UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA

CLEDIANO ASEVEDO LIMA

PINHÃO MANSO COMO ALTERNATIVA VIÁVEL A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

CAMPINA GRANDE – PB
2014

CLEDIANO ASEVEDO LIMA

PINHÃO MANSO COMO ALTERNATIVA VIÁVEL A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura Plena em Química da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção da graduação em Licenciado Plena em Química.

Orientador: Prof. Dr. José Germano Véras Neto

Campina Grande – PB

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

L732p Lima, Clediano Asevedo.
Pinhão manso como alternativa viável a produção de biodiesel [manuscrito] / Clediano Asevedo Lima. - 2014.
31 p. : il.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014.
"Orientação: Prof. Dr. José Germano Véras Neto, Departamento de Química".

1. Biocombustível. 2. Biodiesel. 3. Transesterificação. 4. Jatropha curcas L. I. Título.

21. ed. CDD 662.88

CLEDIANO ASEVEDO LIMA

PINHÃO MANSO COMO ALTERNATIVA VIÁVEL A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Aprovado em 12 / novembro / 2014

BANCA EXAMINADORA

José Germano Véras Neto

Prof. Dr. José Germano Véras Neto - UEPB

Orientador

Francisco Fernando Dantas Filho

Prof. Dr. Francisco Dantas Ferreira Filho - UEPB

Verônica E. Lima

Profa. Dra. Verônica Evangelista de Lima - UEPB

Campina Grande – PB

2014

DEDICATÓRIA

A Deus, por sempre me presentear com momentos e pessoas especiais, por iluminar meu caminho e amparar nos momentos de felicidade e de fracasso. Obrigado Senhor, por ter-me concedido fé, forças, alegria e capacidade em todos os momentos difíceis.

A minha família, pelo apoio, aos meus pais, José Alberto do Ó, que além meu pai é um educador, meu amigo e minha mãe Maria Francisca Azevedo do Ó, meus tesouros, que esteve sempre presente em toda minha vida, sempre dura comigo para me educar para vida fora de casa. São os meus melhores amigos, melhores pais. Obrigado Senhor por essas pessoais que me apoiam, me incentivam e se preocupam comigo.

Muito obrigado!!!

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Germano Véras Neto, onde eu expresso o mais sincero reconhecimento, incentivo, encorajamento pelas leituras sugeridas ao longo dessa orientação e pela dedicação e confiar na minha integridade. Agradeço pela oportunidade de desenvolver este projeto, pelo aprendizado acadêmico e, principalmente, de vida. Agradeço pela amizade orientação, dedicação, pelo conselho e disponibilidade em me ajudar. Minha eterna gratidão.

Ao Prof. Dr. Antônio Nóbrega, coordenador do curso de Licenciatura Plena em Química, por seu empenho.

Aos professores do Curso de Química da UEPB, em especial aos Professores Dr. Juracy Regis e Dantas, que contribuíram ao longo todo o curso, por meio das disciplinas e debates, para o desenvolvimento desta formação e pesquisa.

A minha grande amiga Ingredy, pelo incentivo, por me ajudar em momentos de dúvidas no trabalho e por sugestões e companheirismo.

Aos meus colegas do laboratório LABDEM, pelas calorosas amizades verdadeiras e que ficarão marcadas ao logo da minha vida.

Aos meus amigos do LQAQ, pela ajuda, pelo convívio, pela ajuda no meu trabalho que na época não imaginava que seria o meu TCC, e fico muito grato, levando para o resto de minha vida meus agradecimentos.

A minha grande amiga Thaysla Godoi, pela ajuda, apoio e gentileza durante todo curso.

A todos meus amigos e colegas, meus sinceros agradecimentos a todos esses anos de convívio nessa jornada de vida passageira.

RESUMO

O biocombustivel vem sendo apontado como uma das soluções para os problemas energéticos. Pois o biodiesel pode ser produzido a partir de muitas espécies de plantas oleaginosas e até mesmo de gorduras animais. Neste trabalho tem como objetivo realizar uma análise bibliográfica de outras fontes renováveis, assim apontando mais uma nova fonte, o biodiesel de pinhão manso (*Jatropha curcas* L). A semente foi realizada a extração mecânica, onde sete amostras distintas de pinho manso. Também foi realizada a limpeza do óleo extraído usando como ferramenta uma filtração simples, em seguida a realização processo de transesterificação do óleo. Foi realizada uma caracterização física química do biodiesel, tendo como parâmetros: Densidade, Refratômetria, Índice de acidez e Saponificação. A determinação das propriedades físico-químicas do biodiesel de pinhão manso foi realizada de acordo com as normas da American Society of Testing and Materials (ASTM) e Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) indicadas pela Resolução n° 42 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP), onde são adquirido parâmetros de controle de qualidade e compara lós com os parâmetros da Agência Nacional de Petróleo (ANP). Com resultados obtidos no desenvolvimento deste trabalho, concluímos que, as amostras analisadas encontram-se dentro da normativa exigida como controle de qualidade do órgão que fiscaliza o biocombustível Nacional.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L., biocombustível, transesterificação.

ABSTRACT

The biofuel is being touted as a solution to energy problems. For biodiesel can be produced from many kinds of oil plants and even animals fats. In this paper aims to conduct a literature review of other renewable sources and pointing more a new source, the jatropha biodiesel (Jatropha curcas L). The seed was carried out mechanical extraction, where seven different samples of gentle pine. Also was cleaned of oil extracted using as a tool simple filtration, then the realization process of oil transesterification. A chemical physical characterization of biodiesel was made as parameters: density, refraction, acid value and saponification. The physico-chemical properties of jatropha biodiesel was performed according to the standards of the American Society of Testing and Materials (ASTM) and the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT) indicated by Resolution No. 42 of the National Petroleum Agency, Natural Gas and Biofuels (ANP), which are acquired quality control parameters and compare them with the parameters of the National Petroleum Agency (ANP). With results obtained in the development of this work, we concluded that the samples analyzed are within the required rules as the body of quality control that oversees the National biofuel.

Keywords: Jatropha curcas L., biofuel, transesterification

SUMÁRIO

RESUMO.....vi
1. INTRODUÇÃO.....08
2. OBJETIVOS.....09
2.1 Objetivo geral.....09
2.2 Objetivos específicos.....09
3. FUNDMENTAÇÃO TEÓRICA.....10
3.1 Biodiesel: Breve histórico.....10
3.2 Biodiesel: Conceito.....11
3.3 Biodiesel no Mundo 12
3.4 Biodiesel no Brasil 13
3.5 Biodiesel Potencial no Brasil 17
3.6 Pinhão manso.....17
4. MATERIAL E MÉTODOS.....20
4.1Extrações do óleo de pinhão manso e obtenção do biodiesel.....20
4.2 Análises físico químicas.....23
4.3.1 Densidade.....23
4.3.2. Refratômetria.....23
4.3.3 Índice de acidez.....24
4.3.4 Índice de saponificação.....24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....25
5.1. Padrão de qualidade do biodiesel.....25
5.2. Resultados das análises.....26
6. CONCLUSÃO.....26
7. REFERÊNCIAS.....27

1 INTRODUÇÃO

O governo e a sociedade brasileira têm debatido a matriz energética do país com o propósito de identificar alternativas que diminuam a sua dependência dos derivados de petróleo. Além disso, a necessidade de se obter novas fontes energéticas decorre da preocupação ambiental, ou seja, a busca por uma “energia limpa” oriunda de fontes renováveis, (OSAKI e BATALHA, 2008).

Na busca pelo ideal da substituição do óleo diesel por um biocombustível remontam-se os tempos da criação do motor diesel no qual se utiliza do óleo vegetal no funcionamento do motor, contudo, o óleo diesel traz diversos problemas ao mesmo podendo torná-lo inutilizável em pouco tempo (PORTELA, SANTOS, TERRONES e BATISTA p. 2009).

Entretanto, ao se alterar as propriedades físico-químicas do óleo vegetal de modo à transesterificá-lo será produzido um novo biocombustível conhecido como biodiesel (OSAKI e BATALHA, 2008; MOURA, 2010). Neste cenário, o biodiesel surgiu como o produto considerado mais promissor na substituição de parte do diesel fóssil consumido no Brasil (MELO, 2010; ARAUJO e SOUSA, 2008). Sendo assim, é definido como combustível natural usado em motores diesel, produzido através de fontes renováveis e que atende às especificações da Agência Nacional do Petróleo (ANP) (BILICH, 2006).

No Brasil inúmeras espécies vegetais podem ser utilizadas para a produção do biodiesel, tais como mamona, soja, algodão, girassol, e dendê, além de que, apresentam uma eficiência energética equivalente à do óleo diesel obtido do refino do petróleo. (REOLON, ROSA, DOLCI e SANTOS, p. 2012).

Além dos óleos supracitados, o pinhão manso (Jatropha curcas L.) tem se destacado por seu potencial na produção de óleo, o que possibilita sua utilização como fonte de matéria prima para produção de biodiesel. Trata-se de uma espécie que fornece grande quantidade de óleo, e por sua toxidade não pode ser usado na alimentação humana, sendo uma alternativa viável para produção de biodiesel. (ARAUJO e SOUSA, 2008). Segundo os supracitados autores, o pinhão manso pode apresentar até 50% de óleo em suas sementes e o seu cultivo é muito simples. Assim, o óleo de pinhão manso apresenta grande vantagem na produção do biodiesel comercialmente. (MOURA, 2010, p. 03 e 04).

Além disso, a espécie está distribuída em todas as regiões tropicais, inclusive no Brasil, é resistente a seca e pode se desenvolver em vários tipos de solo inclusive arenosos, salinos, alcalinos e rochosos (ALVES, 2008). Além das qualidades apontadas, o pinhão manso possui ainda vantagens agrícolas e ambientais, uma vez que ocupa menor espaço para plantio comparado a outras oleaginosas, exige menor atenção no que condiz aos tratos culturais (adubação, irrigação e utilização de inseticidas) e baixo custo de produção.

Sendo assim, o conhecimento bibliográfico em relação ao óleo de pinhão manso como fonte na produção de biodiesel é imprescindível, uma vez que, esclarece os aspectos relacionados a sua síntese e fornece informações importantes para o seu uso.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Geral

Realizar uma investigação bibliográfica de novas fontes de biocombustiveis, sintetizar, no que condizem fazer transesterificação, caracterização físico químico e os parâmetros obtidos comparam lós com as normas da ANP (Agencia Nacional de Petróleo), das novas fontes de óleos vegetais para produção de biodiesel, apresentando o óleo extraído mecanicamente de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), como matriz energética viável.

2.2 Objetivos Específicos

- Fazer pesquisa em revistas científicas de abrangência nacional e internacional que fazem uso de sementes de pinhão manso como fonte de óleo para produção de biodiesel;

- Extrair, mecanicamente, óleo de sementes de pinhão manso (*J.curcas* L.);

- Sintetizar biodiesel, a partir do óleo de sementes de pinhão manso (*J.curcas* L.) por rota etílica;

- Determinar propriedades físico-químicas do biodiesel sintetizado a partir do óleo de sementes de pinhão manso (*J.curcas* L.);

- Avaliar as características físico-químicas testadas e compará-las com os parâmetros de controle de qualidade da Agência Nacional do Petróleo (ANP).

3 FUNDMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Biodiesel: Breve histórico

A aplicação de óleos vegetais como combustível data do fim século XIX, onde Rudolf Diesel apresentou na Feira Mundial de Paris um motor abastecido com óleo de amendoim mais eficiente que motores a vapor usados na época. (BRASILINO, 2010, p. 07).

Entre 1911 e 1912, Rudolf Diesel fez a seguinte afirmação:

> "O motor diesel pode ser alimentado por óleos vegetais e ajudará no desenvolvimento agrário dos países que vierem a utilizá-lo. O uso de óleos vegetais como combustível pode parecer insignificante hoje em dia, mas com o tempo tornar-se-á importante, tanto quanto o petróleo e o carvão são atualmente." (MOURA, 2010, p. 03 e 04).

A busca por combustíveis alternativos vem ganhando destaque nas últimas décadas. Com o passar dos anos, a substituição dos combustíveis fósseis tem sido motivada por fatores ambientais, econômicos e sociais, uma vez que toda a sociedade depende de seu uso para a geração de energia futura (OLIVEIRA, 2007).

Diversos conflitos entre países e questões ambientais marcaram de forma definitiva o desenvolvimento da consciência auto-sustentável. Durante o período da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), por exemplo, muitos governos tiveram suas rotas marítimas de abastecimento de petróleo fechadas e tiveram que adotar o óleo vegetal como combustível de emergência (MOURA, 2010).

Com o fim da guerra, as indústrias de produção de óleo não possuíam uma base tecnológica adequada minimizando a utilização desses combustíveis. Contudo, a utilização de óleos vegetais como combustível trouxe uma importante contribuição

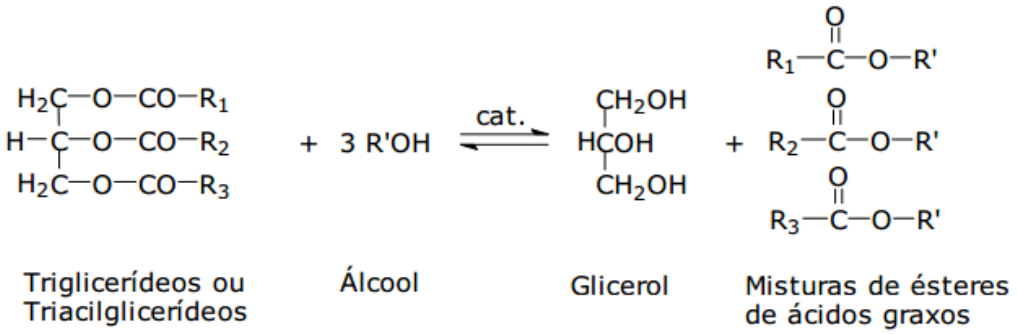
para o meio científico, aumentando o número de pesquisas sobre o assunto. (MOURA, 2010).

3.2 Biodiesel: Conceito

O biodiesel é definido, quimicamente como um éster de ácido graxo de cadeia longa, derivada de fontes de lipídios renováveis, como óleos vegetais ou gorduras animais, sendo uma evolução na tentativa na substituição do óleo diesel no motor. (ZANETTE, 2010). Uma das grandes vantagens do biodiesel é combustível alternativo de queima limpa, produzido a partir de recursos renováveis é a utilização direta nos motores do ciclo diesel. Segundo Zanette (2010), os ésteres têm características físico-químicas muito semelhantes às do diesel derivado do petróleo, o que possibilita a utilização destes em motores de ciclo diesel. Pois enquanto outros combustíveis limpos, como o gás natural ou biogás, requer adaptação dos motores à combustão do biodiesel pode dispensá-la, configurando-se em uma alternativa técnica capaz de atender toda a frota já existente movida a óleo diesel. (BRASILINO, 2010).

Diversas rotas químicas/bioquímicas podem produzir o biodiesel, mas a de maior destaque é a transesterificação. De um modo geral, chama-se transesterificação de triacilglicerídio à reação de um lipídeo com álcool para produzir um éster e um coproduto, glicerol. O processo global de transesterificação de óleos vegetais e gorduras são sequencias de três reações reversíveis e consecutivas, em que os monoglicéridios e os diglicéridios são intermediários (Figura 1) (ALBUQUERQUE, 2006).

Figura 1. Reação de transesterificação de um triacilglicerídeo.



Fonte: ***CHAVES, 2008, p. 16.***

3.3 Biodiesel no Mundo

A utilização de biodiesel como combustível vem apresentando um potencial promissor no mundo inteiro, sendo um mercado que cresce aceleradamente devido, em primeiro lugar, a sua enorme contribuição ao meio ambiente, com a redução qualitativa e quantitativa dos níveis de poluição ambiental, principalmente nos grandes centros urbanos (FERRARI e OLIVEIRA, 2005).

Através de parcerias com a iniciativa privada e centros de pesquisas, países, como Argentina, Estados Unidos, Alemanha, França entre outros, já vêm produzindo o biodiesel em escala comercial e testado a viabilidade desse novo combustível em veículos de passeio, transporte público e geração de eletricidade. (DANTAS, 2006).

No início dos anos 90, o processo de industrialização do biodiesel foi iniciado na Europa. Portanto, mesmo tendo sido desenvolvido no Brasil, o principal mercado produtor e consumidor de biodiesel em grande escala foi a Europa. (LIMA, 2004).

Conforme Albuquerque (2006), em 2005, os países da União Européia tiveram que usar pelo menos 2 % de combustível renovável, ou seja, biodiesel. Hoje, o total produzido na Europa já ultrapassa 1 bilhão de litros de litros por ano, tendo a taxa crescido em 30 % entre 1998 e 2002.

A produção de biodiesel nos países da União Européia, durante 2005 atingiu um total de 3.184.000 toneladas, sendo a Alemanha e a França os maiores produtores (GÓES, 2006).

A Alemanha é a maior produtora de biodiesel do mundo com capacidade de 1 milhão de toneladas anuais (ALBUQUERQUE, 2006). Porém, a Alemanha estabeleceu um expressivo programa de produção de biodiesel a partir da canola, sendo hoje o maior produtor e consumidor europeu desse combustível, com capacidade de 1 milhão e 669 mil toneladas por ano (GÓES, 2006).

Segundo Albuquerque (2006), a França é o segundo maior produtor, com capacidade de 460 mil toneladas anuais. Na França, embora tenham sido os alemães responsáveis por ressuscitar e reimplementar o PRODIESEL na Europa, aquele país se destaca com a produção de 492 milhões de toneladas, combustível que em francês recebe a designação de DIESTER (GÓES, 2006).

Na França, o uso de biodiesel misturado com o diesel mineral visa a melhorar as emissões dos motores, em especial, através da eliminação das mercaptanas,

substâncias ricas em enxofre, extremamente prejudiciais à saúde de plantas e animais (GÓES, 2006).

Nos Estados Unidos, a qualidade do meio ambiente é a grande motivação americana para o uso do biodiesel. Os americanos estão se preparando, com bastante seriedade, para o uso desse combustível, especialmente nas grandes cidades, sobretudo nos ônibus escolares (GÓES, 2006).

Os Estados Unidos têm demonstrado maior interesse no uso do biodiesel misturado com o óleo diesel do petróleo, visando à melhoria das emissões dos motores de ciclo diesel. Essa demonstração tem se tornado patente através dos inúmeros estudos que estão sendo realizados com o uso do ecodiesel em suas diversas formas (GÓES, 2006).

Em termos da Argentina, a proporção mais cogitada para a mistura biodiesel/diesel mineral tem sido 20 %, mistura esta que tem sido chamada de Eco Diesel B–20. Nesta proporção, as mercaptanas e os hidrocarbonetos cíclicos têm sido suficientemente oxidados por ocasião da combustão (GÓES, 2006).

Os argentinos iniciaram o programa de biodiesel quando estabeleceram os padrões para o combustível através da Resolução 129/2001. O decreto governamental 1.396 de novembro de 2001, isenta de impostos, por um período de 10 anos, toda a cadeia produtiva de biodiesel (ALBUQUERQUE, 2006).

Por fim, a maior parte do biodiesel atualmente produzido no mundo, deriva do óleo de soja, sendo um dos fatores importantes, o clima favorável e grande ajuda na economia. O óleo vegetal de soja determina o maior interesse para uso potencial nos biocombustivéis. Enquanto nos outros países como, por exemplo, o Estados Unidos, o óleo de soja é a matéria prima primordial para produção de biodiesel (FERRARI e OLIVEIRA, 2004).

3.4 Biodiesel no Brasil

O Brasil apresenta grande potencial para exploração de biomassa para fins alimentício, químico e energético (BRASILINO, 2010). É um país que por sua extensa área geográfica, clima tropical e subtropical favorece uma ampla diversidade de matérias-primas para a produção de biodiesel (OLIVEIRA, 2007).

Atualmente, muitas pesquisas e testes voltados à utilização de biodiesel, estão sendo realizados no País (GÓES, 2006). No século XX, o Brasil apresentou grandes

vantagens para produção de biocombustíveis, a partir do desenvolvimento de pesquisas sobre biodiesel. Segundo Lorena (2010), o Brasil apresenta geografia favorável, situa-se em uma região tropical, com elevadas luminosidade e temperaturas médias e anuais favoráveis ao cultivo de espécies vegetais. São esses fatores importantes que o tornam o país de maior potencial para produção de energia renovável em óleo vegetal e gordura animal (LORENA, 2010).

Estudos divulgados pela National Biodiesel Board, dos Estados Unidos, afirmam que o Brasil têm condições de liderar a produção mundial de biodiesel (DANTAS, 2006).

No século XXI, as correntes tecnológicas mundiais tendo em vista soluções para a escassez do combustível fóssil e para a minimização dos impactos negativos ao meio ambiente, sensibilizaram os grandes produtores agrícolas, os pesquisadores e concomitantemente o governo brasileiro que decidiu pela criação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), aumentando a competência da Agência Nacional do Petróleo (ANP) para o monitoramento da produção e da comercialização dos biocombustíveis (ANP, 2008; ARAÚJO e SOUSA, 2008).

Para o Brasil, além de reduzir a dependência e relação ao petróleo, a produção do biocombustível fortalece o agronegócio e cria o novo mercado para óleos vegetais (ALBUQUERQUE, 2006).

No Brasil, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), através da lei n° 11.097 de 13 de janeiro de 2005, definiu o Biocombustível como sendo: *“Combustível derivado da biomassa renovável para uso em motores a combustão interna ou, conforme regulamento para outro tipo de geração de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustível de origem fóssil”*.

No Brasil, a principal matéria prima para a produção de óleo é a soja, responsável por mais de 70% do biodiesel produzido no país (BRASIL, 2009). Nesse sentido, há uma busca por novas oleaginosas que produzam óleos não comestíveis, para a produção de biodiesel dentro das normas internacionais de qualidade. Culturas pouco conhecidas no Brasil, como o crambe (Crambe abyssinica) e o pinhão-manso (Jatropha curcas), são conhecidas, mas não trabalhadas para a produção de óleo, como o nabo-forrageiro (Raphanus sativus), despontam como alternativas interessantes para a produção de biodiesel (SOUZA et al, 2009).

A produção de biodiesel no Brasil tem como matéria-prima, além da cultura da soja (Glycine Max L.), é produzido de canola ou colza (Brassica napus L.), do dendê (Elaeis guineensis J.) e do girassol (Helianthus annus L.), sendo que espécies como a mamona, o cambre e o pinhão manso estão sendo usados experimentalmente em pesquisas (ARAÚJO e SOUSA, 2008).

O Brasil se destaca pela sua grande diversidade e produtividade de grãos que podem ser utilizados na fabricação de óleos vegetais (soja, mamona, dendê, algodão, canola, amendoim, pupunha e outras), apresentando neste sentido, uma grande abertura para uma nova alternativa energética, no caso da substituição do diesel por biocombustiveis, ou seja, o diesel produzido a partir de óleos vegetais (SILVA, 2006).

Além dos óleos vegetais, gorduras animais podem ser utilizadas no seu processo de produção (MILLI, 2011). De acordo com a pesquisa do IBGE (2007) sobre a produção da pecuária municipal 2005, o rebanho bovino brasileiro atingiu 207,2 milhões de animais, com um aumento de 1,3 % em relação a 2004. Nota se que houve um crescimento de forma significativa nos últimos anos, consagrando o Brasil como o maior produtor mundial de bovinos, seguido por Índia e China (MOURA, 2008).

O primeiro biodiesel obtido a partir de sebo bovino foi produzido na Itália. E no Brasil já está sendo produzido e analisado pela Petrobrás, apresentando características físico-químicas dentro dos limites estabelecidas as pela ANP. Entretanto tem a desvantagem de precipitar a uma temperatura de 5 ºC, em comparação ao biodiesel de soja que precipita a 0 ºC (MOURA, 2008).

Nas três primeiras décadas do século XX, a produção de soja era quase exclusivamente feita em países do Oriente, como a China, Indonésia, Japão e Coréia. Chegou em 1908 ao Brasil pelas mãos dos imigrantes japoneses, que a introduziram no Estado de São Paulo. A partir da década de 60 os agricultores brasileiros do Sul se interessaram em plantá-la de forma extensiva (BELTRÃO, 2008).

As dimensões do sistema agroindustrial da soja no Brasil são consideráveis: é a única oleaginosa com escala suficiente para a produção imediata de Biodiesel, uma vez que cerca de 90% da produção de óleo provém dessa oleaginosa (BELTRÃO, 2008).

Segundo Silva (2006), a soja apresentou o melhor resultado com base nos critérios investigados do que as demais oleaginosas, seguidas em ordem decrescente de importância das oleaginosas: Dendê, Canola, Mamona e Amendoim, para o potencial de produção do biodiesel brasileiro. Em algumas regiões, como o Nordeste Brasileiro, podem ser cultivadas algumas oleaginosas como: mamona, amendoim, gergelim, babaçu e outras. (SILVA, 2006).

Segundo Beltrão (2008), a cultura do algodoeiro, tanto herbáceo como arbóreo, é uma das mais importantes no Brasil. Tem sido demonstrada a viabilidade do uso do óleo de algodão como matéria prima para a produção de biodiesel.

Em se tratando de biomassa para a produção dos biodieseis, atualmente o algodão se destaca, sendo que em julho de 2007 a agência do SEBRAE publicou que o biodiesel mais viável e barato produzido no país é do caroço de algodão, onde seu custo é por volta de R$ 0,81 o litro e sai da região do Nordeste, seguido pela soja, produzido na região Centro-Oeste, a R$ 0,90 o litro, tomando por base a análise comparativa feita nas cinco regiões do país.

O algodão no Brasil se constituiu no Nordeste, nos séculos XIX e XX uma das bases do sistema culturas de subsistência, algodão e bovinos, sendo o produto vegetal que se constituía na principal fonte de geração de renda para a agricultura familiar nordestina.

O algodão, é a terceira matéria-prima mais importante para a produção do biodiesel nacional, fica atrás apenas da soja e do resíduo de suínos. O óleo de algodão contribui com 5 % dos dois bilhões de litros de óleo que o Brasil usa hoje para a produção de biodiesel. A quantidade de óleo presente na semente do algodão é baixa em relação a outras culturas, com uma média de 14 %. Para cada litro de óleo, são necessários 12 quilos de algodão.

Apesar do baixo potencial de óleo, a vantagem do algodão em relação às outras culturas é o preço. O custo de produção para conversão em biodiesel é um dos mais baratos que existem, além de existirem pesquisas para se desenvolver mais variedades com alto teor oléico (ROLIM, 2011).

Dentre as alternativas para produção de óleos e gorduras a partir da agricultura, tem-se dado um destaque especial à família Jatropha, especialmente ao gênero Curcas, conhecido no Brasil como pinhão-manso. Esta planta, assim como outras espécies da família Jatropha, é ainda pouco conhecida, mas pelo fato de ser perene e de se adaptar muito bem em regiões semi-áridas tem sido apontada como

ideal para a produção de óleos no nordeste brasileiro, utilizando a agricultura familiar (SUAREZ, et al., 2009).

3.5 Biodiesel Potencial no Brasil

Segundo Beltrão (2008), o Brasil tem o maior potencial do mundo para a produção de oleaginosas como matéria prima para biodiesel. A mamoneira é uma oleaginosa de destacada importância no Brasil e no mundo, e o Brasil é o país com maior potencial para produzir biodiesel, pois possui mais de 20% da área agricultável do mundo, e mais de duzentas espécies de oleaginosas que podem ser cultivadas em todo o território brasileiro (ARAÚJO e SOUSA, 2008).

Segundo Beltrão (2008), no semiárido nordestino brasileiro a produção de biodiesel a partir do óleo de mamona tem recebido destaque em especial pelo Governo Federal e alguns Governos estaduais, tais como dos Estados da Bahia e do Ceará, entretanto, além da mamona existe outra oleaginosa bem adaptada ao clima desfavorável da região que é o algodoeiro e outra em potencial, caso do pinhão manso *(Jatropha curcas L.)* que requer ainda muitos estudos, domesticação e seleção de genótipos mais uniformes e produtivos, e com elevados teores de óleo.

Segundo (CHAVES, 2008), o girassol é nativo da América do Norte, podendo ser encontrado desde as planícies do Canadá até a América do Sul. No Brasil, a região de maior produção é a Centro-Oeste, com destaque para os estados de Mato-Grosso e Goiás.

Embora o girassol esteja entre as principais oleaginosas produtoras de óleo vegetal comestível do mundo, sua produção atual, no Brasil, é inexpressiva. Recentemente, a cultura foi re-introduzida nos Cerrados. No ano de 2003, o girassol foi cultivado como safrinha em cerca de 62 mil hectares, concentrados em Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás (BELTRÃO, 2008).

3.6 Pinhão manso

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) pertence à família das Euforbiáceas, a mesma da mandioca, seringueira e mamona; é também conhecido como pinhão-da-índia, pinhão-de-purga, pinhão-de-cerca, pinhão-dos-barbados, pinhão-branco, pinhão-paraguaio, pinhão bravo, dentre outros (MOURA, 2010).

O nome Jatropha, deriva do grego *iatrós* (doutor) e *trophé* (comida), relativo às suas propriedades medicinais e *curcas* é o nome comum para o pinhão manso em Malabar, Índia. (BRASILINO, 2010, p.10).

O pinhão manso é uma oleaginosa que resiste às diversas variações de solo e clima, tendo ainda a vantagem de possuir um ciclo perene, que se conserva durante muito tempo e produtividade média de duas toneladas por hectare. As sementes são de fácil armazenamento e boa preservação. A torta resultante da extração do óleo pode servir como adubo orgânico devido ao alto teor de nitrogênio, fósforo e potássio (ARAÚJO e SOUSA, 2008).

De acordo com Moura (2010), trata-se de um arbusto grande, de crescimento rápido, cuja altura normal é de dois a três metros, mas pode alcançar até cinco metros em condições especiais, (Figura 2).

Figura 2. Arbustos de pinhão manso (*Jatropha curcas L*.).

Fonte: MOURA, 2010, p. 07.

De acordo com Moura (2010), os frutos são do tipo cápsula ovóide, com 1,5 a 3,0 cm de diâmetro. É trilocular contendo, geralmente, três sementes, sendo uma semente por lóculo. O fruto, pesando cada uma de 1,53 a 2,85 g.

As sementes do pinhão manso são relativamente grandes; quando secas medem de 1,5 a 2 cm de comprimento e 1,0 a 1,3 cm de largura, (Figura 3).

Figura 3. Sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.).

Fonte: Próprio autor.

Tendo como referência Moura, (2010) as sementes de pinhão manso podem ter de 33,7 a 45 % de casca e de 55 a 66,3 % de albúmen (amêndoa). Nessas sementes, são encontrados ainda, 7,2 % de água, amido, albuminóides e materiais minerais, sendo 4,8 % de cinzas e 4,2 % de nitrogênio.

Segundo Moura, (2010), as sementes de pinhão manso contêm de 25 a 40 % de óleo. Enquanto, Araújo e Sousa, (2008), afirmam que na semente de pinhão manso podem conter em torno de 50 % de óleo.

Segundo Souza (2010), o óleo de pinhão manso é composto por aproximadamente 20 % de ácidos graxos saturados e 80 % de ácidos insaturados. Óleos e gorduras são constituídos principalmente por ácidos orgânicos, conhecidos como ácidos graxos, que diferem no número de carbonos constituintes de sua cadeia e também na presença de insaturações (ZANETTE, 2010).

Para o emprego de um óleo para a produção de biodiesel, é importante conhecer a sua composição em termos de ácidos graxos. No caso do óleo de pinhão manso, os principais ácidos graxos que o compõem são: palmítico, esteárico, oléico, linoléico e linolênico (ZANETTE, 2010). As estruturas dos ácidos graxos majoritários presentes no óleo de pinhão manso encontram-se indicadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição dos principais ácidos graxos presentes no óleo de pinhão manso

Componente	% média
Palmítico C16:0	14,3 – 15,5
Esteárico C18:0	5,1 – 5,4
Oléico C18:1	41,1 – 44,2
Linoléico C18:2	34,9 – 38,1
Linolênico C18:3	0 – 0,2

Fonte: (ZANETTE, 2010, p. 11).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi dividido em quatro etapas: pesquisa bibliográfica, a prensagem da semente, ou seja, extração do óleo vegetal, síntese do biodiesel e ensaio físico químico. Todas realizadas no Laboratório de Química Analítica e Quimiometria – LQAQ, pertencente à Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

4.1 Extração do óleo de pinhão manso e obtenção do biodiesel

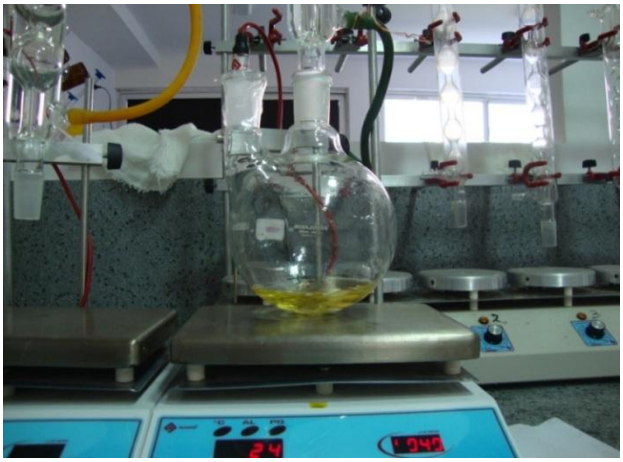
Todas as amostras foram submetidas, separadamente por lotes distintos a prensagem mecânica em uma prensa hidráulica de 15 toneladas. Em seguida, foi realizada a limpeza do óleo através de filtração simples, com a finalidade de separar analítos indesejáveis do óleo. Por fim, o biodiesel foi produzido por reação de transesterificação, de acordo com as seguintes condições: a proporção de 1:6 de óleo para álcool etílico, quantidade de catalisador de 1%, com tempo de reação de uma hora a 40 rpm em temperatura ambiente.

Figura 4. Processo de produção de biodiesel.

Fonte: http://www.biodieselbr.com

A reação foi conduzida sobre agitação magnética, (figura 5).

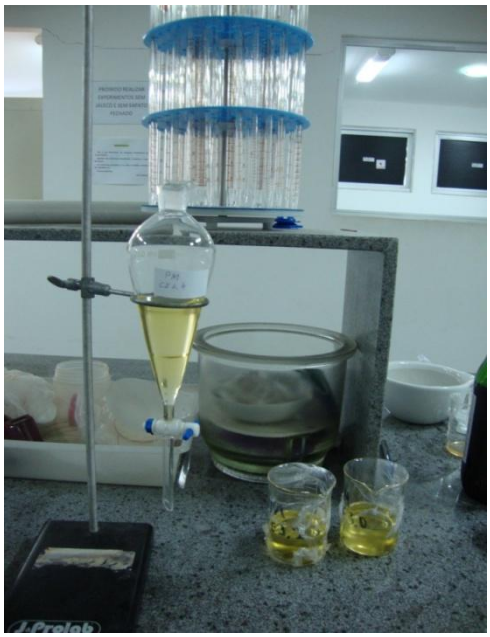
Figura 5. Processo de produção de biodiesel.



Fonte: Dados da pesquisa.

Após o tempo reacional de uma hora, a mistura foi colocada em um funil de decantação, durante 30 minutos, período necessário a visualização de duas fases. Uma menos densa, ésteres etílicos e a outra mais densa, a glicerina. Antes Dessa maneira, a mistura foi submetida à repouso durante 24 horas até a separação total do biodiesel e a glicerina (ALBUQUERQUE, 2006), (Figura 6).

Figura 6. Separação da glicerina do biodiesel de pinhão manso.



Fonte: Dados da pesquisa.

Após a separação, a glicerina foi retirada do funil de decantação sendo iniciada a lavagem do biodiesel com água deionizada, (Figura 7).

Figura 7. Processo de lavagem do biodiesel da rota etílica.

Fonte: Dados da pesquisa.

Após a lavagem, foi iniciada a secagem do biodiesel, em estufa de circulação de ar, durante 3 horas sob a temperatura de 130°C. Tal procedimento foi realizado com a finalidade para retirar o excesso de água no biodiesel do pinhão manso (Figura 8).

Figura 8. Biodiesel na estufa.

Fonte: Dados da pesquisa.

4.2 Analises físico químicas

A determinação das propriedades físico-químicas do biodiesel de pinhão manso foi realizada de acordo com as normas da American Society of Testing and Materials (ASTM) e Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) indicadas pela Resolução n° 42 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP). As análises físico-químicas foram realizadas em duplicata.

4.3 Densidade

A densidade é uma grandeza física definida como sendo a quantidade de massa existente em um dado volume. As leituras de densidade foram realizadas utilizando um densímetro digital.

4.4 Refratômetria

O índice de refração de uma substância é a relação entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz na substância testada. É uma propriedade física útil na caracterização e identificação de líquidos, ou para indicar a sua pureza. É

característico para cada óleo e está relacionado com o grau de saturação das ligações, mas é afetado por outros fatores tais como: teor de ácidos graxos livres, oxidação e tratamento térmico (MOURA, 2010).

Os óleos e as gorduras possuem poderes de refringência diferentes e, de acordo com sua natureza, desviam com maior ou menor intensidade os raios luminosos que os atravessam; assim, o índice de refração de uma gordura aumenta com o comprimento da cadeia carbônica e com o grau de insaturação dos ácidos graxos constituintes dos triglicerídeos (PEREIRA, 2009). Na mensuração desta análise foi utilizado um refratômetro ABBER.

4.5 Índice de acidez

O índice de acidez mede a quantidade de substâncias no biodiesel e, está direcionado a presença de ácido livre na amostra de biodiesel sendo utilizado como parâmetro de qualidade do biocombustível.

O índice de acidez (I.A.) revela por titulometria o estado de conservação do óleo. A acidez ocorre devido à hidrólise parcial dos glicerídeos relacionado à natureza da matéria prima, sendo assim o óleo pinhão manso. O índice de acidez revela o estado de conservação do óleo, definido como o número de mg de hidróxido de potássio (mg KOH) é necessário para neutralizar os ácidos livre da amostra (DANTAS, 2006).

Os altos índices de acidez têm efeito negativo sobre a qualidade do óleo, sendo assim a o ponto de torna ló inadequado para alimentação humana fins carburantes afetando a estabilidade térmica de combustão, com ação corrosiva sobre os componentes metálicos do motor.

As análises foram feitas em duplicata. Inicialmente, pesou se 2 g da amostra em um Erlenmeyer e adicionou-se 25 mL de solução de eter - álcool (2:1) previamente neutralizada com uma solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L. Em seguida, adicionou-se 2 gotas de indicador fenolftaleína titulando-se até o ponto de viragem.

4.6 Índice de saponificação

O Índice Saponificação (I.S.) definido como de mg de hidróxido de potássio (KOH), necessário para neutralizar os ácidos graxos, resultante da hidrólise de um grama da amostra, é inversamente proporcional ao peso molecular médio dos ácidos graxos dos glicerídeos presentes.

Pesou-se 2 gramas em um Erlenmeyer e adicionou-se 20 mL de solução de hidróxido de potássio a 4%. Em seguida, o Erlenmeyer foi adaptado no condensador de refluxo e aquecido até ebulição branda durante 30 minutos. Logo, adicionou-se 2 gotas de indicador fenolftaleína e titulou-se a quente com solução de ácido clorídrico a 0,5 mol/L.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Padrão de qualidade do biodiesel

Tabela 2. Caracterização físico química do biodiesel do pinhão manso.

Aspecto	**UNIDADE**	**Resultado**	**Brasil ANP 07/2012**
Densidade	Kg/m³.	872,7	800 a 900
Refratômetria	25°C	1,4582 ±0,0005	ANOTAR
Índice de acidez	mgKOH/g	0,5559	0,50
Índice de saponificação	mgKOH/g	142,3495	NC

(NC), não cita

A partir dos resultados expostos na Tabela 2, pode-se verificar que o biodiesel de pinhão manso encontra-se dentro da norma estabelecida pela ANP. Contudo, como não foi encontrado, nesta normativa, um limite para o parâmetro índice de saponificação, usou-se como referência deste a literatura.

Assim, conforme relatam Alves e Serra (2010), o resultado obtido para o índice de saponificação foi de é 182 mgKOH/g, enquanto que Viviane et al. (2014) relata para este índice o valor de 175,9 mg KOH/g para o biodiesel de pinhão manso.

5.2 Resultados das Análises

Esta pesquisa foi iniciada a partir da realização de uma revisão bibliográfica de alguns óleos vegetais pesquisados no mundo, para a produção de biodiesel, com destaque aos mais potenciais no Brasil.

Em seguida, foi realizada a prensagem das sementes de pinhão manso, com vista à extração mecânica do óleo, sendo o mesmo purificado a partir de uma filtração simples, seguida pela sua síntese, através da reação de transesterificação e, por fim sua caracterização físico-química.

As propriedades físico-químicas do biodiesel de pinhão manso foram determinadas em 7 amostras, sendo este procedimento realizado em consonância com as normas da Agência Nacional do Petróleo (ANP).

A caracterização físico-química foi feita em duplicata realizando-se os seguintes ensaios: Densidade, Refratômetria, Índice de Acidez e Índice de saponificação. Tal procedimento foi relevante, em vista às análises serem importantes para determinar a qualidade do biodiesel.

6 CONCLUSÃO

Com as análises bibliográfica das novas fontes renováveis de biocombustível do óleo vegetal e animal, foram apresentado óleo de pinhão manso, como mais uma fonte de energia. Com os resultados obtidos no desenvolvimento deste trabalho, podemos concluir que o óleo de pinhão manso (Jatropha curcas L.) apresenta-se como fonte importante para a produção de biodiesel. Com as análises do óleo mostrou o resultado obtido, estão de acordo com a ANP que determina o controle de qualidade dos biodieseis.

7 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Geuza Araújo de. ***Obtenção e caracterização físico químico do biodiesel de canola (Brassic napus).*** 2006. Dissertação (mestrado) Universidade Federal da Paraíba – UFPB. João Pessoa – PB.

ALVES, José M. Arcanjo; SOUSA, Ataiza de Andrade; SILVA, Sebastião R. Galdino da; LOPES, Guido Nunes;SMIDERLE, OscarJosé; UCHÔA, Sandra C. Pereira. ***Pinhão-Manso: Uma Alternativa para Produção de Biodiesel na Agricultura Familiar da Amazônia Brasileira***. Revista Agroambiente on line. vol.2, no. 1, jan/jun. Boa Vista, 2008.

ALVES, Marcos Antônio Baleeiro; SERRA, Juan Carlos Valdés. Caracterização Físico Química de Pinhão Manso Cultivado no Estado do Tocantins IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas. João Pessoa, PB – 2010.

ARAÚJO, Leila Garcês; SOUSA, Kellen Cristhiana Inácio. Pinhão Manso Para Produção de Biodiesel. Revista Anhangüera v.9 n.1 jan./dez. p.95-119 2008.

BELTRÃO***,*** Napoleão E. de Macêdo. ***Oleaginosa e seus óleos: vantagens e de desvantagens para produção de biodiesel.*** Embrapa Algodão - Documentos (INFOTECA-E). Campina Grande - PB: Embrapa Algodão, 2008.

BILICH,Feruccio. **Análise Multicriterio da Produção de Biodiesel**. XIII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 6 a 8 de Novembro de 2006.

Biodiesel no Mundo - BiodieselBR.com. **Brasil.** Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/biodiesel/historia/oleos-vegetais-biodiesel-brasil.htm>. Acesso em: 06/06/2014.

BRASILINO, Maria das G. A. ***Avaliação da Estabilidade Oxidativa do Biodiesel de Pinhão Manso (Jatropha curcas L.) e Suas Misturas ao diesel.*** 2010. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal da Paraíba – UFPB. João Pessoa – PB.

CANDEIA, Roberlucia Araújo. ***Biodiesel de Soja: Síntese, Degradação e Misturas Binárias.*** 2008. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal da Paraíba – UFPB. João Pessoa – PB.

CHAVES, Aníger Teresa Costa Aranha. ***Otimização do processo de produção de biodiesel etílico do óleo de girassol (Hellianthus annus) aplicando um delineamento composto central rotacional (DCCR). 2008***. Dissertação (mestrado) Universidade Federal da Paraíba – UFPB. João Pessoa – PB.

DANTAS, Manoel Barbosa. ***Obtenção, Caracterização e Estudo Termoanalítico de Biodiesel de Milho.*** 2006. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) - Universidade Federal da Paraíba – UFPB. João Pessoa – PB.

FERRARI, Roseli Aparecida; OLIVEIRA, Vanessa da Silva; SABIO, Ardalla. **Biodiesel de soja - Taxa de conservasão em Ésteres Etílicos, Caracterização Físico - Química e Consumo em Gerador de Energia**. Química Nova, Vol. 28, 1, 19-23, 2005. Ponta Grossa - PR, 2005.

FERREIRA, Willian Jose; BATISTA, Getulio Teixeira; CASTRO, Cristina Maria de; DEVIDE, Antonio Carlos Pries. ***Biodiesel de pinhão manso (Jatropha curcas L.) em países emergentes: alternativa para o desenvolvimento regional***. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. v.09, p. 03 a 16, janeiro/ março. Taubaté – SP, 2013.

FLAVIA C. C. Oliveira, Paulo A. Z. Suarez e Wildson L. P. dos Santos. ***Biodiesel: Possibilidades e Desafios.*** Química Nova na Escola. 2007.

FREIRE, Epitácio de Alcântara; LIMA, Vera Lucia Antunes de. O Cultivo do Pinhão Manso (jatrophas Curcas L.) para a Produção do Biodiesel. UFCG, Campina Grande - PB.

GÓES, Paulo Sérgio de Assis. ***Curso de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo Ênfase em Produção Limpa.*** O papel da Petrobras na Produção de Biodiesel: Perspectiva de produção e distribuição do biodiesel de mamona. Universidade Federal da Bahia – UFBA. Salvador – BA, 2006. Disponível

em:<http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/monografias/mono_paulo_goes.pdf>. Acesso em: 12/06/2014.

MARTINS, Renata; FAVARETO, Arilson. ***Biodiesel de Pinhão Manso?*** SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL , 48ª. 2010, Campo Grande – MS.

MELO, Maria A. M. F. ***Avaliação das Propriedades de Óleos Vegetais visando a Produção de Biodiesel***. 2010. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal da Paraíba – UFPB. João Pessoa – PB.

MILLI, Brunela Bronatto, GRIPA, Danielly Cristina; ***ENCICLOPÉDIA BIOSFERA***, Centro Científico Conhecer. Goiânia - GO , vol.7, N.12; 2011.

MOURA, Bruna dos Santos. ***Transesterificação Alcalina de Óleos Vegetais para Produção de Biodiesel: Avaliação Técnica e Econômica.*** 2010, Dissertação (Mestrado em Eng. Química) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ. Seropédica – RJ.

MOURA, Kátia Regina Marques. ***Otimização do processo de Produção de biodiesel metílico do sebo bovino aplicado um deliamento composto central rotacional (DCCR) e a avalição da estabilidade térmica.*** 2008. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal da Paraíba – UFPB. João Pessoa – PB.

OLIVEIRA, M. I. P. ; BELTRAO, N. E. M. ; ROCHA, M. S. ; AMORIM, M. L. C. M. ; BURITI, C. O. . **Domesticação do Pinhão Manso Visando a Produção de Biodiesel. In: 6o Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiese**l, 2009, Montes Claros-MG. 6o Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. Lavras-MG: Universidade Federal de Lavras, 2009. v. 1. p. 3520-3525.

OSAKI, Mário Otávio Batalha. ***Produção de Biodiesel e Óleo vegetal: realidade e desafio.*** XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociedade Rural – SOBER. SÃO CARLOS - SP – BRASIL, 2008.

PEREIRA, Cristiane de Souza Siqueira. **Avaliação de diferentes tecnologias na extração do Óleo do Pinhão-manso (Jatropha curcas L).** 2009, Dissertação

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ. Seropédica, RJ.

Portal Brasil. ***Governo aumenta percentual de biodiesel no óleo diesel.*** Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2014/05/governo-aumenta-porcentagem-de-biodiesel-no-diesel>. Acesso em: 06/06/2014.

PORTELA, Flaysner Magayyer; SANTOS Douglas Queiroz; RERRONES, Manuel Gonzalo H.; BATISTA, Antônio Carlos Ferreira. **Produção de Biodiesel Metílico a Partir de *Jatropha curcas.*** Iniciação Científica, Universidade Federal de Uberlância – UFU.

PROENÇA, Claudiméia Ap; GREGÓRIO, Fabrício; PIRES, Juliana Angelo; CORRER, Letícia Degasperi; HARDER, Marcia Nalesso Costa. Bionergia em Revista – Diálogo: ***BIODIESEL A PARTIR DE CAROÇO DE ALGODÃO BIODIESEL PRODUTION FOR COTTONSEED***. Piracicaba - São Paulo, Brasil. Disponível em: < file:///C:/Users/CLEDIANO/Downloads/biodiesel%20de%20caro%C3%A7o%20algod%C3%A3o%20(1).pdf>. Acesso em: 08/06/2014.

REOLON,Christiano Beloti Reolon; ROSA, Helton Aparecida; DOLCI, Bruna Dresch; SECCO, Deonir; SANTOS, Reginaldo Ferreira. Rentabilidade e propriedades físico-químicas do biodiesel de cinco espécies vegetais. Cascavel, v.5, n.3, p.22-32, 2012

ROLIM, Leandro. ***A Produção de Biocombustível a Partir da Semente de Algodão no Nordeste Brasileiro Como Fonte de Sustentabilidade Ambiental, Social e Econômico.*** VI Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica. Aracaju-SE - 2011. Disponível em:<https://www.academia.edu/2583698/A_PRODUCAO_DE_BIOCOMBUSTIVEL_A_PARTIR_DA_SEMENTE_DE_ALGODAO_NO_NORDESTE_BRASILEIRO_COMO_FONTE_DE_SUSTENTABILIDADE_AMBIENTAL_SOCIAL_E_ECONOMICA>. Acesso em: 08/06/2014.

SOUZA, Anderson Dias; FÁVARÓ, Simone Palma; ÍTAVO, Luis Carlos Vinhas; ROSCOE, Renato. ***Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-manso, nabo-forrageiro e crambe***.Pesq. agropec. bras., Brasília, v.44, n.10, p.1328-1335, out. 2009.

SOUZA, Lívia T. de Andrade. **Síntese Enzimática do Biodiesel de *Jatropha curcas* pela Rota Etílica.** 2010, Dissertação (Mestrado em Eng. Química) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. Lorena – SP.

SUAREZ, Paulo A. Z.; MENEGHETTI, Simoni M. Plentz. 70º aniversário do biodiesel em 2007: evolução histórica e situação atual no Brasil Química Nova vol.30 no.8 São Paulo 2007. Disponível na Internet: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000800046>.

SUAREZ, Paulo A. ***Z.; SANTOS, André L.F.; RODRIGUES, Juliana P.; ALVES, Melquizedeque B. Biocombustíveis a partir de óleos e gorduras: desafios tecnológicos para viabilizá-los.*** Quím. Nova vol.32 no.3 São Paulo 2009. Disponível na Internet: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422009000300020&script=sci_arttext>.

VIVIANE, V.E. (IFSP - CAMPUS MATÃO); FLUMINGNAN, D.L. (IFSP - CAMPUS MATÃO); LIMA, J.R.O. (UFPI); DE OLIVEIRA, J.E. (INSTITUTO DE QUIMICA - UNESP ARARAQUARA).Produção de Biodiesel Usando Sementes de Pinhão Manso (Jatropha curcas sp.) como Matéria-Prima Oleaginosa e Caracterização e Controle da Qualidade do Biodiesel Através de Ensaios Analíticos Estabelecidos na Resolução ANP n° 14.Biocom, 7ª Simpósio Nacional de Biocombustível. Cuiabá - MT. 23 a 25 de Abril de 2014.

Wazilewski, Willian Tenfen. **Estudo da estabilidade do biodiesel de crambe e soja.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná — Cascavel, PR: UNIOESTE, p, 1835 a 1839. 2012.

ZANETTE, Andréia Fátima. ***Estudo da Transesterificação do Óleo de Pinhão Manso Empregando Catalisadores Heterogêneos.*** 2010, Dissertação (Mestrado em Eng. Química) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Toledo – Paraná.