

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
CAMPUS DE NATAL
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

JULIANA ANDRIELLE DE LIMA NUNES

**ESTUDO DO POTENCIAL PRODUTIVO DE BIODIESEL POR MEIO DE
OLEAGINOSAS PREDOMINANTES NA REGIÃO NORDESTE**

**NATAL/RN
2017**

JULIANA ANDRIELLE DE LIMA NUNES

**ESTUDO DO POTENCIAL PRODUTIVO DE BIODIESEL POR MEIO DE
OLEAGINOSAS PREDOMINANTES NA REGIÃO NORDESTE**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência e Tecnologia como requisito para a obtenção do título de bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lilia Basílio de Caland

**NATAL/RN
2017**

JULIANA ANDRIELLE DE LIMA NUNES

**ESTUDO DO POTENCIAL PRODUTIVO DE BIODIESEL POR MEIO DE
OLEAGINOSAS PREDOMINANTES NA REGIÃO NORDESTE**

Aprovada em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Lilia Basílio de Caland - Orientadora
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Prof^a. Dr^a. Andréa Jane da Silva - Membro
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Prof^a. Me^a. Maria Helena de Freitas Câmara - Membro
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Este trabalho é dedicado à minha família

AGRADECIMENTOS

A Deus por me proteger, e me conceder forças para continuar todos os dias, me guiando sempre em busca do melhor;

À minha família, por me apoiarem, em especial a minha mãe Josefa Lima, pela sua atenção e dedicação, todo seu amor que transmiti, e por todo seu ensinamento e orientações que nunca me faltaram;

Aos meus familiares: Júlia, Jane e Arthur, por sempre estarem ao meu lado, à Liliane, pela a amizade que sempre tivemos, e que teremos;

A João Neto, por me acompanhar independente do momento, pelo apoio e incentivo, obrigada por todo o companheirismo;

A todos que me acompanharam nesta jornada, todos que estiveram fazendo com que este momento fosse o melhor possível, obrigada: Melissa, João Marcos, Vitor, Pedro Júnior, Marcelo, Andrielison, e aos demais que pude conviver;

A todos os professores da UERN que eu fizem com quê me empenhasse no curso, em especial, Prof^a. Dr^a. Ana Dantas;

À Prof^a. Dr^a. Andrea Jane, por acreditar que sou uma pessoa capaz, mesmo com as dificuldades;

À minha orientadora Prof^a. Dr^a Lilia Caland, pelos ensinamentos e orientações proporcionados neste final de ciclo.

RESUMO

Nos dias atuais, tem-se a necessidade de aplicar recursos naturais que possam reduzir nos impactos ambientais. É uma das fontes de recursos renováveis na atualidade é o biodiesel. O biodiesel é um biocombustível com forte potencial no Brasil, suas matérias-primas provem de óleos vegetais, óleos residuais, e gorduras animais, por meio da reação de transesterificação. Seu estudo facilita no entendimento de como podemos realizar a conversão de matérias-primas para a produção do biocombustível. Neste trabalho, foi feita uma avaliação de quais matérias-primas podemos obter o biodiesel, sendo realizado o presente estudo através de pesquisas bibliográficas. Foi realizada uma pesquisa avançada, com o intuito de selecionar apenas artigos, no período de 2016-2017, com a palavra biodiesel. Destacando apenas as matérias-primas, a consulta resultou em 252 trabalhos. A partir deste resultado, foram separadas as oleaginosas, e a quantidade de trabalho localizado para cada uma delas. Com o intuito de estudar as oleaginosas, e realizar a confirmação de que possuem desempenho no seu cultivo na região Nordeste do país.

Palavras-chave: Biodiesel, Reação de transesterificação, Oleaginosas, Nordeste.

ABSTRACT

Nowadays, there is a need to apply resources that can reduce environmental impacts. And biodiesel is one of the sources of renewable resources today. Biodiesel is a biofuel with strong potential in Brazil, its raw materials come from vegetable oils, residual oils, and animal fats, through the transesterification reaction. And his study facilitates the understanding of how we can carry out the conversion of raw materials to the production of biofuel. In this work, an evaluation was made of which raw materials we can obtain biodiesel, and it is possible to carry out this study, through bibliographical research. An advanced research was carried out, in order to select only articles, in the period 2016-2017, with the word biodiesel. Highlighting only the raw materials, the consultation resulted in 252 jobs. From this result, the oilseeds were separated, and the amount of work located for each one. In order to study the oilseeds, and confirm that they have performance in their cultivation in the northeastern region of the country.

Keywords: Biodiesel, Transesterification reaction, Oilseed, Northeast.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Oferta Interna de Energia no Brasil – 2015 (%).....	15
Figura 2 – Solos da região Nordeste do Brasil	17
Figura 3 – Reação de Transesterificação	20
Figura 4 – Etapas do processo industrial para formação do biodiesel	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção de biodiesel, por estado (mil m ³).....	16
Tabela 2 – Composição de ácidos graxos de alguns óleos vegetais (% em massa)	19
Tabela 3 – Matérias-primas obtidas a partir da pesquisa científica	22
Tabela 4 – Oleaginosas indicadas para cultivo na região Nordeste	31

LISTA DE ABREVIATURAS

ANP Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

MME Ministério de Minas e Energia

Mtep Unidade de medida de energia, megatep

PNPB Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	BIODIESEL	14
2.2	LEI N° 11.097	14
2.3	OFERTA E REGULAMENTAÇÃO DO BIODIESEL NO BRASIL	15
2.4	CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS SOLOS E CLIMA DO NORDESTE	17
2.5	CARACTERÍSTICAS E POTENCIAL DAS OLEAGINOSAS	18
2.6	PROPRIEDADES DOS ÓLEOS VEGETAIS	19
3	ESTUDOS SOBRE OLEAGINOSAS	22
3.1	MATÉRIAS-PRIMAS PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL	22
3.1.1	Amendoim (<i>Arachis hypogaea</i>)	23
3.1.2	Babaçu (<i>Attalea speciosa</i>)	24
3.1.3	Dendê (<i>Elaeis guineensis</i>)	25
3.1.4	Soja (<i>Glycine max</i>)	25
3.1.5	Pinhão-Manso (<i>Jatropha curcas L.</i>)	26
3.1.6	Óleos residuais	26
3.2	OUTRAS OLEAGINOSAS IMPORTANTES PARA CULTIVO	27
3.2.1	Girassol (<i>Helianthus annuus</i>)	27
3.2.2	Mamona (<i>Ricinus communis</i>)	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5	CONCLUSÃO	33
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, há uma grande procura por novas fontes de energia renovável e fontes livres de poluentes. Vários fatores motivam esta busca; entre eles a poluição atmosférica causada por derivados do petróleo, a ameaça de escassez e o aumento do preço do petróleo.

O biodiesel é um combustível renovável que cada vez mais vem ganhando força no cenário nacional e internacional. O Brasil apresenta condições climáticas e solos favoráveis, o que o torna competitivo no mercado como produtor de biocombustíveis, como biodiesel e bioetanol.

O biodiesel foi inserido na matriz energética brasileira através da Lei nº 11.097 publicada em 13 de janeiro de 2005 Art. 2º, que especificava a adição de 5% de biodiesel ao diesel de origem mineral até 2013. Até o fim do ano de 2014, constava em 7% de obrigatoriedade na mistura. Neste ano, em 01 de março de 2017 o Governo Federal aumentou para 8% o percentual obrigatório da mistura do biodiesel ao diesel e com perspectiva de um aumento de 10% até o ano de 2019 (MME, 2017). A contínua elevação do percentual de adição de biodiesel ao diesel demonstra o sucesso do PNPB (Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel), e impulsiona ainda mais as pesquisas deste biocombustível.

No estado do Rio Grande do Norte a falta de recurso ainda se mostra como um fator negativo quanto ao cultivo de oleaginosas capazes de produzir biodiesel. No entanto, no ano de 2007 a estatal Petrobras instalou no estado, um projeto de produção em escala de demanda de três tipos de oleaginosas: a mamona, girassol e por último o pinhão-manso. Na época contabilizou-se em torno de 50 mil hectares do cultivo dessas matérias-primas (BATISTA, 2017).

Após o planejamento do projeto, foi confirmado que a produção possibilitaria captar cerca de até 10 mil toneladas/ano, porém o projeto apresentou problemas em sua execução, como por exemplo, a disponibilidade do maquinário necessário para o plantio de mamona (BATISTA, 2017).

Destaca-se a necessidade de estudar as matérias-primas capazes de produzir biocombustível a partir de oleaginosas cultivadas no Nordeste, que temos como objetivo geral deste trabalho, analisando o potencial em plantação e características favoráveis ao cultivo de oleaginosas na região. Com um dos objetivos

a realização da separação de trabalho que contivesse as matérias-primas mais utilizadas na produção de biodiesel. Com destaque nas oleaginosas com características específicas de plantação no Nordeste do Brasil, e com isso, confirmar as características dessas matérias-primas baseado nos estudos realizados, e quais são promissoras de plantio na região Nordeste.

Torna-se um fator importante para a economia nacional que ainda necessita tanto do desenvolvimento de novas tecnologias quanto soluções para questões econômicas e sociais. Atualmente, há necessidade de pesquisas para diversas finalidades: diversificar fontes de matéria-prima, incluindo renováveis ou óleos residuais, diminuir custos de produção, criar novas metodologias de produção, entre outros fatores (RUSCHEL et al, 2016).

Este estudo aumenta a sua importância quando se lembra que o Brasil é figura entre os maiores produtores mundiais de biodiesel e o estado do Mato Grosso agrega a maior produção de grãos do país e conta atualmente com 22 usinas de biodiesel instaladas.

Com base na pesquisa bibliográfica, podemos confirmar através dos trabalhos realizados, que na região Nordeste do país, a concentração em extração para a produção de biodiesel, pode ser através de vegetais como o girassol, mamona, pinhão-manso. Por serem plantas com maior adaptação à diversidade de solos, climas e meio de cultivo. Dessa forma, o incentivo tanto em projetos de pesquisas como também na implementação industrial de plantas de pequeno e médio porte de biodiesel pode ser estimulada com a existência dessas oleaginosas promissoras da nossa região.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: Introdução, fazendo um breve levantamento do tema, objetivos propostos e metodologia utilizada para a finalidade da pesquisa; Referencial Teórico dissertando sobre os meios de produção de biodiesel, e as oleaginosas que temos como o meio de cultivo para produção do biodiesel; Estudo sobre oleaginosas, na qual consta uma síntese de resultados baseados na pesquisa deste trabalho. Resultados e discussões, de acordo com o esperado para cada objetivo; Referências Bibliográficas, no qual constam todas as referencias citadas no trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 BIODIESEL

O biodiesel é um combustível biodegradável renovável, e possui diversas formas de ser obtido, pode ser produzido a partir de gorduras animais, óleo de frituras ou óleos vegetais (MME, 2017).

Segundo Ramos et al. (2003), o biodiesel é definido como um éster monoalquílico de ácidos graxos derivados de lipídeos de ocorrência natural e pode ser produzido, através da reação de triglicerídeos com álcool simples (etanol ou metanol) na presença de um catalisador de característica ácida ou básica.

Os dois principais biocombustíveis líquidos usados no Brasil são: o etanol, que é extraído da cana-de-açúcar e o biodiesel, que é produzido a partir de óleos vegetais ou de gorduras animais. E adicionado ao diesel de petróleo em proporções variáveis (ANP, 2015).

Segundo Knothe et al. (2006 apud BARACHO, 2016), o biodiesel apresenta muitas vantagens comparando com o diesel de petróleo, tais como: originado de matérias-primas renováveis de ocorrência natural; composto biodegradável; caráter não tóxico; menor emissão de gases poluentes (com exceção dos óxidos de nitrogênio, NO_x). O biodiesel é livre de enxofre; alto ponto de fulgor, dando mais segurança no manuseio e armazenamento; alto número de cetano; excelente lubricidade.

2.2 LEI Nº 11.097

A lei que regulamenta o biodiesel no Brasil é a 11.097, de 13 de janeiro de 2005 Art. 2º, que estabelece obrigatoriamente que tenha a adição de um percentual mínimo de biodiesel ao diesel comercializado no Brasil. O percentual obrigatório após oito anos da publicação da deferida lei é de 5%. Entre o período de janeiro de 2010 e junho de 2014 era de 5%. Até do final de 2014, constava em 7% de obrigatoriedade na mistura. Em 01 de março de 2017 o Governo Federal aumentou para 8% o percentual obrigatório da mistura do biodiesel ao diesel (MME, 2017).

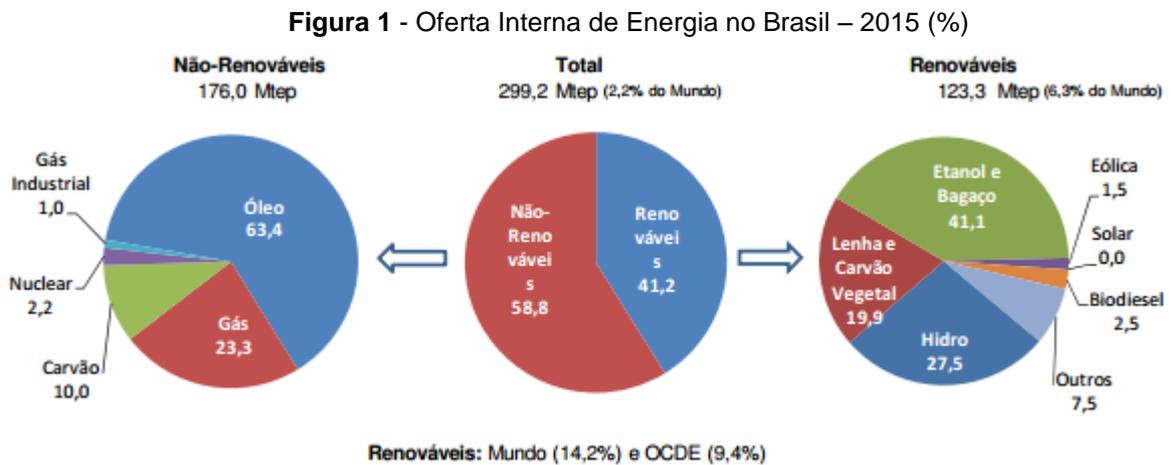
Com o aumento no percentual do uso do biodiesel, será reduzida a importação de óleo diesel, além de favorecer a agricultura familiar e o agronegócio, por meio de incentivo à produção. É esperado o acréscimo de 10% até o ano de 2019, estimado em 6 bilhões de litros quanto da sua vigência (MME, 2017).

De acordo com Bueno et al. (2016, p 229):

Os programas governamentais têm incentivado o uso de diferentes tipos de biomassa, de acordo com a disponibilidade de cada região. Com relação ao biodiesel, metas são estabelecidas para sua adição gradual de óleo combustível, seguindo um plano para aumentar o percentual de concentração para valores expressivos.

2.3 OFERTA E REGULAMENTAÇÃO DO BIODIESEL NO BRASIL

A Figura 1 mostra a oferta interna de produção de energia no Brasil até o ano 2015, quanto à utilização de recurso não renováveis e renováveis e suas respectivas fontes de produção de energia:



Fonte: MME, 2015.

A figura anterior ilustra a estrutura da OIE de 2015. Observa-se, no gráfico central, as vantagens comparativas da participação de 41,2% das fontes renováveis na matriz energética brasileira, contra apenas 9,4%, nos países da OCDE (na maioria ricos), e de 14,2%, na média mundial. No gráfico de renováveis, o etanol e o bagaço de cana detêm a maior participação, de 41,1% (MME, 2015).

Como mostra na Figura 1, o Brasil até o ano de 2015 fornecia 123,3 Mtep¹, equivalente a 10⁶ toneladas de petróleo da produção de recursos renováveis para a produção de energia.

É possível identificar através da Figura 1, que apenas 2,5% da produção de energia por recursos renováveis, provêm do biodiesel até o ano de 2015. Em virtude de que o Brasil ainda concentra seu maior fornecimento de energia na utilização de energias não renováveis como: carvão e o gás industrial.

Enquanto a nível nacional, podemos verificar a situação do nosso estado quanto a produção do biodiesel de acordo com levantamento do MME (2016):

Tabela 1 - Produção de biodiesel, por estado (mil m³)

Ano	BA	CE	GO	MT	MG	PR	SP	TO	RS	RO	MS	RJ	SC	RN	TOTAL
2014	160	73	644	611	83	319	170	74	971	11	217	17	68	0	3.420
2015	225	87	695	846	92	364	184	62	1.114	4	207	19	34	2	3.937
%n ²	4,7	2,1	18,8	17,9	2,4	9,3	5,0	2,2	28,4	0,3	6,4	0,5	2,0	0	100,0

Fonte: MME, 2016.

Segundo MME (2016), a capacidade instalada das 53 unidades produtoras de biodiesel, existentes em dezembro de 2015, totalizou 7.434 mil m³/ano, sendo 40% na região Centro-Oeste, 37% na região Sul, 13% na Sudeste, e apenas 7% na Nordeste, e 3% na Norte. Eram 41 usinas detentoras do Selo Combustível Social, correspondendo a 91% da capacidade instalada total. Revogações e/ou novas autorizações de plantas ocorrem a cada ano.

Como verificado na Tabela 1, o nordeste até o ano de 2016 possuía 7% de unidades produtoras de biodiesel. Com o principal alarme para o Rio Grande do Norte que até o ano da pesquisa tinha apenas 2 unidades.

¹ Unidade de medida de energia, em megatep

² %n – Porcentagem estimada do ano de 2014 de acordo com a quantidade total

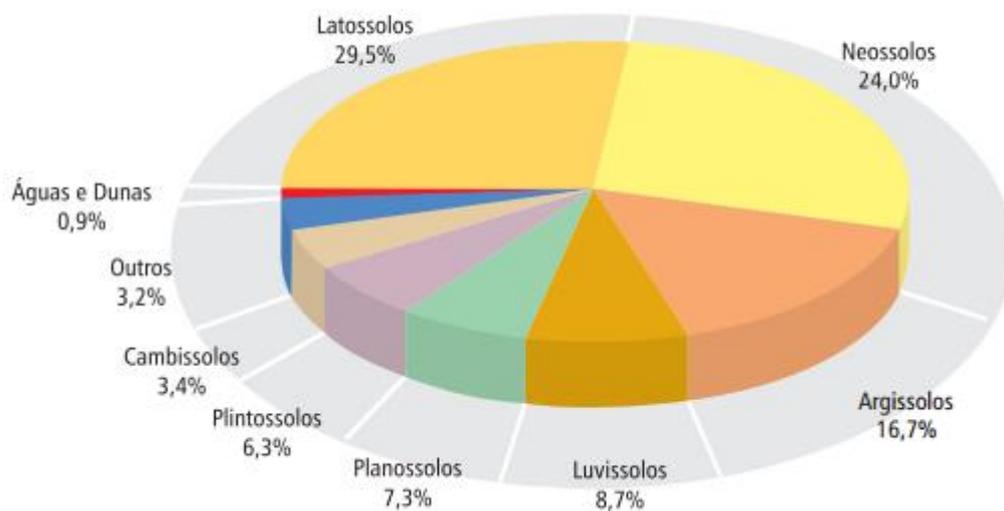
2.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS SOLOS E CLIMA DO NORDESTE

Fatores como solo e condições climáticas são indispensáveis no cultivo de oleaginosas. É relevante considerar os estudos agroclimáticos, pois certamente poderão indicar em quais regiões do Nordeste possuem condições favoráveis para o cultivo da matéria-prima.

Segundo o Marques et al. (2014), o Nordeste do Brasil, em virtude da diversidade de climas, conformações de relevo, apresenta uma grande variedade de ambientes e, conseqüentemente, de solos.

Esses solos apresentam feições morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas marcantes, o que lhes permitem ser subdivididos em classes relativamente homogêneas. O gráfico abaixo representa a área porcentual dos principais solos da região Nordeste do Brasil (MARQUES et al, 2014):

Figura 2 – Solos da região Nordeste do Brasil



Fonte: Embrapa, 2014.

Podemos identificar a partir da Figura 2 quais os principais solos nordestinos nos seguintes tipos: Argissolos, Cambissolos, Latossolos, Luvisolos, Neossolos, Planossolos, Plintossolos. Os tipos de solos do nordeste favorecem o cultivo da mamona, babaçu, amendoim entre outros tipos de oleaginosas que conseguem se adaptar a diversos meios, como os recursos hídricos, fatores climáticos, impactos ambientais. E possuem um período de semeadura propício para cultivo.

Segundo a Embrapa (2010), é importante avaliar as vulnerabilidades climáticas e às projeções das mudanças climáticas para região Nordeste, com a opção de selecionar oleaginosas com fácil adaptação ao plantio sequeiro.

Segundo Monteiro (2010), a vulnerabilidade climática da região Nordeste é caracterizada, tanto em relação aos aspectos da variabilidade climática atual, quanto pela apresentação das projeções da variabilidade climática decorrentes das mudanças climáticas. Sob esse panorama é analisado o potencial de difusão e diversificação de oleaginosas para produção de biodiesel que apresentam aptidão para o cultivo sob as condições socioeconômicas e ambientais características da agricultura familiar nordestina.

O clima semiárido é caracterizado por alta temperatura média anual, variando de 23 a 27°C, precipitações médias anuais iguais ou inferiores a 800 mm/ano, alta insolação média anual (2.800 h/ano), evaporação de cerca de 2.000 mm/ano ou mais e umidade relativa do ar média em torno de 50% (EMBRAPA, 2015).

2.5 CARACTERÍSTICAS E POTENCIAL DAS OLEAGINOSAS

As oleaginosas são plantas que contém um alto teor de óleo, tanto a partir de suas sementes (soja, girassol) como a partir de seus frutos (palma, babaçu, coco), podendo ser utilizadas para a produção de óleo vegetal. Outra característica importante de algumas dessas plantas é o fato de que após a extração do óleo, o subproduto pode ser utilizado para diferentes aplicações.

O Nordeste do Brasil tem potencialidade para a produção de oleaginosas tradicionais como mamona, algodão, girassol, canola, pinhão-manso e amendoim que já contribuem com pequenas quantidades de óleo, e para oleaginosas perenes, nativas e adaptadas da região nordeste como a oiticica, a faveleira, o buriti, a macaúba, o babaçu, o pequi e o licuri por produzirem óleo de boa qualidade para a produção de energia, no entanto necessita de maiores estudos das suas características físico-químicas (BATISTA, 2016).

A pesquisa bibliográfica realizada demonstrou que algumas dessas oleaginosas citadas anteriormente tem grande aplicação na síntese de biodiesel. Por meio deste levantamento bibliográfico, obteve-se 15 entradas para a oleaginosa girassol (*Helianthus annuus*), 19 entradas para mamona (*Ricinus communis*) e por

fim 37 entradas para o pinhão-manso (*Jatropha curcas L.*). Avaliou-se algumas das propriedades dessas oleaginosas como matéria-prima alternativa para a produção do biodiesel.

2.6 PROPRIEDADES DOS ÓLEOS VEGETAIS

Os óleos vegetais são constituídos principalmente de trigliceróis (>95%), pequenas quantidades de mono e diacilgliceróis, ácidos graxos livres, tocoferol (importante antioxidante), proteínas, esteróis e vitaminas (REDA; CARNEIRO, 2007 apud BARACHO, 2016).

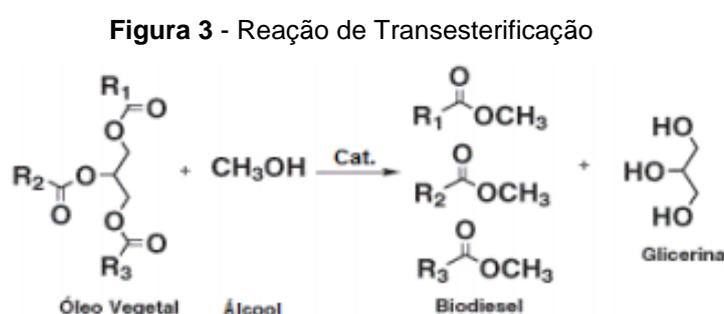
Os ácidos graxos presentes nos óleos e gorduras são constituídos, geralmente por ácidos carboxílicos que contêm de 4 a 30 átomos de carbono na sua cadeia e podem ser saturados ou insaturados. O ácido graxo varia no seu comprimento da cadeia carbônica e no nível de insaturação. As propriedades físicas e químicas do biodiesel basicamente dependem da distribuição dos ácidos graxos no triglicerídeo usado na produção. As distribuições dos ácidos graxos de algumas matérias-primas encontradas na pesquisa empregadas para a produção de biodiesel são mostradas na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição de ácidos graxos de alguns óleos vegetais (% em massa)

Óleo vegetal	Palmítico (16:0)	Estearíco (18:0)	Oléico (18:1)	Linoléico (18:2)	Ricínoléico (C18:1,12-OH)
Soja	14	4	24	52	-
Girassol	6	3	18	73	-
Óleo de fritura	12	-	53	33	-
Babaçu	5,8-8,5	2,5-5,5	12-16	1,4-2,8	-
Dendê	32-45	4,0-6,3	38-53	6-12	-
Pinhão- manso	14,3-15,5	5,1-5,4	41,1-44,2	34,9-38,1	-
Mamona	1	1	-	0.3	89,5

Fonte: Tabela Brasileira de composição de alimentos -TACO e Canakci M.; Sanli H., J Ind Microbiol Biotechnol 35, 2008.

O biodiesel pode ser obtido por diferentes métodos com destaque para processos de craqueamento catalítico, diluição, microemulsão, misturas binárias com petrodiesel, pirólise e transesterificação. A reação de transesterificação é um dos métodos mais empregados para a obtenção do biodiesel, produzindo um biocombustível com propriedades semelhantes ao do diesel (FERRARI et al., 2005 apud BARACHO, 2016). O processo de transesterificação de óleos vegetais e gorduras é uma reação química com álcool de cadeia curta, catalisada (ácido, básico ou enzimático) para formar ésteres de ácidos graxos (biodiesel) e glicerol (Figura 3).



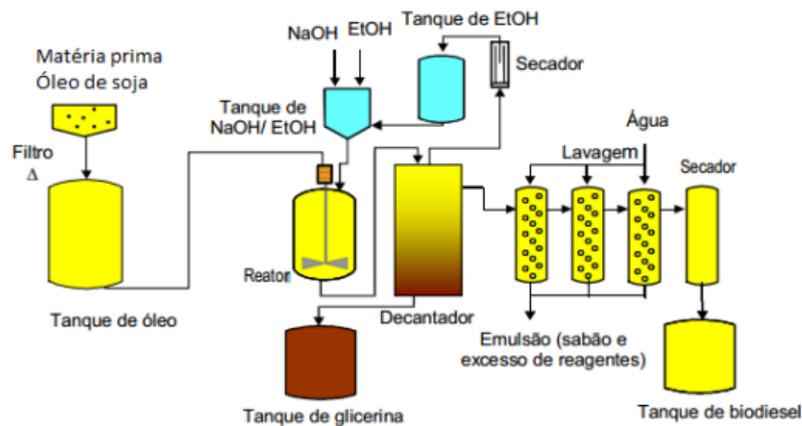
Fonte: MOTA et al, 2009.

Nesta reação, são produzidos três moles de ésteres alquílicos (biodiesel) um mol de glicerol para cada mol de triglicerídeo com conversão completa. Segundo Alves (2017), a transesterificação permite transformar o óleo vegetal obtido das sementes em combustível. Composição deste óleo: três moléculas de ácidos graxos ligadas a uma molécula de glicerina. A glicerina proporciona ao óleo uma maior viscosidade, e por este motivo, é necessária a separação, da glicerina e do biodiesel.

Segundo Leung (2010 apud BARACHO, 2016), existem três tipos de catalisadores que podem ser utilizados na reação de transesterificação: homogêneos, heterogêneos e enzimáticos (lipases). Os catalisadores homogêneos são os mais utilizados e dividem-se em ácidos (HCl e H₂SO₄) ou básicos (KOH, NaOH e carbonatos). A catálise básica é utilizada preferencialmente, já que a reação de transesterificação ocorre com mais velocidade, seletividade e produz maior rendimento e o biodiesel obtido apresenta menor índice de deterioração aos metais. O processo catalítico ácido ocorre em temperaturas mais elevadas.

No processo da reação é recomendado adicionar o álcool em excesso a fim de permitir a formação de uma fase separada de glicerol e deslocar o equilíbrio para um máximo rendimento de biodiesel, devido ao caráter reversível da reação. Após a reação de transesterificação, a glicerina e o biodiesel são separados na etapa de decantação (ENCARNAÇÃO, 2008). Todas as etapas utilizadas no processo de produção do biodiesel podem ser observadas na Figura 4.

Figura 4 – Etapas do processo industrial para formação do biodiesel



Fonte: Adaptado: (CHRISTOFF, 2006).

Ainda para atender os critérios de qualidade estabelecidos na resolução ANP nº 45 de 25/08/2014, é realizada a etapa de purificação, para a remoção de qualquer quantidade de resíduos tais como glicerol, álcool, sabão e catalisador, que tenham ficado no biodiesel (Figura 4). Essa purificação pode ser realizada em duas etapas, a primeira por uma lavagem aquosa e a segunda por lavagem a seco, para retirar o resíduo de água remanescente, proveniente da lavagem aquosa (ANP, 2014).

3 ESTUDO SOBRE OLEAGINOSAS

Este capítulo identifica os tipos de matérias-primas encontradas na pesquisa, e quais as suas características, com a finalidade de distinguir as oleaginosas importantes para cultivo na região nordestina. Com enfoque para as oleaginosas, que vêm sendo utilizadas para a produção do biodiesel nos últimos anos.

3.1 MATÉRIAS-PRIMAS PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Foi realizada esta pesquisa com o intuito de verificar, do período de 2016 até março de 2017, a existência de trabalhos voltados à aplicação de oleaginosas utilizadas como fonte de matéria prima na produção de Biodiesel, com o interesse em relacionar as características das oleaginosas com o seu tipo de região. Para tanto, realizou-se uma pesquisa avançada com a associação de duas plataformas: *Google Acadêmico* e *Scielo*. Inicialmente, na busca foi necessário refinar para eliminar entradas referentes a áreas não relacionadas, patentes e citações. Foi observado aproximadamente 347 trabalhos que não abordavam aspectos científicos do biodiesel (foco do trabalho) e sim, de algumas generalidades desse biocombustível, como: aspectos políticos e econômicos, legislação e avaliação geral do processo produtivo. Dessa forma, a pesquisa realizada resultou efetivamente em 252 trabalhos científicos com o biodiesel. As principais espécies utilizadas estão mostradas na Tabela 3.

Tabela 3 – Matérias-primas obtidas a partir da pesquisa científica

Matéria-Prima	Quantidade de Trabalhos
Algodão (<i>Gossypium herbaceum</i>)	8
Amendoim (<i>Arachis hypogaea</i>)	1
Babaçu (<i>Attalea speciosa</i>)	3
Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	12
Canola (<i>Brassica napus</i>)	10
Crambe (<i>Crambe abyssinica Hochs</i>)	17
Dendê (<i>Elaeis guineensis</i>)	3
Girassol (<i>Helianthus annuus</i>)	15

Macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i>)	8
Mamona (<i>Ricinus communis</i>)	19
Microalgas	24
Milho (<i>Zea mays</i>)	7
Óleos residuais	38
Palma (<i>Opuntia cochenillifera</i>)	10
Pinhão-Manso (<i>Jatropha curcas L.</i>)	37
Soja (<i>Glycine max</i>)	40
Total	252

Fonte: autor

Diante deste cenário de aplicação de matérias-primas para a produção de biodiesel neste período da pesquisa (2016-2017), apresentado os resultados na Tabela 3, foi possível observar que as oleaginosas como a amendoim (*Arachis hypogaea*), babaçu (*Attalea speciosa*) e dendê (*Elaeis guineensis*) foram às oleaginosas com menor quantidade de pesquisas, resultando em uma, três e três, respectivamente.

Já as matérias-primas como Soja (*Glycine max*), óleos residuais e Pinhão-Manso (*Jatropha curcas L.*) apresentaram uma maior quantidade de trabalhos, com quarenta, trinta e oito e trinta e sete trabalhos, respectivamente.

Desta forma à análise das diferentes oleaginosas será realizada com base neste resultado mostrado na Tabela 3. Da qual tentou-se extrair informações que viabiliza o uso de cada matéria-prima para a produção de biodiesel, principalmente na região nordeste. A seguir serão apresentadas as oleaginosas com maior e menor quantidade de resultados, e sobre o óleo residual.

3.1.1 Amendoim (*Arachis hypogaea*)

Na pesquisa realizada, encontrou-se um trabalho com a utilização do óleo extraído dessa oleaginosa (Tabela 3).

A palmeira do amendoim é encontrada em abundância no Cerrado brasileiro, concentrando-se principalmente nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Piauí, Tocantins e Ceará (Lorenzi et al., 2011 apud Costa, 2016).

No trabalho de MACEDO et al. (2016), o amendoim utilizado foi proveniente da cidade de Mirabela, localizada em Minas Gerais. No qual o autor, empregou-se esta oleaginosa com o objetivo de se avaliar a atividade catalítica a partir de um catalisador magnético (MCat) na reação de transesterificação para a produção de biodiesel do amendoim. O óleo de amendoim pode ser extraído por prensagem mecânica ou por solvente. Com um rendimento da semente em óleo está em torno de 45%. Antes de submetê-lo no processo de transesterificação, no mesmo foi realizado algumas análises de controle como: análises físicas e químicas de acidez, índice de saponificação e valor de peróxido. Como resultado, os pesquisadores obtiveram uma conversão de ésteres metílicos (biodiesel) de aproximadamente 94%, empregando o catalisador MCat durante 8 horas de reação.

3.1.2 Babaçu (*Attalea speciosa*)

Na pesquisa realizada, encontrou-se três trabalhos com a utilização do óleo extraído dessa oleaginosa (Tabela 3).

O estudioso Stachiw et al. (2016), realizou sua pesquisa, com o interesse em qualificar o babaçu como oleaginosa produtora de biodiesel. A semente do babaçu, de onde foi extraído o óleo, foi cultivada na região Norte do país, no estado de Rondônia.

Já no trabalho de Moura et al. (2016), a matéria-prima (babaçu) utilizada no trabalho foi fornecido pela uma empresa local (Embrapa Meio-Norte), localizada em Teresina-PI. A pesquisa teve como objetivo testar um catalisador ácido sólido denominado de CRAL, na reação de transesterificação de óleo de babaçu.

Essa palmeira do babaçu é muito comum no Maranhão, Piauí, Ceará, Pará, Mato Grosso e Tocantins. Esta árvore concentra-se no Norte, Nordeste e Centro-Oeste do País. Com destaque para os Estados do Tocantins e Maranhão (G1, 2015).

3.1.3 Dendê (*Elaeis guineensis*)

Na pesquisa realizada, encontrou-se quatro trabalhos com a utilização do óleo extraído dessa oleaginosa (Tabela 3).

No estudo de Moraes et al, (2016), a oleaginosa do dendê (*Elaeis guineenses*) foi cultivada no Nordeste brasileiro. Porém até o ano de 2015 o estado do Pará, predominava com a produção de Dendê, sendo responsável, por cerca de 90% de seu plantio. As sementes utilizadas na pesquisa para a extração do óleo foram cedidas pela Embrapa Amazônia Oriental, provenientes de usinas extratoras de dendê no município de Tailândia, PA.

Todos os três trabalhos encontrados na pesquisa, tiveram o dendê como matéria-prima obtida do estado do Pará. Devido ser o estado atualmente com predominância em plantio desta oleaginosa.

3.1.4 Soja (*Glycine max*)

Como mostrado na Tabela 3, a soja é a oleaginosa que obteve um maior número de trabalhos relacionado à produção de biodiesel, no estudo foi encontrado 40 trabalhos envolvendo essa matéria-prima apenas neste último ano. Esse resultado já era esperado, uma vez que a soja domina o mercado mundial por possuir potencial de cultivo em todas as regiões brasileiras, com destaque para as que tradicionalmente a produzem: região centro-oeste e a região sul. Inclusive todos os trabalhos encontrados foram provenientes da soja das regiões centro-oeste e sul.

No trabalho de o Ruschel et al. (2016), avaliou-se novas estratégias na síntese para se obter biodiesel metílico de óleo de soja. No trabalho, utilizou-se óleo de soja comercial obtido da cidade de Cambé, um município da região metropolitana de Londrina-PR, situado na região sul do Brasil. Na síntese realizada pelos Ruschel e colaboradores, aplicou-se uma metodologia diferente das convencionais, que foi a realização do processo de transesterificação em duas etapas, uma catálise ácida e outra básica, obtendo uma conversão de 99% com um tempo de reação inferior as das outras rotas convencionais.

3.1.5 Pinhão-Manso (*Jatropha curcas* L.)

Outra oleaginosa de destaque na pesquisa é o pinhão-manso, encontrou-se um total de 37 trabalhos com essa oleaginosa. Tal planta é muito cultivada em países como a Índia e Cuba, mas com potencial de adaptação ao Nordeste brasileiro, que surge como uma alternativa bastante viável se comparada à outras plantas características da região.

Com base na pesquisa de Drumond et al. (2016), foi possível identificar que é uma das espécies mais favoráveis para cultivo no semiárido brasileiro pelo fato de facilmente se adaptar à região, pois consegue tolerar estiagem existentes na área. E vem se destacando devido à alta capacidade de produzir óleo com potencial para ser utilizado como biodiesel.

Esta espécie produz uma matéria-prima alternativa viável, complementar para a produção de biodiesel, uma vez que é uma cultura de baixo custo e não alimentar de boa adaptação geográfica (ALMEIDA, et al, 2016). Por se tratar de uma espécie agrícola, o desempenho do pinhão-manso é altamente dependente de fatores climáticos, como temperatura, pluviosidade, radiação solar e umidade do solo (LAL, 2004).

A pesquisa efetuada por Drumond et al. (2016), indica que Pecina-Quintero et al. (2014), analisou que o pinhão-manso surgiu possivelmente no México. As sementes do pinhão-manso possuem teor de óleo variando entre 33 e 38%.

3.1.6 Óleos residuais

Outra matéria prima que teve destaque na pesquisa foram os óleos residuais, que são fornecidos por meio de gordura animal ou vegetal saturada. Esses óleos residuais são considerados matérias-primas de baixa qualidade, devido não possuir grande produção para o consumo humano e assim constituem refugos que muitas vezes são lançados no meio ambiente, usualmente no esgoto, contribuindo para o aumento da poluição dos mananciais de água. Este impacto ambiental pode ser evitado pela utilização deste tipo de matéria-prima para a produção de biodiesel.

Dentre os 38 trabalhos encontrados na pesquisa, observou-se que estudos envolvendo a produção de biodiesel a partir dessa matéria-prima alternativa, que é

de grande importância no contexto atual, pois podem contribuir para diminuição do impacto ambiental e sócio-econômico, sendo uma fonte mais barata para a produção de biodiesel.

No trabalho de Lobo et al (2016), a produção dos ésteres foi realizada através da reação de transesterificação, usando óleo residual de frituras de frutos do mar e etanol. Devido às características do óleo, tais como o alto teor de umidade e de ácidos graxos livres, optou-se pela catálise mista, usando como catalisadores o ácido oxálico e o alcóxido.

As condições ótimas da reação foram determinadas, verificando-se que a rota proposta com agitação mecânica por um período de duas horas, à temperatura de 80°C é viável para a produção de biodiesel, constituindo assim uma alternativa de aplicação para o óleo residual de frituras (LOBO, 2016).

3.2 OUTRAS OLEAGINOSAS IMPORTANTES PARA CULTIVO

As duas oleaginosas apresentadas a seguir, foi verificado que suas pesquisas apresentam as matérias-primas, como possuindo bom desempenho para plantio na região do Nordeste, por este motivo, também foram incluídas no estudo deste trabalho.

3.2.1 Girassol (*Helianthus annuus*)

O girassol foi escolhido como uma das matérias-primas para o estudo, devido a sua ampla capacidade de adaptação às diversas condições de latitude e longitude e com uma das culturas com maior tolerância à seca (EMBRAPA, 2012), características do Nordeste brasileiro. Com esta pesquisa, obteve-se uma quantidade de 15 trabalhos, no qual demonstram a capacidade de cultivo do girassol no Nordeste.

Segundo Leite et al. (2005 apud TARSITANO et al, 2016), a cultura do girassol foi originada na América do Norte, porém é cultivado em todos os continentes, e sua cultura anual foi considerada uma das mais importantes para a produção de óleo no mundo.

Segundo Tarsitano (2016), o girassol apresenta melhores condições de tolerância à seca em relação às culturas do milho e soja. Sendo também uma das opções para produção de biocombustível, porque apresenta elevado teor de óleo nos grãos (38% a 53%) e ampla adaptação às diversas regiões brasileiras. Seu estudo releva que até o ano de 2014 a produção de girassol no Brasil, estava concentrada nos estados de Mato Grosso, Minas Gerais, Goiás e Rio Grande do Sul.

Porém vale ressaltar que a partir da pesquisa realizada por Neto (2014), pôde ser identificado que o girassol tem capacidade de adaptação aos seguintes solos: Neossolos e Argissolos. Que são típicos da região semiárida do Nordeste.

Possuindo facilidades em adaptar-se bem a uma ampla faixa de temperatura, mas a temperatura ótima para o seu desenvolvimento situa-se entre 27 a 28°C, sendo que em temperaturas acima de 35°C seu teor de óleo é reduzido (PAES, 2005 apud MONTEIRO 2010).

3.2.2 Mamona (*Ricinus communis*)

A mamona é uma das principais oleaginosas não comestíveis, na qual possui também facilidade de se adaptar a diferentes condições climáticas, podendo ser cultivada em regiões áridas e semiáridas devido a sua tolerância à seca, o que torna sua cultura viável para a região. O principal produto da mamona é o seu óleo, também chamado óleo de rícino, que possui o rendimento de 50% nas sementes e com propriedades químicas e físicas de outros óleos vegetais encontrados na natureza (ECYCLE, 2011).

A pesquisa bibliográfica condicionou a localização de 19 trabalhos voltados para a utilização da mamona como matéria-prima para a produção do biodiesel.

Na pesquisa de Medeiros (2016), explica que a mamona tem na composição de seus triglicerídeos, o ácido graxo ricinoléico é o de maior predominância, cerca de 90%. Por causa da presença de uma hidroxila (OH) no décimo segundo carbono da cadeia carbônica do ácido ricinoléico (C18: 1,12-OH), o óleo de mamona possui solubilidade em solventes de média polaridade como metanol e etanol, alta viscosidade e propriedades físicas especiais. Tornando a espécie de importância econômica e estratégica para o Brasil.

Para a mamona, a temperatura média para o bom desenvolvimento da cultura é entre 20 e 30°C, sendo que a temperatura ótima para a planta é em torno de 28°C (BELTRÃO; SILVA, 1999 apud MEDEIROS, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A soja e o pinhão-manso representaram as oleaginosas com maior quantidade de trabalhos acadêmicos registrados no período da pesquisa, possuindo cerca de 30% das publicações obtidas. E para os trabalhos relacionados a óleos residuais, totalizaram cerca de 15%.

A soja se destaca como matéria-prima para produção de biodiesel no Brasil, pois ela corresponde aproximadamente 80% do volume total produzido deste biocombustível (ANP, 2014). Como a oferta de soja no Brasil é grande, pois é típico de nosso clima, observa-se que no curto prazo essa é a melhor oleaginosa para produzir o biodiesel, sendo um dos óleos mais barato. Porém, devido às questões de baixa produtividade do óleo do grão de soja e do caráter latifundiário da produção de soja no Brasil, percebe-se que a soja a longo prazo não será tão favorável, inclusive como foi bem mostrado na nossa pesquisa, pois outras culturas de oleaginosas estão sendo bastante exploradas para atender esse mercado. Pode-se concluir também, pelo fato da soja ser um produto alimentício pesa bastante para a inviabilidade da produção de biodiesel a partir dessa matéria-prima.

Oleaginosas como, amendoim, babaçu e dendê, corresponderam a 0,39%, 1,19% e 1,19% respectivamente, dos trabalhos obtidos, o que demonstra que essas oleaginosas foram pouco estudadas no período da pesquisa. Por meio dos trabalhos estudados, podemos distinguir que o amendoim é típico da região do Cerrado, e para as oleaginosas babaçu e dendê, podemos identificar que são típicas do Norte e Nordeste do Brasil.

Baseado nos dados obtidos a partir da pesquisa bibliográfica foi separado algumas características específicas das oleaginosas que se identificam com o padrão de plantio no nordeste.

Tabela 4 – Oleaginosas indicadas para cultivo na região Nordeste

Oleaginosas	Clima	Varição Temperatura (°C)	Teor de óleo (%)
Girassol	semiárido	27 - 28*	38 - 53
Mamona	semiárido	20 - 30**	50
Pinhão-Manso	semiárido	± 26	33 - 38
Amendoim	semiárido	± 28	40 - 43

*PAES, 2005.

**MONTEIRO, 2010.

Como mostrado na Tabela 4, foram escolhidas 4 tipos de oleaginosas baseado nas suas propriedades. As oleaginosas são indicadas como opção para a produção de biodiesel, possuindo características propícias para as condições do Nordeste e sendo também de fácil cultivo e de baixo custo. Como temperatura, solo, adaptação a condições climáticas típicas do semiárido. E verificou-se uma média de temperatura para cultivo das oleaginosas determinadas, possuindo cerca de 27°C.

Outro aspecto que é importante destacar, é que o grão de soja apresenta um teor de óleo entre 18 – 20%, o que comparado com essas oleaginosas promissoras da região Nordeste (Tabela 4), tal como girassol, mamona e pinhão-manso que apresentam entre 33 – 53% de teor de óleo, é uma produtividade muito baixa, sendo essa uma grande desvantagem da soja. A mamona e o girassol são contemplados pelo zoneamento de risco climático para vários municípios nordestinos. A maioria dessas áreas encontra-se no semiárido, onde a luminosidade e a temperatura favorecem o desenvolvimento do plantio. O girassol, no ano de 2007, teve zoneamento de risco climático para o Piauí e o amendoim em Pernambuco (AMARAL et al, 2006 apud MONTEIRO, 2010).

A escolha das oleaginosas citadas na Tabela 4, foram baseada em oleaginosas resistentes à seca e as altas temperaturas, de boa produtividade agrícola em anos de chuva normal, ou sob técnicas simples de irrigação, como a

irrigação de salvamento, barragens subterrâneas e outras técnicas de convivência com o clima semiárido.

Apesar de a pesquisa fornecer uma maior quantidade de trabalhos com a produção de biocombustível obtidos a partir do óleo da soja (*Glycine max*), foi possível observar que temos outras oleaginosas com recursos próprios para serem cultivadas na região.

5 CONCLUSÃO

Baseado no levantamento bibliográfico desta pesquisa, podemos obter informações sobre oleaginosas para a produção do biocombustível, e sendo assim, confirmado o levantamento dos pesquisadores sobre a utilização dessas matérias-primas, como fonte para a produção do biodiesel. Confirmando-se também que a região semiárida do Nordeste tem grande capacidade de cultivo de oleaginosas, como mamona, pinhão-manso, girassol e amendoim, por se adequarem facilmente as condições territoriais. Com isso, deve ser incentivado o plantio dessas oleaginosas, pois são opções viáveis para a maioria dos agricultores familiares do semiárido nordestino. Assim, aumenta-se a produtividade agrícola contribuindo para o desenvolvimento sustentável da região, devido ao emprego destes óleos vegetais oriundos de oleaginosas encontradas na região Nordeste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. Q. et al. **GENETIC DIVERGENCE AND MORPHO-AGRONOMIC PERFORMANCE OF *JATROPHA CURCAS* L. CLONES FOR SELECTION OF CLONAL VARIETIES.** 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21252016000400841>.

ALVES, L. **Obtenção do biodiesel.** <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/obtencao-biodiesel.htm>> Acesso em: 31 de mar. De 2017.

ANP. **Biocombustíveis.** 2014. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/biocombustiveis>>. Acesso em: 10 de abr de 2017.

_____. **Biocombustíveis.** 2015. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/biocombustiveis>>. Acesso em: 10 de abr de 2017.

BARACHO, B. B. D. **Obtenção de biodiesel de girassol e avaliação de sua ação corrosiva.** INSTITUTO DE QUÍMICA – UFRN, 2016.

BATISTA, A. **Utilização da análise térmica para avaliação da qualidade do biodiesel.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Química do Petróleo - 2016.

BUENO, AV; et al. **Efeito da mistura de éster etílico / combustível diesel de óleo de soja na eficiência do motor.** *International Journal of Vehicle Design* , Jersey, v. 50, p. 229-257, 2009.

BUENO, AV; VELÁSQUEZ, J .; MILANEZ, LF. **PERFORMANCE IMPACT OF THE APPLICATION OF CASTOR OIL BIODIESEL IN DIESEL ENGINES.** 2016.

COSTA, A. G. et al. **Measurement of volume of macaw palm fruit using traditional and the digital Moiré techniques.** 2016. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662016000200152>. Acesso em: 15 de maio de 2017.

DRUMOND, M.A. et al. **PRODUCTION AND DISTRIBUTION OF *Jatropha curcas* BIOMASS IN THE BRAZILIAN SEMIARID.** CERNE vol.22 no.1 Lavras Jan./Mar. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-77602016000100035>. Acesso em: 15 de maio de 2017.

ECYCLE. **Óleo de palma, também chamado de azeite-de-dendê, tem diversas aplicações.** Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/67/2659-oleo-vegetal-palma-que-e-para-serve-onde-comprar-puro-uso-hidratacao-pele-cabelo-saude-beneficios-propriedades-fazer-sabao-cosmeticos-cremes-quimica-nociva-parabenos-extracao.html>>. Acesso em: 05 de maio de 2017.

EMBRAPA. **Girassol.** Londrina: Embrapa, 2012. Disponível em: http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=54. Acesso em: 07 de fev de 2017.

EMBRAPA. **Clima e água de chuva no Semi-Árido.** 2015. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/159649/1/OPB1515.pdf>>. Acesso em 10 de abr de 2017.

ENCARNAÇÃO, A. P. G. **Geração de biodiesel pelos processos de transesterificação e hidroesterificação, uma avaliação econômica.** 2008. Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

G1. **Babaçu.** 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/terra-da-gente/flora/noticia/2015/01/babacu.html>>. Acesso em: 15 de maio de 2017.

LAL, S. B.; et al. **Performance evaluation of *Jatropha curcas* in different districts of Uttar Pradesh.** New Agriculturist, v. 15, 2004.

LOBO, B.B. et al. **Otimização para a produção de biodiesel a partir de etanol e óleo de fritura com alta concentração de éster.** dezembro 2014 vol. 1 num. 1 - X Congresso Brasileiro de Engenharia Química. 2016.

MACEDO, A.L. et al. **A Mesoporous SiO₂ / γ-Fe₂O₃ / KI Catalizador Magnético Heterogêneo para a síntese verde de biodiesel.** 2016.

MARQUES, F. A.; et al. **Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1003864/solos-do-nordeste>> . Acesso em: 17 de maio de 2017.

MEDEIROS, E. P. **Óleo de mamona.** 2016. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/mamona/arvore/CONT000gzv4dnas02wx7ha07d33641bgedc3.html>>.

MME. **Resenha energética brasileira.** MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA Ed. Maio de 2016. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/02+-+Resenha+Energ%C3%A9tica+Brasileira+2016+-+Ano+Base+2015+\(PDF\)/66e011ce-f34b-419e-adf1-8a3853c95fd4?version=1.0](http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/02+-+Resenha+Energ%C3%A9tica+Brasileira+2016+-+Ano+Base+2015+(PDF)/66e011ce-f34b-419e-adf1-8a3853c95fd4?version=1.0)> Acesso em: 15 de abr de 2017.

MONTEIRO, H. M. G.; ROVERE, E. L. **Plantio de oleaginosas para produção de biodiesel como estratégia de adaptação às mudanças climáticas.** Rio de Janeiro, RJ – 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/36509/1/Bol-PD-157.pdf>>. Acesso em 17 de maio de 2017.

MOURA, C. V. R. et al. **Óxido de Cr / Al como Catalizador de Ácido Sólido para Beneficiar Babassu Biodiesel.** J. Braz. Chem. Soe. Vol.27 no.3 São Paulo Mar. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-50532016000300515>. Acesso em: 20 de maio de 2017.

MORAES, A. S. et al. **Morphological characterization of cellulose Nanocrystals by atomic force microscopy.** Matéria (Rio J.) vol.21 n° 2 Rio de Janeiro Apr./June 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762016000200532>. Acesso em: 15 de maio de 2017.

RAMOS, L. P.; et al. **Biodiesel: Um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil.** Biotecnologia: Ciência e Desenvolvimento, v.31, 2003.

RUSCHEL, C. F. C.; et al. **OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE TRANSESTERIFICAÇÃO EM DUAS ETAPAS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL ATRAVÉS DO PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL DOEHLERT.** Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91501-970 Porto Alegre – RS, Brasil 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v39n3/0100-4042-qn-39-03-0267.pdf>>. Acesso em 05 de maio de 2017.

STACHIW, R.; et al. **Potencial de produção de biodiesel com espécies oleaginosas nativas de Rondônia, Brasil.** Universidade Federal de Rondônia, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Rondônia, Brasil. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v46n1/1809-4392-aa-46-01-00081.pdf>>. Acesso em: 20 de maio de 2017.

TARSITANO, R.A. et al. **Custos e rentabilidade da produção de girassol no estado do Mato Grosso, Brasil.** Revista espacios, vol. 37 (Nº 12) Ano 2016. Pg. 26. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a16v37n12/16371226.html>>. Acesso em 25 de abr de 2017.