



DETERMINAÇÃO DE PROPRIEDADES REOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE ÓLEO DE CASCA DE COCO

Roberto Guimarães Pereira

Jorge Luiz de Oliveira

Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia Mecânica

Rua Passos da Pátria, nº 156, CEP 24.210-240, São Domingos, Niterói, RJ, Brasil

Telefone: (0xx21) 2620-7070 – Ramal: 359, 343, 230, 353. e-mail: temrobe@vm.uff.br ou jlo@montreal.com.br

Gilberto A. Romeiro

Carlos A. M. Pinto Filho

Universidade Federal Fluminense – UFF, Departamento de Química Orgânica

Outeiro de São João Batista, s/nº, CEP: 24020-150 – Valonguinho, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil

Cleber C. Costa

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química.

Rua Brigadeiro Trompowsky, s/nº, Centro Tecnológico, Bloco E, sala 209.

CEP 21949-900, Fundão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Telefone: (0xx21) 2562-7537. e-mail: misticus@yahoo.com

Resumo. *O presente trabalho refere-se ao estudo das propriedades reológicas e físico-químicas a partir de amostras do óleo originado da casca de coco. As amostras de óleo da casca de coco foram obtidas através do processo de Conversão à Baixa Temperatura (Low Temperature Conversion - LTC). Nos ensaios reológicos realizados com as amostras em diferentes temperaturas (25, 60 e 90 ° C) foi analisado o comportamento do fluido mediante o cisalhamento (steady shear) do mesmo, obtendo-se desta forma as curvas de escoamento e viscosidade. Através do estudo reológico é possível observar diferença em importantes propriedades com a variação de temperatura, como por exemplo, a viscosidade.*

Palavras-chave: *Reologia; Óleo vegetal; Coco; Conversão a baixa temperatura.*

1. INTRODUÇÃO

O coco, como é popularmente conhecido, é de origem Asiática, de família botânica da “Palmae” e nome científico de Cocos Nucífera. A palmeira floresce o ano todo e de forma mais abundante no verão. O fruto (o coco) tem forma ovóide de coloração verde a amarela, de casca lisa, com tamanho médio de 25 cm de comprimento e 15 cm de diâmetro. Desenvolve-se melhor em terras arenosas de regiões de clima quente, Lorenzi (1992). O fruto tem polpa abundante de até 2 cm de espessura e sua cavidade central contém a conhecida e apreciada “água de coco”.

O óleo de casca de coco utilizado neste estudo foi obtido através de processo de conversão à baixa temperatura (LTC). Este processo de conversão começou a ser desenvolvido na década de 1980 por pesquisadores da Alemanha, Bayer et al (1988). Inicialmente este processo tinha como objetivo reaproveitar lodo residual de Estação de Tratamento de Efluentes urbanos e industriais com potencial de reutilização comercial. No presente momento, grupos de pesquisadores da

Universidade Federal Fluminense vêm utilizando este processo com o objetivo de dar um destino final a diferentes biomassas com reaproveitamento energético.

Este trabalho tem como objetivo a determinação de propriedades reológicas e físico-químicas do óleo de casca de coco obtido por LTC.

Foram realizados testes reológicos de cisalhamento (*steady shear*), obtendo-se as curvas de escoamento e viscosidade (Ferguson, 1991 e Shenoy, 1996) em diferentes temperaturas. Algumas propriedades físicas e químicas foram determinadas com o objetivo de caracterizar o óleo de casca do coco obtido por LTC.

2. EQUIPAMENTOS

Para o procedimento de conversão foi utilizado um reator do tipo batelada consistindo em um forno da marca Heraeus R/O 100, um controlador de temperatura, de tempo e modo de operação, também, da marca Heraeus; um leito fixo constituído de vidro tipo boro-silicato marca Pyrex com juntas esmerilhadas de dimensões 1,40 m de comprimento por 0,07 m de diâmetro, e um sistema de coleta de líquidos consistindo de um condensador e um funil de separação de 500 mL de capacidade.

Os testes reológicos foram todos realizados em um reômetro RS50 conectado a um banho termostático K20-DC5, ambos produzidos pela HAAKE. Devido ao estado de fluidez inicial da amostra foi utilizado um sensor do tipo cilindro concêntrico. Na Tabela (1) relacionam-se as dimensões do sensor utilizado, bem como a quantidade de amostra necessária para realização de cada ensaio com a amostra em estudo.

Tabela 1. Especificação do sensor de geometria cilindro concêntrico (DG-41)

Diâmetro Interno 1	35,500 mm
Diâmetro Interno 2	36,000 mm
Diâmetro Externo 1	42,800 mm
Diâmetro Externo 2	43,400 mm
Volume da Amostra	6,3 cm ³

Para a determinação do poder calorífico utilizou-se bomba calorimétrica com atmosfera de oxigênio. Através de combustão da amostra (com peso conhecido) utilizando-se corrente elétrica, a energia liberada é detectada medindo-se o aumento de temperatura da bomba e da aparelhagem em redor.

3. AMOSTRA

O óleo da casca de coco utilizado neste estudo foi obtido através de processo de conversão à baixa temperatura (LTC), Bayer (1988), sob as seguintes condições: (1) temperatura de 380°C; (2) atmosfera inerte (N₂); (3) vazão de 90 bolhas/min; (4) tempo de operação de 180 min e (5) à pressão atmosférica.

Resultam quatro fases da conversão da casca de coco por LTC, que são: aquosa; gasosa; sólida e orgânica (óleo), nas proporções conforme mostrado na Tab. (2). No processo de (LTC) aplicado à casca de coco foi obtido o óleo numa média de 31,96% por conversão.

Tabela 2. Dados percentuais dos produtos obtidos por LTC da casca coco a T = 380 °C

PRODUTOS	%	PRODUTOS	%
Água	12,61	Carvão	37,27
Gás	18,15	Óleo	31,96

Foram utilizadas nos estudos reológicos amostras de óleo bruto, ou seja, sem refino.

4. TESTE DE CISALHAMENTO

O teste de cisalhamento consiste em impor à amostra de fluido um determinado valor de tensão (método de tensão controlada – CS) ou de deformação (método de deformação controlado – CR) obtendo-se como resposta, respectivamente, um valor de deformação ou de tensão. Obtém-se, então, a curva de escoamento do material, relacionando a tensão com taxa de deformação (Bird, 1987; Mano, 1999 e Shenoy, 1996).

5. RESULTADOS

Sabe-se que nem todos os fluidos têm a mesma relação entre tensões de cisalhamento e taxa de deformação (Bird, 1987; Ferguson, 1991; Mano, 1999 e Shenoy, 1996). Se, na ausência de efeitos elásticos, a tensão é sempre diretamente proporcional à taxa de deformação, o fluido é chamado de *Newtoniano*; se o fluido não apresenta linearidade entre tensão de cisalhamento e taxa de deformação é chamado *não-Newtoniano*. A constante de proporcionalidade que aparece nos fluidos newtonianos é chamada de *viscosidade dinâmica* ou *absoluta* (h).

$$h = \frac{t}{\dot{g}} \quad (1)$$

Sendo na Eq. (1): (h) a viscosidade dinâmica; (t) a tensão de cisalhamento, e (\dot{g}) a taxa de deformação.

Para os fluidos não-newtonianos, tem-se a chamada *viscosidade dinâmica aparente* (h_{ap}), que será a medida de inclinação da curva *Tensão de Cisalhamento X Taxa de Deformação*. Percebe-se que nos fluidos Newtonianos, a viscosidade dinâmica aparente é igual à viscosidade dinâmica ($h = h_{ap}$).

A Figura (1) mostra o gráfico de curvas de escoamento para alguns tipos de fluidos.

Tipo interessante de comportamento é o do plástico de *Bingham* ou ideal, letra (A) da Fig. (1), (Bird, 1987 e Shenoy, 1996), que ora se comporta como sólido, ora como fluido. Ele pode resistir, sem escoar, até um valor determinado da tensão de cisalhamento (comporta-se, portanto, como sólido), porém, ao ser ultrapassado este valor finito de tensão (tensão de escoamento), o material escoar normalmente, como um fluido Newtoniano.

Para os fluidos *pseudoplásticos* ou não dilatantes, letra (B) da Fig. (1), quanto maior a taxa de cisalhamento imposta, menor será a viscosidade dinâmica aparente. São exemplos de pseudoplásticos muitas soluções coloidais e soluções de polímeros.

Para os fluidos *dilatantes*, letra (C) da Fig. (1) quanto maior for a taxa de cisalhamento, maior será o valor da viscosidade dinâmica aparente do fluido. Um exemplo deste tipo de fluido é a areia movediça: é necessário um esforço cada vez maior para remover um objeto preso nela.

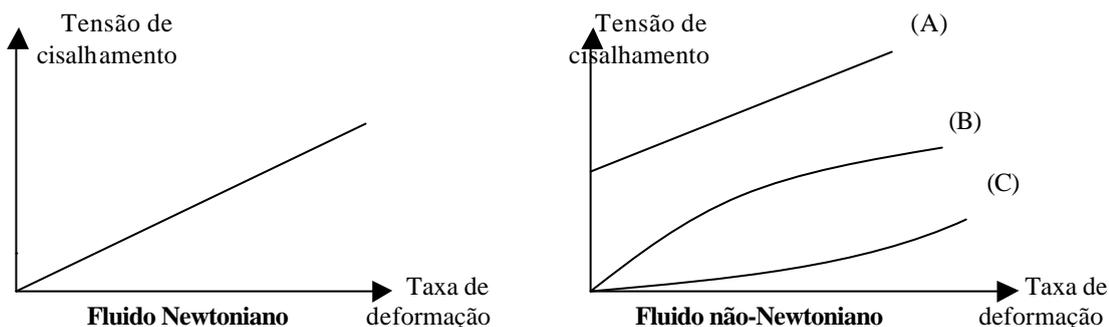


Figura 1. Gráfico de curvas de escoamento.

O óleo de casca de coco analisado apresenta em todas as temperaturas ensaiadas, inicialmente comportamento não-Newtoniano (pseudoplástico), sendo que depois de determinado valor da taxa de deformação passa a apresentar comportamento Newtoniano, conforme Fig. (2).

Investigou-se a viscosidade do óleo de casca de coco nas temperaturas de 25 e 90 °C, que correspondem às temperaturas ambiente e de operação de motores, respectivamente, tendo em vista uma possível aplicação deste óleo como combustível.

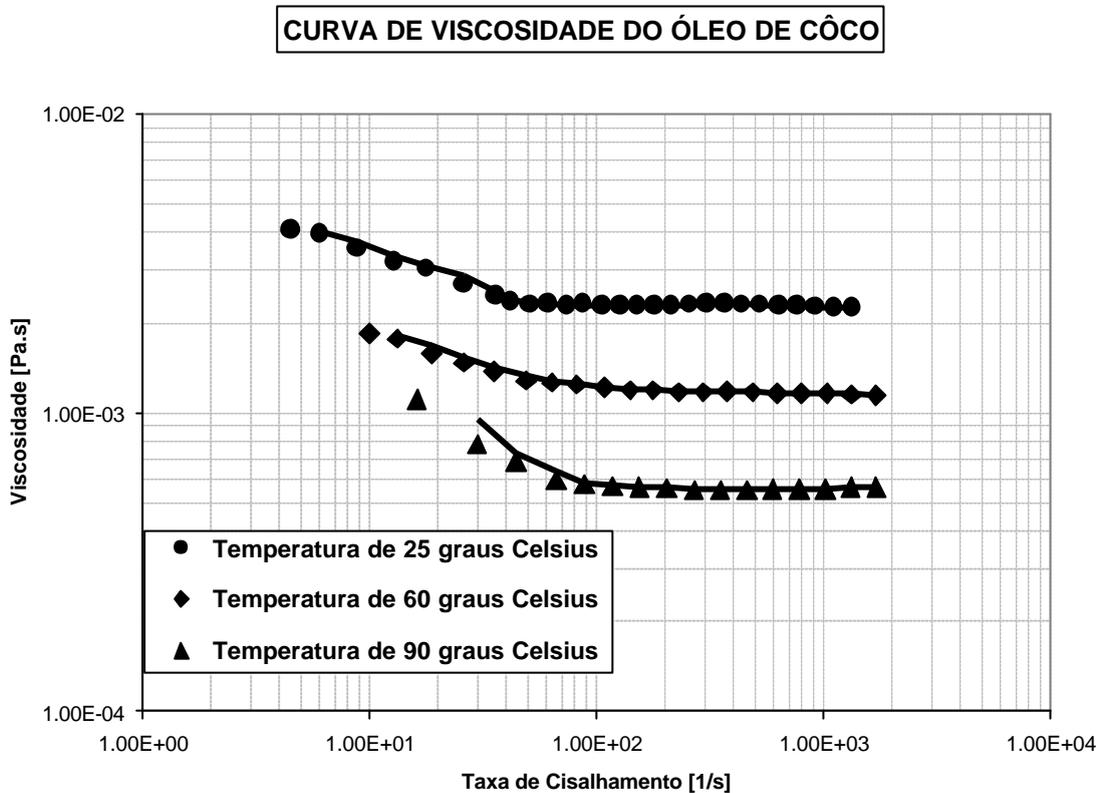


Figura 2. Curvas de viscosidade do óleo de casca de coco.

A Tabela 3 mostra os valores de poder calorífico superior (PCS) para as amostras de óleo e carvão produzidos por LTC e também da matéria-prima (casca de coco seca).

Tabela 3 – PCS do óleo e do carvão produzidos por LTC e da casca de coco seca.

Amostra	Poder Calorífico (J/g)
Óleo LTC	5.341
Casca de coco seca	16.665
Carvão LTC	27.552

6. CONCLUSÃO

A caracterização reológica do material foi fator de grande importância para o estudo e avaliação do óleo de casca de coco obtido por LTC. Através desta caracterização pôde-se confirmar que o aumento de temperatura diminui a viscosidade do óleo em estudo, conforme Fig. (2), nas várias taxas de cisalhamento ensaiadas.

Por meio da caracterização reológica do fluido em estudo verificou-se, ainda, a similaridade de comportamento do mesmo quando submetido à tensão cisalhante em diferentes temperaturas, ou seja, as três curvas são semelhantes. Este é um fator muito importante pois demonstra que o óleo de

casca de coco mantém suas características tanto em alta temperatura (90 °C) quanto em temperatura ambiente (25 °C).

O óleo de casca de coco produzido por LTC apresentou poder calorífico superior igual a 5.341 (J/g); aproximadamente metade do conteúdo energético do óleo diesel comum, 10.600 (J/g). Porém, as análises até o presente momento são bastante preliminares para indicar este óleo como um bom combustível ou não. Já o carvão resultante do processo apresentou elevado poder calorífico superior (27.552 J/g), muito acima do carvão vegetal de 1ª qualidade (7.500 J/g), o que indica o uso deste carvão como combustível.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho agradecem a CAPES, ao CNPq e a FAPERJ pelo apoio financeiro prestado.

8. REFERÊNCIAS

- Bayer, E. and Kutubuddin, M., 1988, "Research in Thermochemical Biomass Conversion Thermocatalytic Conversion of Lipid-Rich biomass to oleochemicals and fuel. Conference on search in thermo chemical biomass conversion – Phoenix – Arizona.
- Bird, R. B., Armstrong R. C. and Hassager, O., 1987, "Dynamics of Polimeric Liquids", John Wiley, New York.
- Ferguson, J. and Kemplowski, Z., 1991, "Applied Fluid Rheology", University Press, Cambridge, pp. 9-25 e 146-151.
- Lorenzi, H., 1992, "Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil", Ed. Plantarum, Nova Odessa, SP, Brasil, pp. 277.
- Mano, E. B. e Mendes, L. C., 1999, "Introdução a Polímeros", Ed. Edgard Blucher, São Paulo, Brasil, pp. 58-64.
- Shenoy, A. V. and Saini, D.R., 1996, "Thermoplastic elt rheology and processing", Ed. Marcel Dekker, pp. 64-69.

RHEOLOGICAL AND PHYSICAL-CHEMISTRY CHARACTERIZATION OF COCONUT PEEL OIL

Roberto Guimarães Pereira

Jorge Luiz de Oliveira

Fluminense Federal University, Mechanical Engineering Department

Rua Passos da Pátria, nº 156, CEP 24210-240, São Domingos, Niterói, RJ, Brazil.

Phone: +55 (021) 2620-7070 – extension line: 359, 343, 230. e-mail: temrobe@vm.uff.br or jlo@montreal.com.br

Gilberto A. Romeiro

Carlos A. M. Pinto Filho

Fluminense Federal University, Organic Chemistry Department

Outeiro de São João Batista, s/nº, CEP: 24020-150 – Valonguinho, Niterói, Rio de Janeiro, Brazil

Cleber Couto da Costa

Rio de Janeiro Federal University, Chemical School.

Rua Brigadeiro Trompowsky, s/nº, Centro Tecnológico, Bloco E, sala 209.

CEP 21949-900, Fundão, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.

Phone: +55 (021) 2562-7537.e-mail: misticus@yahoo.com

Abstract. *The present work reports the study of rheological and physical-chemistries properties of coconut peel oil samples. The samples were obtained by Low Temperature Conversion process (LTC). The rheological behavior tests performed with samples at different temperatures (25, 60,*

90°C) were analyzed to verify the shear fluid behavior (steady shear). After collecting the data a viscosity and flow curve were constructed. The rheological study allows us to observe some variations, for example, at the viscosity when the temperature is changed.

Keywords. *Rheology; Vegetal oil; Coconut; Low temperature conversion (LTC)*