

RENDIMENTO E ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO ÓLEO EXTRAÍDO DAS SEMENTES DO PINHÃO BRAVO (*Jatropha mollissima* Muell. Arg.)

F. F. M. Silva², K. C. F. Targino¹

E-mail: Caiokelyson@hotmail.com¹; Felipe.maia@ifrn.edu.br²

RESUMO

O crescente aumento da população mundial, o desenvolvimento de novas tecnologias e o maior nível de conforto e comodidade de grande parte da sociedade tem provocado uma grande elevação no consumo de energia que em maior parte é produzida a partir de combustíveis fósseis, que não são renovável e que contribuem para a poluição atmosférica. Com isso, nos últimos anos, o desenvolvimento de pesquisas visando à adoção de combustíveis renováveis tem se intensificado, destacando-se entre estes biocombustíveis, o Biodiesel, que pode ser obtido a partir de diversas oleaginosas. O pinhão bravo (*Jatropha mollissima* Muell. Arg.) é uma oleaginosa que desperta interesse como matéria matéria-prima na produção de biodiesel na região

nordeste, pois é nativa do semi-árido e adaptada as condições climáticas presente nessa região. A sua semente produz entre 25 % a 33 % de óleo fixo. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo extrair e determinar as propriedades Físico-Químicas do óleo das sementes do Pinhão . Os resultados obtidos mostraram que a semente do pinhão bravo apresenta um bom rendimento em óleo (25,2%) quanto as propriedades Físico-Químicas o óleo fixo apresentou um índice de acidez de 0,13, densidade de 906,3 e índice de refração igual 1,4665. portanto, a sementes do Pinhão Brava, quanto ao teor de óleo fixo, apresenta um potencial promissor para produção de biodiesel, com teor de óleo semelhante ao da soja 17%

PALAVRAS-CHAVE: Pinhão Bravo (*Jatropha mollissima*), Biodiesel, Transesterificação.

INCOME AND PHYSICAL-CHEMICAL ANALYSIS OF OIL EXTRACTED FROM THE SEEDS PINION BRAVO (*Jatropha mollissima* Muell. Arg.)

ABSTRACT

The increasing world population, the development of new technologies and the highest level of comfort and convenience of a large part of society has caused a large increase in energy consumption which in most part is produced from fossil fuels that are not renewable and that contribute to smog. Thus, in recent years, the development of research aimed at the adoption of renewable fuels has intensified, especially among these biofuels, biodiesel, which can be obtained from various oilseeds. The pinion brave (*Jatropha mollissima* Muell. Arg.) is an oilseed crop that wakes interest as a raw feedstock for biodiesel production in the northeast,

it is native to semi-arid climatic conditions and suitable present in this region. The seed produces a 25% to 33% of fixed oil. Therefore, this study aimed to extract and determine the properties of the Physical-Chemical seed oil from *Jatropha*. The results showed that the seed of *Jatropha* brave presents a good oil yield (20.2%) and the properties Physicochemical the fixed oil had an acid value of 0.13, density and refractive index 906.3 equal to 1.4665. therefore, the seeds of the pinion Brava, the content of fixed oil, presents a promising potential for biodiesel production with oil content similar to that of soybean 17%

KEYWORDS: Pinion Bravo (*Jatropha mollissima*), Biodiesel, transesterification.

1 INTRODUÇÃO

O uso generalizado de combustíveis derivados do petróleo tem resultado em um alto custo econômico, ambiental e social no nosso planeta, pois, o seu uso em larga escala tem elevado o seu preço ao mesmo tempo em que tem emitido maior volume de gases poluente (CO_2 , CO , NO_x , SO_2) para atmosfera. Com isso, o desenvolvimento de meios alternativos para geração de energia torna-se necessários e urgentes para a sustentabilidade do meio ambiente e, portanto da humanidade. Neste contexto, a produção de biodiesel, o qual pode ser usado como um substituto do diesel produzido a partir do petróleo torna-se uma alternativa promissora. O biodiesel, que pode ser produzido a partir de fontes renováveis como óleos vegetais, gorduras animais e óleos utilizados em fritura, apresenta a vantagem de contribuir para a diminuição da taxa de emissão de gases poluentes na atmosfera, resultando em uma redução significativa das emissões de materiais particulados, óxidos de enxofre e gases que contribuem para o efeito estufa (MITTELBAACH, 1985). Assim, o uso de combustíveis renováveis possibilita a melhora na qualidade de vida da população.

Aranda (2005) afirma que entre as vantagens ambientais do uso do biodiesel destaca-se a redução de 78% das emissões de gases poluentes como o dióxido de carbono, que é o principal gás responsável pelo efeito de estufa que esta alterando o clima em escala mundial. A liberação de material particulado é 50% menor e as emissões de óxidos de enxofre também são reduzidas já que o biodiesel puro não contém enxofre. Além disso, o biodiesel é renovável e biodegradável.

Os óleos vegetais, com seu alto poder calorífico apresenta-se como uma fonte promissora de energia, além de deter qualidades comumente não encontradas em outras formas de combustíveis e lubrificantes, como a ausência de enxofre na mistura de glicerídeos, com isso, sua produção industrial não gera substâncias danosas ao meio ambiente (SARTORI, et al.,2009).

O uso direto dos óleos vegetais in natura em motores de combustão interna encontra algumas dificuldades, a maior delas relacionada à sua alta viscosidade, que dificulta o escoamento do combustível através do sistema de injeção. Com isso, a partir da década de 1970 processos químicos começaram a ser usados visando reduzir a viscosidade do óleo vegetal, com a consequente produção de biodiesel sendo a reação de transesterificação, ainda hoje, a mais utilizada.

As plantas dotadas de maior capacidade genética para produção de óleos são em geral denominadas de oleaginosas, destacando-se no Brasil, entre outras; amêndoa (*Prunus amygdalus Batsch*), andiroba (*Carapaguia-ganensis*), o babaçu (*Orbignia sp.*), cevada (*Hordeum vulgare*), Camelina (*Camelina sativa*), cumaru (*Dipteryx odorata*), amendoim (*Arachis hypogaea*), pinhão manso (*Jatropha curcas*), Karanja (*Pongamiaglabra*), louro, (*Lesquerella fendleri*, *Madhuca indica*), as microalgas (*Chlorella vulgaris*), aveia (*Avena strigosa*), piqui (*Caryocar sp.*), papoula (*Papaver somniferum L*), arroz (*Oryza Sativa*), gergelim (*Sesamum indicum*) e o trigo (*Triticum vulgare Vill*) (NASIR, 2013).

O pinhão bravo figura 1 (*Jatropha mollissima* Muell. Arg.) é uma oleaginosa que apresenta aspectos atraentes para ser usada como uma alternativa energética, pois, é uma planta arbustiva, pertencente à família das Euforbiaceae, nativa da América do Sul, mas que também ocorrem em

outros países da América Central, África e Ásia (FRANCIS *et al*, 2005). Planta nativa do semiárido que vegeta com maior facilidade em áreas da Caatinga, pode ser encontrada entre os estados do nordeste, principalmente, no Rio Grande do Norte, apresenta cerca de 1 a 3 metros de altura (SILVA, 2010).



Figura 1: planta pinhão bravo

O seu fruto tem forma de cápsulas verdes, contendo três sementes castanho-escuro-avermelhadas, espessas, de 8 a 9 mm podendo conter em média 33% de óleo inodoro, fácil de ser extraído por pressão e empregado na fabricação de tintas, sabões e lubrificantes (SILVA, 2010). Outra utilização em potencial do óleo do pinhão bravo é na produção de biodiesel.

Mesmo sendo uma planta nativa das regiões semiáridas e de fácil cultivo os estudos referentes à utilização do óleo das sementes do pinhão bravo visando à produção de biodiesel é escasso na literatura, por isso, este trabalho foi elaborado com o intuito de destacar a potencialidade do pinhão bravo como fonte de energia renovável, analisando o teor de óleo presentes em suas sementes e realizando análises físico-químicas preliminares do mesmo comparando-os com dados obtidos de outras oleaginosas tradicionais na produção de biodiesel, tais como a soja e o girassol.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As pesquisas sobre combustíveis alternativos e renováveis são realizadas desde a década de 20, porém, foi a partir da década de 90 quando a implantação de plantas industriais de produção em escala comercial começou a ser impulsionadas, visando principalmente à conservação do meio ambiente e a procura de uma nova fonte de energia com custo competitivo com o petróleo é que esses biocombustíveis (etanol, biodiesel, biogás) passaram a ter papel de destaque nos grandes centros de pesquisa e no mercado mundial.

O biodiesel tem grande importância na diminuição da emissão de gases poluentes, de acordo com Lima (2004). Em termos ambientais o biodiesel se destaca expressivamente pela redução da emissão de poluentes. Comparado ao óleo diesel derivado de petróleo, o biodiesel pode reduzir em 78% as emissões de gás carbônico, considerando-se a reabsorção pelas plantas. Além disso, reduzem em 90% as emissões de fumaça e praticamente elimina as emissões de óxido de enxofre. É importante frisar que o biodiesel pode ser usado em qualquer motor de ciclo diesel, com pouca ou nenhuma necessidade de adaptação.

Autores como Nogueira e Pikman (2002) também discutem sobre as vantagens econômicas na produção do biodiesel. Do ponto de vista econômico, a viabilidade do biodiesel está relacionada com o estabelecimento de um equilíbrio favorável na balança comercial brasileira, visto que o diesel é o derivado de petróleo mais consumido no Brasil, e que uma fração crescente desse produto vem sendo importada anualmente. Além dessas vantagens, Oliveira e Costa (2002) complementam que, o biodiesel possui para o Brasil vantagens econômicas (relacionadas à substituição de importações de óleo diesel), e sociais (na geração de empregos e fixação do homem no campo).

Dentre as fontes de biomassa prontamente disponíveis, os óleos vegetais têm sido largamente investigados como candidatos a programas de energia renovável, pois proporcionam uma geração descentralizada de energia. Assim como, o cultivo de espécies oleaginosas constitui alternativas em apoio à agricultura familiar, criando melhores condições de vida em regiões carentes, valorizando potencialidades regionais e oferecendo alternativas a problemas econômicos e sócios ambientais (Ramos *et al.*, 2003).

Segundo Paiva Rio (1982) existe duas espécies nativas da caatinga para a produção de óleo não comestível: *Jatropha curcas* L. e *J. mollissima* L, conhecidas pelo nome vulgar de pinhão-do-paraguai ou pinhão-manso e pinhão-bravo, respectivamente. Tem sido destacada a possibilidade de cultivos destas culturas no Nordeste, onde, inclusive, ocorrem naturalmente espécies de *Jatropha* (OLIVEIRA, 1979), além de ser uma planta de fácil adaptação a caatinga (FRANCIS, 2005). Essas espécies se revestem de elevada importância para o semi-árido brasileiro, pelas possibilidades de fácil cultivo, adaptação a solos pouco férteis e degradados, resistência à seca e por estarem despontando como novas opções de ocupação de mão-de-obra e geração de renda, por sua utilização como fonte de óleo para a produção de biodiesel. A utilização de óleos vegetais in natura como combustível alternativo tem sido alvo de diversos estudos nas últimas décadas (Piyaporn *et al.*, 1996).

Em síntese, é notório que pesquisas que visam desenvolver novas alternativas energéticas com a consequente geração de emprego e renda em regiões como o nordeste, vêm a contribuir de maneira significativa para o desenvolvimento econômico local, com a consequente redução na emissão de gases poluentes e assim auxiliar para construção de uma sociedade mais justa e um meio ambiente mais sustentável.

3 METODOLOGIA

3.1 Coleta do material botânico e sua determinação de umidade

As sementes de *Jatropha mollissima* (pinhão bravo), foram coletadas em diversas áreas (rural e urbano) no município de Apodi-RN.

3.2 Determinações de umidade

Após a colheita, as sementes foram colocadas em uma estufa por cerca de 4 horas a 100°C para acelerar sua secagem, para tanto foi utilizado um determinador de umidade de marca Marte

ID50 para obter sua porcentagem de umidade perdida. Logo após a essa análise as sementes do pinhão bravo foi triturada em um moinho de marca Marconi MA048, para se possível deixá-lo em pó, após a obtenção desse pó, mesma foi colocado em cartuchos feitos de papel de filtro para iniciar a extração do óleo.

3.3 Extração óleo do pinhão bravo

A extração foi feita a quente com hexano durante 3 horas, em refluxo usando um aparelho de Soxhlet. O óleo foi separado do solvente em rotaevaporador sob pressão reduzida, em seguida foi colocada em banho Maria para eliminar os traços de hexano residuais.

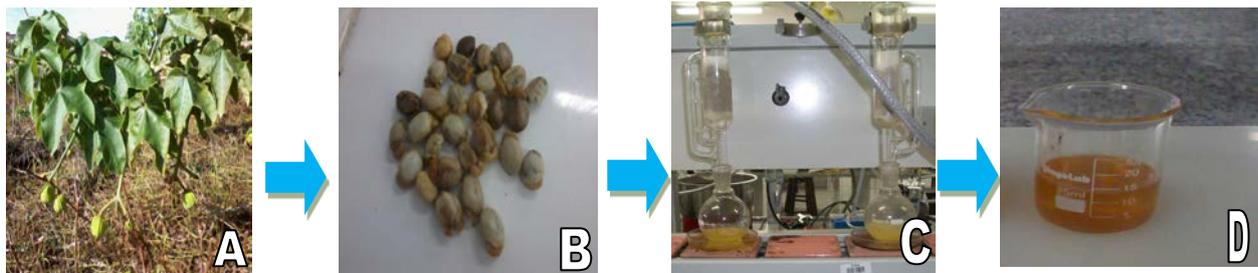


Figura 2: Etapas de obtenção do óleo de pinhão bravo a) Colheita do material botânico b) Semente do pinhão bravo c) Sistema soxhlet d) Óleo obtido do pinhão bravo.

3.4 Análise físico-química do óleo e do biodiesel do pinhão bravo

3.4.1 Densidade do óleo natural do biodiesel

O óleo do pinhão bravo foi colocado em um aparelho DENSITY METER DMA 33 ANTON PATER, após a calibração do equipamento com água destilada. A leitura foi realizada no visor do equipamento a uma temperatura de 27,4 °C.

3.4.2 Determinação de acidez

Em três erlenmeyr foram colocado 2g de óleo mais uma solução de Eter etílico- Álcool (2:1) em seguida foi adicionado 2 gotas de fenolftaleína e a solução resultante titulada com Hidróxido de sódio (NaOH) 0,01 M, até a coloração rósea se manter permanente por no mínimo 30 segundos. O teor de acidez foi calculado a partir dos volumes gastos da solução de NaOH usando a equação abaixo:

$$\text{Acidez} = \frac{V_{\text{titul.}} \cdot F_M \cdot 5,61}{P_{\text{amostra}}}$$

$V_{\text{titul.}}$ é o volume de NaOH gasto na titulação, F_M é a concentração molar do NaOH, P_{amostra} é a massa de amostra titulada, previamente obtida na balança antes da dissolução e 5,61 é um fator de conversão.

3.4.3 Índice de refração

Para análise do índice de refração foi utilizado um refratômetro de marca Quimis tipo Abbe. A amostra de óleo foi inserida em um compartimento do refratômetro com auxílio de um conta-gota, em uma temperatura de 27 °C até cobrir a superfície do prisma refrator uniformemente (**sem deixar bolhas de ar**). Logo após fechou-se o compartimento e a leitura foi realizada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Extração do óleo

O processo de extração foi bastante satisfatório, pois apresentou um valor muito perto da literatura como apontou Silva (2010) na qual varia de 25 a 33% de óleo. De acordo com Lima Ribeiro (2007) mostra na tabela 1 abaixo, o rendimento de varias oleaginoso cultivadas no Brasil, vale ressaltar que o pinhão bravo apresenta um maior rendimento de óleo em relação à soja que é a oleaginosa, mias produzido no Brasil.

Tabela 1: Rendimento de algumas oleaginosas produzido no Brasil

Material vegetal	Rendimento (%)
Pinhão Bravo	25,2
Soja	17
Algodão	15
Girassol	28 a 48
Dendê	20
Mamona	43 a 45

4.2 Índice de Acidez

Os valores de acidez estão adequados a normas da ANP, que estabelece um valor Maximo de 0,8 mg, após a titulação foram obtidos os cálculos com os seguintes resultados, a acidez do óleo fixo foi 0,13 mg, pois em alta acidez pode comprometer a vida útil do motor, já que apresenta ação corrosiva em peças metálicas , afetando na operabilidade do motor. De acordo com os autores (BELTRÃO, 2010,; FAGUNDES, 2005,; SILVA FERREIRA, 2010) que mostra na tabela 2 abaixo o índice de acidez de outras oleaginosas cultivada no brasil.

Tabela 2: Índice de acidez de algumas oleaginosas

Material vegetal	Índice de Acidez
Pinhão Bravo	0,13
Soja	0,3
Algodão	0,55
Girassol	0,0022
Dendê	0,79
Mamona	1,79

4.3 Densidade

Os resultados de densidade para o óleo e para o biodiesel de pinhão bravo estão dentro da norma da ANP que indica entre 860 a 900 g dcm⁻³. Ressaltando, o óleo tem uma maior densidade em relação ao Biodiesel, pois o aumento do tamanho das cadeias carbônicas do éster que ocorre na transesterificação diminui a densidade. A leitura foi realizada no visor do equipamento a 27,4 °C. Tabela 3 abaixo mostra a densidade de outras oleaginosas cultivada no Brasil segundo (BELTRÃO, 2010), nota-se que o óleo do pinhão bravo apresenta a mesma densidade da soja.

Tabela 3: Densidade de outras oleaginosas cultivada no Brasil

Material vegetal	Densidade (g/L)
Pinhão Bravo	0,9163
Soja	0,916
Algodão	0,876
Girassol	0,8796
Dendê	0,922
Mamona	0,959

4.4 Índices de refração

O índice de refração observado do óleo do pinhão bravo foi de 1,466 na temperatura de 26,4°C. Esse índice é muito usado como critério de qualidade do produto. A Tabela 4 abaixo apresenta os resultados do índice de refração de outras oleaginosas cultivada no Brasil, pode-se observar que o índice de refração do óleo do pinhão bravo e da soja e o mesmo, segundo (BARBOSA, 2010,; BELTRÃO, 2010,; FIRMINO *et. al* 2005,; RISSO, 2007)

Tabela 4: Análise Físico-Química do óleo do pinhão bravo e do seu respectivo biodiesel

Material vegetal	Índice de refração
Pinhão Bravo	1,466
Soja	1,466
Algodão	1,472
Girassol	1,467
Dendê	1,454
Mamona	1,477

Vale ressaltar que os procedimentos desse projeto serão refeito posteriormente, na qual o mesmo e também se virar como dissertação de monografia do aluno Kelyson Caio, pois será feito outra análise como viscosidade, ponto de fugor, Tensão superficial (mN/n) entre outros.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que os resultados mostraram que a semente de *Jatropha mollissima* (pinhão bravo) produziu óleo em boa quantidade (25%) a mesma apresenta boas características físico-químicas para ser usado como matéria prima na transesterificação para obtenção de biodiesel. Nos resultados obtidos, estabelecem-se as seguintes conclusões para as características físico-químicas como: índice de acidez, densidade e índice de refração para o óleo do pinhão bravo estão

de acordo com as normas da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) sendo assim o óleo do pinhão bravo tem grande possibilidade de gera combustível a partir de sua transesterificação. Com isso, vê-se a necessidade de mais estudos com relação aos fatores que afetam a estabilidade do óleo do pinhão bravo *Jatropha mollissima*.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em:<www.anp.gov.br>. Acesso em: 09 Mai. 2013.

ARANDA, D.A.G., et al. **ESTUDO DE CATALISADORES HOMOGÊNEOS NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DA ESTERIFICAÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS**. Anais do 13º Congresso brasileiro em Catálise, 2006.

BARBOSA, M. O.; OLIVEIRA, A. F. M. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO ÓLEO DE SEMENTES DE *CALOTROPIS PROCERA* (APOCYNACEAE)**, Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, Departamento de Botânica Universidade Federal de Pernambuco – UFPE – Recife/PE, 2010.

BELTRÃO, N. E. M, OLIVEIRA, M. I. P. **OLEAGINOSAS E SEUS ÓLEOS: VANTAGENS E DESVANTAGENS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. *Documentos 201*. Campina Grande-PB, 2008

BROLESE, V.S. et al. **SISTEMAS CATALÍTICOS NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL POR MEIO DE ÓLEO RESIDUAL**. Anais 7º Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2010.

Fagundes, F. P; Bezerra; J. P.; Garcia, M. A.; Medeiros, A. C. R.; Borges, M. R.; Garcia, R. B; Costa, M. **AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DO ÓLEO DE MAMONA NA PRODUÇÃO DE BIOCMBUSTÍVEL**, Laboratório de Pesquisa em Petróleo – Departamento de Química – Universidade Federal do Rio Grande do Norte — Natal RN. 2005

FIRMINO, P.T, ALVES, S.M., BELTRÃO, N. E. M., SILVA, A.C., ALVES, H. S. **DETERMINAÇÃO DOS COMPONENTES QUÍMICOS DAS SEMENTES DE ALGODÃO COLORIDO VARIEDADE BRS RUBI PELO MÉTODO DE CROMATOGRAFIA GASOSA V CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO**, Anais. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2005.

FRANCIS, G.; EDINGER, R.; BECKER, K. **A CONCEPT FOR SIMULTANEOUS WASTELAND RECLAMATION, FUEL PRODUCTION, AND SÓCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT IN DEGRADED AREAS IN ÍNDIA: NEED, POTENTIAL AND PERSPECTIVE OF JATROPHA PLANTATIONS**. Nature and Resources, Paris, Fórum 29, p.12-24, 2005.

GHASSAN, T. A.; MOHAMAD I. AL-WIDYAN, B.; ALI O, A. **Combustion performance and emissions of ethyl ester of a waste vegetable oil in a water-cooled furnace**. Appl. Thermal Eng., v.23, p.285-293, 2003.

LIMA RIBEIRO, P.C. **O BIODIESEL NO BRASIL E NO MUNDO E O POTENCIAL DO ESTADO DA PARAÍBA**. Consultor Legislativo da Área XII Recursos Minerais, Hídricos e Energéticos. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, Brasília – DF, p.1-33, 2007

LIMA, P.C.R. **“O BIODIESEL E A INCLUSÃO SOCIAL”** Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados, Brasília, 2004

- MITTELBACH, M.; TRITTHART, P.; JUNEK, H. **DIESEL FUEL DERIVED FROM VEGETABLE OILS, II: EMISSION TESTS USING RAPE OIL METHYL ESTER.** Energy in Agriculture, v.4, p.207-215, 1985.
- NOGUEIRA, L. A. H.; PIKMAN, B. **BIODIESEL; NOVAS PERSPECTIVAS DE SUSTENTABILIDADE.** Conjuntura & Informação - Agência Nacional do Petróleo, n.19, 2002.
- OLIVEIRA, J.M.A. de. **ÓLEO DE PINHÃO: ALTERNATIVA NO NORDESTE,** s.l. s.ed, 17p.Trabalho apresentado no Seminário Regional sobre Conversão de Biomassa, 1979.
- PAIVA RIO, R. **ÓLEOS VEGETAIS: UMA ALTERNATIVA ENERGÉTICA PARA O BRASIL,** s.n.t. 61p.Palestra apresentada no II Seminário sobre Biomassa como Energia na Indústria, Rio de Janeiro, 1982.
- QUESSADA . T.P.; GUEDES.C. L. B.; BORSATO. D.; GAZZONI. B. F.; GALÃO.O. F. **OBTENÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO DE SOJA E MILHO UTILIZANDO CATALISADORES BÁSICOS E CATALISADOR ÁCIDO.** ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, N.11; Pág. 1-25, 2010
- RAMOS, L. P. **ASPECTOS TÉCNICOS SOBRE O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL.** In: **SEMINÁRIO PARANAENSE DE BIODIESEL, 1.,** 2003, Londrina. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.tecpar.br/cerbio/Seminario-palestras.htm>> Acesso em: 14 de fevereiro de 2012.
- RISSO, A.G. **VIABILIDADE DE EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE DENDÊ NO ESTADO DO PARÁ.** Ministério do Desenvolvimento Agrário, VIÇOSA – MG, 2007.
- SARTORI, M.A. et al. **ANÁLISE DE ALTERNATIVAS DE ESCALAS PARA EXTRAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS VISANDO À PRODUÇÃO DE BIODIESEL.** Revista SOBER, 2009
- SILVA FERREIRA, A. **DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ACIDEZ, ÍNDICE DE PERÓXIDO E ÍNDICE DE SAPONIFICAÇÃO DE ÓLEO DE SOJA.** Universidade Federal de Goiás, Goiânia- GO, 2010
- SILVA, C.F; LEITE S.F; QUEIROZ M.F; ANDRADE L.O; FERREIRA J.L; SILVA W.D. **CRESCIMENTO INICIAL DE PINHÃO BRAVO CULTIVADOS EM CONDIÇÃO PROTEGIDA.** In IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa-PB, p. 1283, 2010
- ZAGONEL, G. F.; PERALTA-ZAMORA, P. G.; RAMOS, L. P. **ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO DA REAÇÃO DE TRANSESTERIFICAÇÃO ETÍLICA DO ÓLEO DE SOJA DE GOMADO.** Ciência e Tecnologia, 2003.