

Análise físico-química do óleo de licuri (*Syagrus Coronata*) in-natura e transesterificado
Physicochemical analysis of in-natura and transesterified licuri (*Syagrus Coronata*) oil
Análisis físico-químico del aceite de licuri (*Syagrus Coronata*) in-natura y transesterificado

Recebido: 19/06/2020 | Revisado: 02/07/2020 | Aceito: 04/07/2020 | Publicado: 16/07/2020

Luanda Kívia de Oliveira Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0801-2319>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Brasil

E-mail: luandakivia@ifba.edu.br

José Ubiragi de Lima Mendes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0448-3073>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: ubiragi@ct.ufrn.br

Djane Santiago de Jesus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0363-9913>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Brasil

E-mail: djane@ifba.edu.br

Resumo

Os óleos vegetais possuem elevada taxa oxidativa que influencia nas propriedades reológicas e principalmente eleva a acidez. Porém o óleo de licuri (*Syagrus Coronata*) possui uma alta quantidade de ácidos graxos saturados e boa estabilidade a oxidação. Por isso este artigo tem por objetivo analisar as propriedades físico-químicas do óleo extraído do licuri considerado impróprio para consumo humano, in natura e transesterificado. Para isso foi feita uma pesquisa laboratorial. O ensaio de massa específica foi feito pelo método do picnômetro. A viscosidade e a tensão de cisalhamento em um reômetro, enquanto que condutividade térmica foi feita em um analisador térmico do tipo sonda. O índice de acidez foi realizado pelo método de titulação ácido/base. A transesterificação foi pela rota básica. Os resultados do óleo in natura foram compatíveis com outros óleos encontrados da literatura. A transesterificação influenciou principalmente na acidez e no perfil reológico. Conclui-se que os resultados

foram favoráveis e que o óleo de licuri pode ser utilizado em diferentes setores da indústria com potencial para utilização como óleo base para biolubrificantes.

Palavras-chave: Óleo de licuri; Físico-química; In natura; Transesterificado.

Abstract

Vegetable oils have a high oxidative rate that influences rheological properties and mainly increases acidity. However, licuri oil (*Syagrus Coronata*) has a high amount of saturated fatty acids and good oxidation stability. Therefore, this article aims to analyze the physical and chemical properties of oil extracted from licuri considered unsuitable for human consumption, in natura and transesterified. For this, laboratory research was carried. The specific mass test was performed using the pycnometer method. The viscosity and shear stress in a rheometer, while thermal conductivity was done in a probe-type thermal analyzer. The acidity index was performed using the acid / base titration method. The transesterification was by the basic route. The results of the oil in natura were compatible with other oils found in the literature. Transesterification influenced mainly acidity and rheological profile. It is concluded that the results were favorable and that the licuri oil can be used in different sectors of the industry with potential for use as base oil for biolubricants.

Keywords: Licuri oil; Physicochemical; In natura; Transesterified.

Resumen

Los aceites vegetales tienen una alta tasa de oxidación que influye en las propiedades reológicas y aumenta principalmente la acidez. Sin embargo, el aceite de licuri (*Syagrus Coronata*) tiene una alta cantidad de ácidos grasos saturados y buena estabilidad a la oxidación. Por lo tanto, este artículo tiene como objetivo analizar las propiedades fisicoquímicas del aceite extraído de licuri considerado inadecuado para el consumo humano, in natura y transesterificado. Para esto, se llevó a cabo una investigación de laboratorio. La prueba de masa específica se realizó utilizando el método de picnómetro. La viscosidad y el esfuerzo cortante en un reómetro, mientras que la conductividad térmica se realizó en un analizador térmico de tipo sonda. El índice de acidez se realizó utilizando el método de valoración ácido / base. La transesterificación se realizó por la ruta básica. Los resultados del aceite in natura fueron compatibles con otros aceites encontrados en la literatura. La transesterificación influyó principalmente en la acidez y el perfil reológico. Se concluye que los resultados fueron favorables y que el aceite de licuri se puede usar en diferentes sectores de la industria con potencial para su uso como aceite base para biolubrificantes.

Palabras clave: Aceite de licuri; Fisicoquímico; In natura; Transesterificado.

1. Introdução

Os óleos vegetais possuem vasta aplicação, porém ainda há predominância na preparação de alimentos (Hashempour-Baltork et al., 2016). Otunola et al., (2009) avaliaram as propriedades físico-química de cinco tipos distintos de óleo vegetais para aplicação na área de alimentos. Mas a aplicação dos óleos vegetais está ganhando força, também, na área de cosméticos, lubrificantes e combustíveis, como alternativa aos produtos derivados do petróleo, uma vez que os óleos de origem mineral ou mesmo os sintéticos são tóxicos e causam impacto ao meio ambiente.

O problema da aplicação industrial dos óleos vegetais é seu alto poder oxidativo. A oxidação dos óleos vegetais altera as suas propriedades físico-química tornando o produto instável. O óleo de castanha de caju possui cardanol que é um anti-oxidante natural utilizado como aditivo nos lubrificantes convencionais, por isso (Rodrigues & Mendes, 2011) avaliaram as propriedades físico-químicas do óleo de castanha e caju para aplicação como lubrificantes enquanto que Cavalcanti et al., (2012) avaliaram as propriedades tribológicas, Apesar do anti-oxidante natural é complicado utilizar o óleo de castanha de caju como lubrificante pois o PH básico é elevado e faz com que ataque as superfícies induzindo um desgaste químico.

Uma alternativa para redução da oxidação tem sido o processo de transesterificação, onde a molécula é separada em éster e glicerol e então esse é descartado. A transesterificação pode ser realizada por diferentes métodos, como a rota básica utilizada por Rodrigues (2013) para o óleo de soja, a rota ácida utilizada por Iha et al., (2014) para o óleo de licuri ou mesmo a transesterificação por enzimas utilizada por Keng et al., (2009) para o óleo de palma. Além disso óleos vegetais com ácidos graxos saturados possuem uma baixa taxa oxidativa.

No semi-árido baiano há um coco, conhecido como Licuri utilizado na produção de bolos, doces e principalmente em azeites, pois possui 54% de óleo (Pinto et al., 2012). Com o nome científico *Syagrus Coronata*, o seu óleo é composto por 72,3 % de ácidos graxos saturado (Bessa et al., 2016) e apresenta estabilidade a oxidação (Iha et al., 2014). Por isso o óleo de Licuri é uma alternativa para aplicação em diversos setores da indústria.

Portanto este trabalho tem como objetivo analisar as propriedades físico-químicas do óleo de licuri in natura e transesterificado extraído de frutos considerados impróprios para a indústria de alimentos.

2. Metodologia

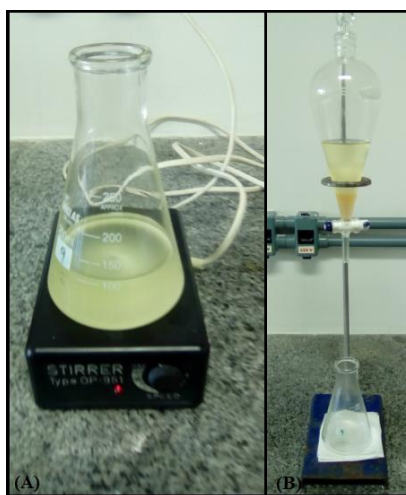
Neste tópico serão descritos os materiais e métodos utilizados no processo de elaboração deste artigo. Como todos os dados coletados foram gerados a partir de experimentos controlados, pode-se dizer que este trabalho trata-se de uma pesquisa laboratorial (Pereira et al., 2018). A natureza dos dados gerados como resultado dos experimentos é quantitativa, porém a análise e discussão é quali-quantitativa. Para execução do trabalho as atividades foram divididas em duas etapas: aquisição do óleo e ensaios.

Aquisição do óleo

Como o óleo de licuri é utilizado na produção de alimentos, para não concorrer com a indústria alimentícia foi utilizado o óleo extraído de frutos considerados impróprios para o consumo humano, conhecido como licuri de gado. O licuri foi coletado e o óleo prensado a frio pela COOPERLIC – Cooperativa de colhedores e beneficiadores de licuri e separado em recipientes herméticos a fim de reduzir o contato do óleo com o ar atmosférico durante o período de ensaios e assim reduzir a oxidação e conseqüentemente o comprometimento das análises.

A transesterificação foi realizada por rota básica com solução dióxido de potássio (KOH) como catalisador, para cada 10g de óleo, usar 2,8 ml de metanol e 1% de KOH m/m. A Figura 1 mostra as imagens das etapas da mistura reacional e a separação da glicerina do óleo transesterificado.

Figura 1: Mistura reacional (A) e processo de separação das fases (B).



Fonte: Autoria própria (2020).

A Figura 1 (A) mostra a reação da mistura no agitador magnético. A reação gera o óleo transesterificado e a glicerina como subproduto, a Fig. (B) mostra o processo de separação das fases. Como a glicerina é mais densa do que o óleo transesterificado, quando decantada, apresenta-se na fase inferior do funil separador. As etapas de reação, separação de fase e lavagem foram realizadas segundo os procedimentos descrito por Barboza et al. (2012).

Ensaio físico-químico

Os ensaios físico-químicos realizados foram os de massa específica, índice de acidez, viscosidade e condutividade térmica. A massa específica foi realizada pelo método do picnometro. Este método consiste em aplicar a equação de massa específica, onde a massa do fluido é pesada em uma vidraria padrão conhecida como picnometro, e dividida pelo volume ocupado. O picnometro foi calibrado para determinar o volume exato, já que o ensaio foi realizado em laboratório com temperatura de climatização controlada em 24°C, essa foi a temperatura considerada para a massa específica da água para calibração. Encontrou-se um valor de volume igual a 25,4462 ml. Após calibração foi pesado o fluido in natura e transesterificado, a Figura 2 mostra a imagem da pesagem do óleo transesterificado.

Figura 2: Pesagem do óleo transesterificado para determinação da massa específica pelo método do picnometro.



Fonte: Autoria própria (2020).

As propriedades reológicas, tensão de cisalhamento e viscosidade dinâmica foram realizadas com apoio do Laboratório de Pesquisa em Petróleo (LAPET) da UFRN. Para tal foi utilizado um reômetro da marca Haake Mars, modelo Thermo Fisher Scientific. A ensaio de condutividade térmica foi realizado utilizando o analisador Decagon Devices, modelo KD2-Pro, apresentado na Figura 3.

Figura 3: Análise térmica do óleo.



Fonte: Autoria própria (2020).

O Índice de Acidez (IA) foi determinado através do método da titulação ácido/base onde uma mistura de éter etílico e etanol, na proporção volumétrica 2:1, respectivamente, foi utilizada para solubilizar a amostra de óleo. O titulante foi uma solução padrão de hidróxido de potássio, concentração 0,1 M e 2 gotas de solução alcoólica fenolftaleína como indicador ácido/base. O índice de acidez foi calculado com base na Equação 1. Onde A representa o volume de KOH utilizado para titular a amostra de óleo, B o volume do ensaio em branco, N a normalidade do KOH e W a massa da amostra.

$$IA = \frac{(A-B) \cdot N \cdot 56,1}{W} \quad (1)$$

3. Resultados e Discussão

Os resultados dos ensaios físico-químicos realizados durante esta pesquisa do óleo in natura estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultado dos ensaios realizados no óleo in natura.

Ensaio	Média	Desvio Padrão
Massa específica (g/ml)	0,9200	0,0009
Condutividade Térmica (W/mK)	0,152	0,001
Índice de Acidez (mgKOH/g _{óleo})	2,4695	0,0265

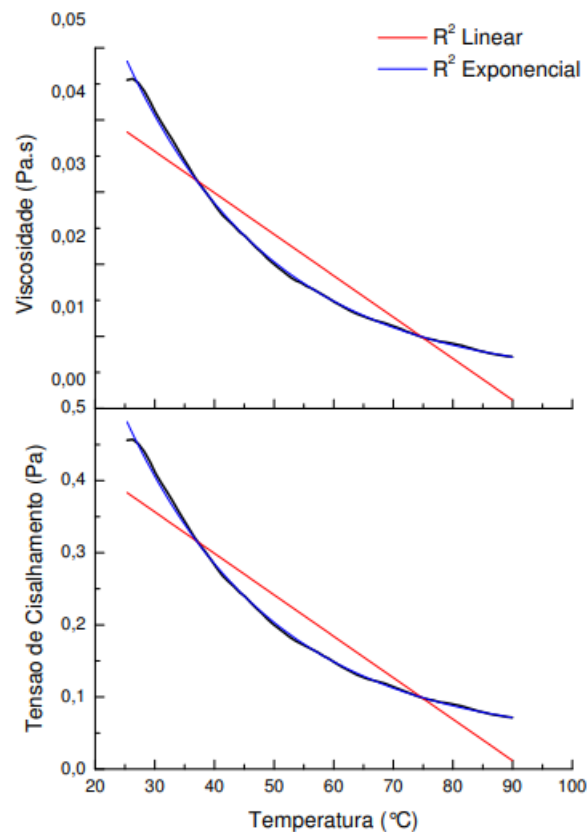
Fonte: Autoria própria (2020).

Iha et al (2014) avaliaram as propriedades físico-químicas do óleo de licuri e de macaúba, nas condições in natura e transesterificado. Para condição in natura, eles encontraram o valor de 1,5 mgKOH/g_{óleo} para o óleo de licuri e 112 mgKOH/g_{óleo} para o de macaúba. Os autores associaram esta diferença ao elevado teor de ácidos graxos livres que pode estar relacionado à origem do fruto, diferentes graus de maturação e formas de armazenamento. Rodrigues (2018) apresentou um valor para o óleo de licuri natural de aproximadamente 3,7 mgKOH/g_{óleo}. Para o óleo extraído da carnaúba, outro coco encontrado no semiárido brasileiro, Cavalcanti (2014) encontrou valor igual a 0,3723 mgKOH/g_{óleo}. Cavalcanti (2018) avaliou o índice de acidez do óleo de carnaúba com relação ao tempo de permanência no solo e estado do fruto e verificou um aumento com o tempo e estado de degradação da casca do coco, e variaram entre 0,1543 e 5,6801 mgKOH/g_{óleo}. Sendo assim o índice de acidez apresentada na Tabela 1 esta de acordo com valores encontrados na literatura.

O valor de massa específica está coerente quando relacionado com os valores apresentados por (Iha et al., 2014), (Otunola et al., 2009) e (Teixeira da Silva de La Salles et al., 2010). A condutividade térmica é uma propriedade pouco avaliada por isso é difícil encontrar referências bibliográficas, mas é uma análise importante para várias aplicações de engenharia onde haja processo de transferência de calor. (Brock et al., 2008) avaliaram a condutividade térmica de oito tipos diferentes de óleo, com seis nível de temperatura. A maioria dos valores apresentados estão na mesma faixa e não há grandes variações, com exceção para o óleo de soja que apresentou o maior valor e maior variação, com valor igual a 0,18 W/mK para temperatura mínima e 0,16 W/mK para temperatura máxima do ensaio.

A viscosidade dinâmica e tensão de cisalhamento são propriedades reológicas que ajudam a compreender o perfil de comportamento dos fluidos sobre ação de uma força cisalhante e da temperatura. A Figura 4 mostra o comportamento reológico do óleo in natura.

Figura 4: Reologia do óleo in natura.



Fonte: Autoria própria (2020).

Foi adicionado aos gráficos de viscosidade e tensão de cisalhamento, apresentados na Figura 4, linhas de tendência para avaliar o perfil do comportamento. Os perfis de comportamento para as duas propriedades foram similares havendo apenas uma diferença em ordem de grandeza. Isso mostra que a viscosidade e a tensão de cisalhamento são proporcionais, o que é coerente com a literatura, pois a linha de tendência linear não apresenta bom ajuste, o R^2 foi de 0,89721 para a viscosidade e 0,89744 para tensão de cisalhamento. Já as linhas de tendência exponencial apresentaram melhor ajuste com R^2 foi de 0,99857 para a viscosidade e 0,99862 para tensão de cisalhamento, sendo assim o óleo de licuri in natura apresenta comportamento exponencial. Comparando com a viscosidade dinâmica de outros óleos vegetais, a 30°C, o óleo de licuri apresenta os mesmos valores do óleo de soja e de milho na ordem de 41 mPa.s. Já quando compara a 70°C o licuri apresenta um valor 10% inferior às oleogênicas citadas, que possuem viscosidade na faixa de 12,6 mPa.s (Brock et al., 2008).

Em (Iha et al., 2014) foram utilizados métodos de transesterificação distintos mas ambos por rota ácida, diferente desta pesquisa optou pela rota básica, pois apesar de gerar mais efluentes, ainda é o processo de menor custo por ter menor tempo e utiliza reagentes

mais simples e com. Independe da rota o resultado final é um óleo transesterificado que podem servir de padrão para as pesquisa da área. A Tabela 2 apresenta os resultados do óleo de licuri transesterificado nesta pesquisa.

Tabela 2: Resultado dos ensaios realizados no óleo transesterificado.

Ensaio	Média	Desvio Padrão
Massa específica (g/ml)	0,8830	0,0017
Condutividade Térmica (W/mK)	0,1480	0,001
Índice de Acidez (mgKOH/g _{óleo})	0,640	0,198

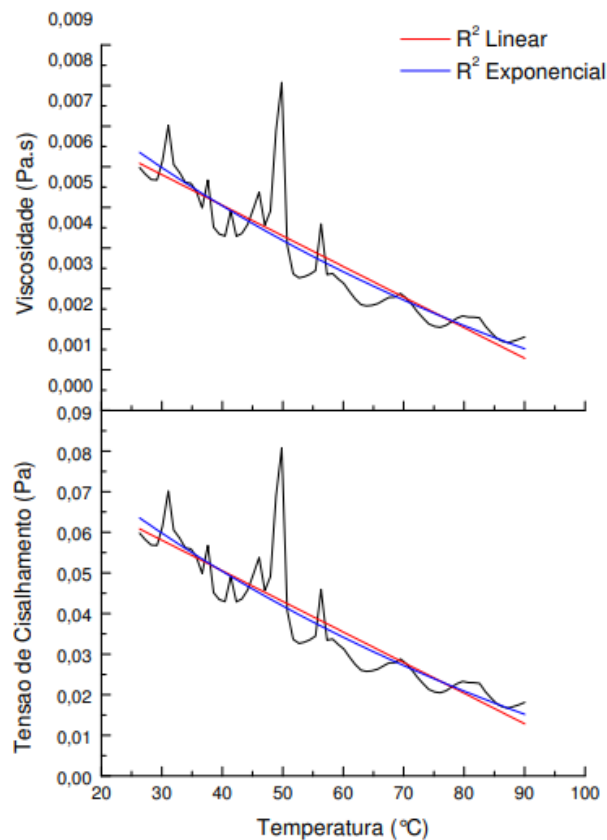
Fonte: Aatoria própria (2020).

Para o óleo de licuri transesterificado Iha et al (2014) encontrou o valor de 2,1 mgKOH/g_{óleo} e >0,5mgKOH/g_{óleo} para óleo de macaúba. O aumento de acidez no óleo licuri quando comparado ao seu valor in natura, pode ser devido ao catalisador ácido utilizado no processo de transesterificação, embora o autor reforçou a pureza maior que 99%. Rodrigues (2018) apresentou valor para o óleo de licuri transesterificado por rota básica de aproximadamente 0,69 mgKOH/g_{óleo}. O óleo de soja transesterificado apresentou valores próximos e 0,286 e 0,409 para cada amostra analisada por Rodrigues (2013). Para Otunola et al., (2009) valores aceitáveis para área de alimentos são variando entre 0,5 e 1,55mgKOH/g_{óleo}. Valores de acidez inferiores a 0,5 mgKOH/g_{óleo} são parâmetros da Agência Nacional do Petróleo.

O valor de massa específica está coerente quando relacionado aos valores apresentados por (Iha et al., 2014) e (Teixeira da Silva de La Salles et al., 2010) e, em todos os casos, houveram redução de massa específica quando comparado ao óleo natural, uma vez que a transesterificação retira do glicerídeo do óleo. A condutividade térmica é uma propriedade que está relacionada aos arranjos moleculares, como foi retirada glicerina, o fluido sofreu uma redução na massa específica e conseqüentemente uma redução na condutividade térmica, porém a redução não é significativa.

A redução da massa específica impacta também na viscosidade do fluido. A Figura 5 mostra o comportamento reológico do óleo transesterificado.

Figura 5: Reologia do óleo transesterificado.



Fonte: Autoria própria (2020).

Assim como no óleo in natura, foi adicionado aos gráficos de viscosidade e tensão de cisalhamento linhas de tendência para avaliar o perfil do comportamento. Como o perfil de comportamento para as duas propriedades são similares, e apresentam as mesmas irregularidades. A linha de tendência linear não apresenta bom ajuste, o R^2 foi de 0,7982 para a viscosidade e 0,798 para tensão de cisalhamento. Já as linhas de tendência exponencial apresentaram melhor ajuste com R^2 foi de 0,80172 para a viscosidade e 0,80198 para tensão de cisalhamento, sendo assim o óleo de licuri transesterificado apresentou comportamento mais próximo do exponencial. No entanto houve uma redução do ajuste a linha de tendência devido os eventos irregulares que gerou pontos fora da curva.

4. Considerações Finais

Para a massa específica o óleo de licuri, in natura e transesterificado, apresentou resultados compatíveis com óleo extraídos de outras oleaginosas. O índice de acidez divergiu dos dados encontrados na literatura para o licuri, assim como para outros tipos de óleo

vegetal. Porém a variação da acidez em um óleo in natura pode está relacionado com o tempo que o fruto ficou exposto as intempéries no solo ou mesmo se ele foi colhido direto da árvore, no caso do licuri direto da palmeira. Já no óleo transesterificado divergências podem está relacionadas com o tipo de processo químico utilizado, mas o método de transesterificação utilizado neste artigo reduziu o índice de acidez em 74%.

Verificou-se que não há resultados suficientes na literatura sobre condutividade térmica de óleos vegetais. A partir dos dados deste trabalho, pode-se afirma que a transesterificação teve pouca influência sobre a condutividade térmica com redução de apenas 2,6%. No entanto sobre a viscosidade houve uma redução na ordem de dez vezes além de causar ruídos no perfil reológico.

Sendo assim conclui-se que os resultados das análises físico-químicas realizadas foram satisfatórios, principalmente pelo fato do óleo de licuri analisado ter sido extraído de frutos considerados impróprios para o consumo humano. Isso mostra o potencial de aproveitamento de um material que seria descartado pela indústria de alimentos, mas que poder ser utilizado na indústria de cosméticos, biocombustíveis e principalmente como biolubrificantes, pois a transesterificação reduziu a acidez o que evita ataque químico as peças lubrificadas, a baixa viscosidade é ideal para sistemas mecânicos que necessitam de baixo atrito fluido e a condutividade térmica auxilia na dissipação do calor.

Como sugestão de trabalhos futuros, poderia realizar uma análise comparativa com óleo da indústria dos cosméticos e/ou lubrificantes, assim como submeter o óleo de licuri a ensaios específicos de cada uma destas áreas.

Referências

Barboza, G. P. G., Montenegro, N. O. S., Santos, N. P. de A., Meireles, A. R. B., Almeida, C. H. S., & Jesus, D. S. (2012). Síntese do biodiesel a partir do óleo de licuri. *Anais Eletrônicos. VII Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica*. Acesso em 15 jun 2020. Disponível em: [http://prop.ipto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/4504/1352#:~:text=Para%20a%20s%C3%ADntese%20do%20biodiesel,biodiesel%20a%20partir%20desse%20%C3%B3leo.&text=Para%20descobrir%20qual%20fase%20consistia,hexano%20\(%C3%A9ter%20de%20petr%C3%B3leo\)](http://prop.ipto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/4504/1352#:~:text=Para%20a%20s%C3%ADntese%20do%20biodiesel,biodiesel%20a%20partir%20desse%20%C3%B3leo.&text=Para%20descobrir%20qual%20fase%20consistia,hexano%20(%C3%A9ter%20de%20petr%C3%B3leo)).

Bessa, C. M. A. S., Nascimento, R. S. do, Alves, R. C. C., Anselmo, J. M., Silva, A. P. S. da, Silva, A. G. da, Lima, V. L. de M., Tavares, J. F., Silva, L. C. N. da, Silva, M. V. da, &

Correia, M. T. dos S. (2016). Syagrus coronata seed oils have antimicrobial action against multidrug-resistant Staphylococcus aureus. *Journal of Medicinal Plants Research*, 10(23), 310–317.

Brock, J., Nogueira, M. R., Zakrzewski, C., Corazza, F. de C., Corazza, M. L., & Oliveira, J. V. de. (2008). Experimental measurements of viscosity and thermal conductivity of vegetable oils. *Food Science and Technology*, 28(3), 564–570.

Cavalcanti, S. L. de L. (2014). *Caracterização do óleo de carnaúba para uso como biolubrificante* [Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica]. UFRN.

Cavalcanti, S. L. de L. (2018). *Desenvolvimento e caracterização de biolubrificante a partir do óleo de carnaúba aditivado com micropartículas e nanopartículas de grafite* [Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica]. UFRN.

Cavalcanti, S. L. de L., Mendes, J. U. L., Rodrigues, L. K. de O., Ribeiro, F. A., & Lima, R. de S. (2012). Análise de desempenho do óleo da castanha de caju como lubrificante. *Anais... VII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica*, São Luis - MA.

Hashempour-Baltork, F., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., & Savage, G. P. (2016). Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 52–58.

Iha, O. K., Alves, F. C. S. C., Suarez, P. A. Z., de Oliveira, M. B. F., Meneghetti, S. M. P., Santos, B. P. T., & Soletti, J. I. (2014). Physicochemical properties of Syagrus coronata and Acrocomia aculeata oils for biofuel production. *Industrial Crops and Products*, 62, 318–322.

Keng, P. S., Basri, M., Zakaria, M. R. S., Rahman, M. B. A., Ariff, A. B., Rahman, R. N. Z. A., & Salleh, A. B. (2009). Newly synthesized palm esters for cosmetics industry. *Industrial Crops and Products*, 29(1), 37–44.

Barboza, G. P. G., Montenegro, N. O. da S., Santos, N. P. de A., Meireles, A. R. B., Almeida, C. H. S., & Jesus, D. S. (2012). Síntese do biodiesel a partir do óleo de licuri. *Anais Eletrônicos. VII Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação*

Tecnológica. Acesso em 15 jun 2020. Disponível em: [http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/4504/1352#:~:text=Para%20a%20s%C3%ADntese%20do%20biodiesel,biodiesel%20a%20partir%20desse%20%C3%B3leo.&text=Para%20descobrir%20qual%20fase%20consistia,hexano%20\(%C3%A9ter%20de%20petr%C3%B3leo\)](http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/4504/1352#:~:text=Para%20a%20s%C3%ADntese%20do%20biodiesel,biodiesel%20a%20partir%20desse%20%C3%B3leo.&text=Para%20descobrir%20qual%20fase%20consistia,hexano%20(%C3%A9ter%20de%20petr%C3%B3leo))

Bessa, C. M. A. da S., Nascimento, R. S. do, Alves, R. C. C., Anselmo, J. M., Silva, A. P. S. da, Silva, A. G. da, Lima, V. L. de M., Tavares, J. F., Silva, L. C. N. da, Silva, M. V. da, & Correia, M. T. dos S. (2016). Syagrus coronata seed oils have antimicrobial action against multidrug-resistant Staphylococcus aureus. *Journal of Medicinal Plants Research*, 10(23), 310–317.

Brock, J., Nogueira, M. R., Zakrzewski, C., Corazza, F. de C., Corazza, M. L., & Oliveira, J. V. de. (2008). Experimental measurements of viscosity and thermal conductivity of vegetable oils. *Food Science and Technology*, 28(3), 564–570.

Cavalcanti, S. L. de L. (2014). *Caracterização do óleo de carnaúba para uso como biolubrificante* [Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica]. UFRN.

Cavalcanti, S. L. de L. (2018). *Desenvolvimento e caracterização de biolubrificante a partir do óleo de carnaúba aditivado com micropartículas e nanopartículas de grafite* [Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica]. UFRN.

Cavalcanti, S. L. de L., Mendes, J. U. L., Rodrigues, L. K. de O., Ribeiro, F. A., & Lima, R. de S. (2012). Análise de desempenho do óleo da castanha de caju como lubrificante. *Anais... VII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica*, São Luis - MA.

Hashempour-Baltork, F., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., & Savage, G. P. (2016). Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 52–58.

Iha, O. K., Alves, F. C. S. C., Suarez, P. A. Z., de Oliveira, M. B. F., Meneghetti, S. M. P., Santos, B. P. T., & Soletti, J. I. (2014). Physicochemical properties of Syagrus coronata and Acrocomia aculeata oils for biofuel production. *Industrial Crops and Products*, 62, 318–322.

Keng, P. S., Basri, M., Zakaria, M. R. S., Rahman, M. B. A., Ariff, A. B., Rahman, R. N. Z. A., & Salleh, A. B. (2009). Newly synthesized palm esters for cosmetics industry. *Industrial Crops and Products*, 29(1), 37–44.

Otunola, G. A., Adebayo, G. B., & Olufemi, O. G. (2009). Evaluation of some physicochemical parameters of selected brands of vegetable oils sold in Ilorin metropolis. *International Journal of Physical Sciences*, 4(5), 327–329.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica. [E-book]* (1st ed.). UAB/NTE/UFSM. Acesso em 03 jul 2020. Disponível em:https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1

Pinto, L., Silva, D., Silva, F., Borges, V., Soletti, J., & Carvalho, S. (2012). Assessment of the feasibility of different oil sources to biodiesel production. *Acta Scientiarum. Technology*, 34.

Rodrigues, L. K. de O. (2013). *Utilização do éster de soja como biolubrificante* [Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica] UFRN.

Rodrigues, L. K. de O. (2018). *Síntese e Caracterização de Nanolubrificante de Licuri de Gado* [Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica]. UFRN.

Rodrigues, L. K. de O., & Mendes, J. U. L. (2011). Comparative analysis of intensive properties from cashew nuts oil with sae 15W40 oil. *Anais Do 21st COBEM. XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica*, Natal-RN.

Teixeira da Silva de La Salles, K., Meneghetti, S. M. P., Ferreira de La Salles, W., Meneghetti, M. R., dos Santos, I. C. F., da Silva, J. P. V., de Carvalho, S. H. V., & Soletti, J. I. (2010). Characterization of *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. Oil and properties of methyl esters for use as biodiesel. *Industrial Crops and Products*, 32(3), 518–521.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Luanda Kívia de Oliveira Rodrigues – 60 %

José Ubiragi de Lima Mendes – 20 %

Djane Santiago de Jesus – 20 %