1, 2 e 3. A Equação 1 indica a relação dada pela Equação de Andrade entre a viscosidade e temperatura (Potter & Wiggert, 2010). Já, as Equações 2 e 3, apresentam a equação proposta por Arrhenius (Ferguson & Kembrowski, 1991), que indica a dependência da viscosidade dos fluidos com a temperatura e parâmetros reológicos, como a energia de ativação (Canciam, 2010).

$$\eta = A \exp(B T) \quad (1)$$

$$\eta = \eta_0 \times \exp\left(\frac{E_a}{R T_{abs}}\right) \quad (2)$$

$$\ln \eta = \ln \eta_0 + \left(\frac{E_a}{R}\right) \left(\frac{1}{T_{abs}}\right) \quad (3)$$

Em que η é a viscosidade, em Ns m^{-2} ; T é a temperatura, em °C; e A e B são parâmetros de ajuste da equação; T_{abs} é a temperatura absoluta, em K, E_a é a energia de ativação, em kJ mol^{-1} , R é a constante universal dos gases; e η_0 é uma constante.

Já, para a determinação dos pontos de névoa e fluidez foi utilizado um banho de refrigeração, para a diminuição da temperatura das amostras que são colocadas em seu interior, e um termômetro. Para estas determinações foram realizadas três repetições. No que envolve o ponto de névoa quando se verifica a formação de turvação (também denominado névoa), é possível determinar a temperatura correspondente ao ponto de névoa (ABNT NBR 11346, 2007).

O procedimento experimental para a determinação do ponto de fluidez também se utiliza de um banho de refrigeração, para a diminuição da temperatura das amostras, e de um termômetro. A determinação do ponto de fluidez, mais especificamente da temperatura correspondente ao ponto de fluidez, se dá quando não é mais possível observar uma certa resistência à fluidez da matéria prima, a partir da inclinação do recipiente onde está a amostra (ABNT NBR 11349, 2009).

RESULTADOS

Através da utilização do reômetro, na análise da viscosidade foram obtidos dois tipos de curvas características em função do teste realizado, a curva de fluxo e a curva de temperatura. Na análise da curva de fluxo, pode-se verificar a variação da viscosidade em função das tensões de cisalhamento e taxas de deformação aplicadas. A Figura 1 apresenta o comportamento do óleo dos grãos de abóbora em virtude da variação de tensão e taxa de cisalhamento.

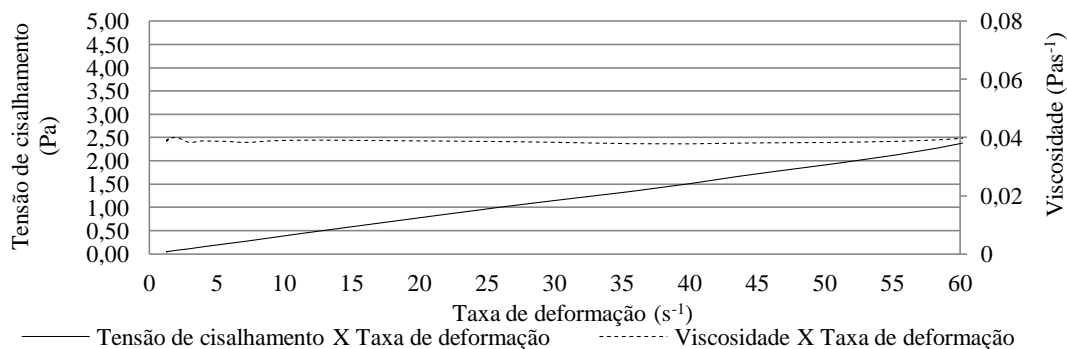


FIGURA 1- Características reológicas do óleo do grão de abóbora.

Como era de se esperar, os resultados obtidos demonstram que óleo do grão da abóbora, apresenta comportamento característico de um fluido newtoniano, apresentando a tensão de cisalhamento diretamente proporcional a taxa de cisalhamento. De acordo com os resultados apresentados na Figura 1 é possível verificar que a tensão de cisalhamento aumenta proporcionalmente com o aumento da taxa de cisalhamento, logo a viscosidade apresenta pouca ou nenhuma variação. O salto verificado ao final da análise ocorre em razão dos limites impostos pelo equipamento.

A partir da média dos valores determinados experimentalmente, a viscosidade do óleo proveniente do grão de abóbora é equivalente a $0,0398 \text{ Pa s}^{-1}$.

Já, para a análise da curva de temperatura para óleo dos grãos da abóbora foi utilizada uma variação de temperatura de 24 a 85°C . Esta análise tem o objetivo de estudar o comportamento reológico do fluido no tocante à viscosidade quando exposto a diferentes temperaturas. A Tabela 1 e a Figura 2 apresentam a variação da viscosidade em função da variação de temperatura. Como resultado da análise da curva de temperatura verifica-se, assim como era de se esperar, a queda da viscosidade em função do aumento da temperatura.

TABELA 1 - Variação da viscosidade do óleo do grão de abóbora em função da temperatura.

| Temperatura ($^\circ\text{C}$) | Viscosidade (Pa s^{-1}) |
|----------------------------------|------------------------------------|
| 24,6 | 0,07139 |
| 29,6 | 0,06015 |
| 35,8 | 0,04777 |
| 42,6 | 0,03762 |
| 49,3 | 0,03013 |
| 56,3 | 0,02444 |
| 63,3 | 0,02018 |
| 70,4 | 0,01682 |
| 77,4 | 0,01413 |
| 84,5 | 0,01227 |

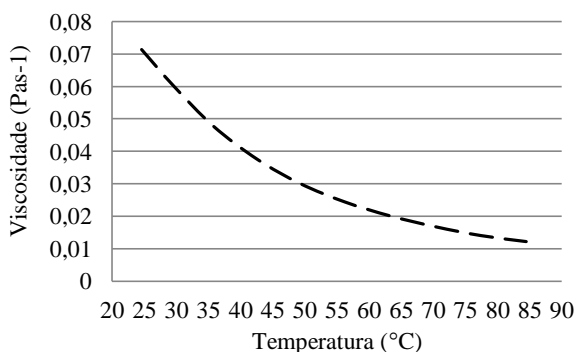


FIGURA 2 - Variação da viscosidade do óleo do grão de abóbora em função da temperatura.

Em função dos resultados experimentais obtidos, foi realizada a simulação matemática a partir das Equações 1 e 2, por meio do uso do software STATISTICA 5.0. Para a Equação 1, a partir da modelagem matemática, chegou-se a valores de $A = 0,1558$ e $B = -0,0324$, e coeficiente de determinação de 99,59%. Dessa forma, perante os resultados obtidos para o caso do óleo dos grãos de abóbora, a viscosidade pode ser determinada pela Equação 4, que analisa o comportamento da viscosidade em função da variação da temperatura.

$$\eta = 0,1558 \times \exp(-0,0324 \times T) \quad (4)$$

Já, para a Equação 2, foi utilizada a Equação 3 para realizar a regressão linear de $\ln \eta$ versus $1/T_{\text{abs}}$, onde o coeficiente angular da reta corresponde numericamente à razão E_a/R e o coeficiente linear corresponde a $\ln \eta_0$ (Figura 3). Para a determinação do modelo, considerou-se a constante universal dos gases ideais (R) igual a $8,314 \times 10^{-3} \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

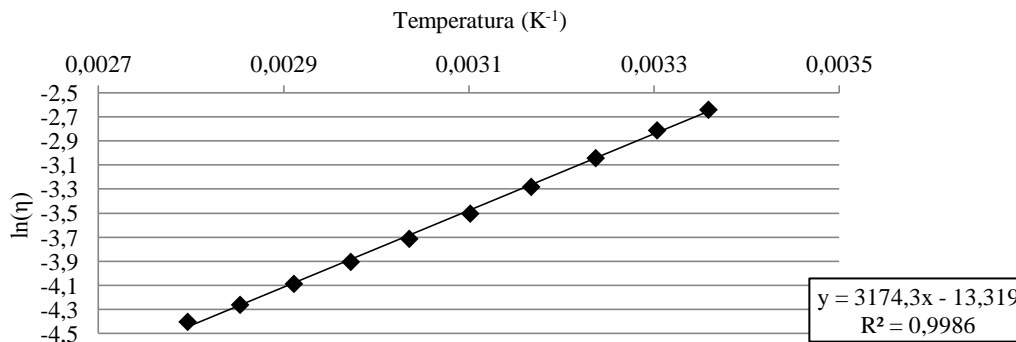


Figura 3 - Regressão linear de $\ln \eta$ versus $1/T_{abs}$.

Dessa forma, a partir do regime matemático, a Equação de 2 pode ser simulada para o caso do óleo do grão de abóbora pela Equação 5, onde a E_a/R equivale a 3174,3K, logo $E_a = 26,39 \text{ kJ. mol}^{-1}$; e $\ln \eta_0$ corresponde a - 13,319 Pa. s^{-1} e $\eta_0 = 1,6430 \times 10^{-6} \text{ Pa s}^{-1}$; e o coeficiente de determinação corresponde a 99,86%. Estes resultados vão de acordo com os resultados obtidos para os óleos de algodão, arroz, canola, girassol, milho, soja e oliva (Canciam, 2010).

$$\eta = 1,6430 \times 10^{-6} \times \exp\left(\frac{26,39}{8,314 \cdot 10^{-3} \times T}\right) \quad (5)$$

Para a determinação dos pontos de névoa e fluidez, após a imersão do frasco de vidro no equipamento, iniciou-se o resfriamento do sistema. Como resultado da observação, verificou-se que na temperatura de 6,5°C há o início do processo de cristalização do óleo do grão da abóbora, ou seja, seu ponto de névoa. Já, a determinação do ponto de fluidez ocorreu no momento em que o óleo não mais fluía, mesmo submetido à inclinação do sistema. Assim, a temperatura verificada do ponto de fluidez do óleo proveniente dos grãos de abóbora foi de -4°C.

CONCLUSÃO

Nas análises do óleo de grãos de abóbora verificou-se que o mesmo se comporta como um fluido newtoniano, sendo a tensão proporcional a taxa de deformação. Já, os resultados obtidos para a viscosidade, e pontos de névoa e fluidez desse óleo foram, respectivamente, de 0,0398 Pa s^{-1} , 6,5 °C e -4,0°C.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - Produtos de petróleo – Determinação do ponto de névoa -ABNT NBR 11346. 2007.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas Produto de petróleo - Determinação do ponto de fluidez ABNT NBR 11349. 2009.
- BRAZ, A. J. L. Produção e caracterização de óleo vegetal e biodiesel de girassol e de pinhão-mansão. Dissertação de mestrado. PGMEC – UFF. Universidade Federal Fluminense. 2011. Disponível em: <<http://www.mec.uff.br/dissertacoes.html>>. Acessado em Março de 2013.
- CANCIAM, C. A.. Efeito da temperatura na viscosidade de óleos vegetais refinados. Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng., Ponta Grossa. 2010.
- CONCEIÇÃO, M. M. et al. Rheological Behavior of Castor Oil Biodiesel. Energy & Fuels: Washington, v.19, n.5, p. 2185-2188, 2005.
- ENCINAR, J. M. et al. Biodiesel Fuels from Vegetable Oils: Transesterification of Cynara cardunculus L. Oils with Ethanol. Energy & Fuels, v. 16, n. 2, p. 443-450, 2002.
- FERGUSON, J.; KEMBLOWSKI, Z. Applied Fluid Rheology. Elsevier Applied Science, London. 1991.
- OLIVEIRA, J. L. Caracterização Físico-Química de Misturas de Combustíveis. 2003.107 f. Dissertação de Mestrado. PGMEC. Universidade Federal Fluminense – Niteroi, 2003
- POTTER, M. C.; WIGGERT, D. C. Mecânica dos fluidos. Tradução da 3ª edição Norte-Americana. São Paulo: Cengage Learning. 2010.
- SANTOS, J. C. O.; SANTOS, I. M. G.; SOUZA, A. G. Effect of heating and cooling on rheological parameters of edible vegetable oils. Journal of Food Engineering, v. 67, n. 4, p. 401-405, 2005.