

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA- UNIFOR-MG  
BACHAREL EM ENGENHARIA QUÍMICA**

**BÁRBARA BEATRIZ DE FRANÇA RODRIGUES**

**PRODUÇÃO DE BIODIESEL ATRAVÉS DE ÓLEOS  
VEGETAIS E GORDURA ANIMAL**

**FORMIGA- MG**

**2019**

BÁRBARA BEATRIZ DE FRANÇA RODRIGUES

PRODUÇÃO DE BIODIESEL ATRAVÉS DE ÓLEOS  
VEGETAIS E GORDURA ANIMAL

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Curso de  
Engenharia Química do UNIFOR-  
MG, como requisito para obtenção  
do título de bacharel em Engenharia  
Química. Orientador: Prof. Ms.  
Antônio José dos Santos Júnior

FORMIGA-MG

2019

LARA MONIQUE CAMARGOS

ESTUDO SOBRE FATORES QUE INTERFEREM NA VIDA- DE-PRATELEIRA  
DE SUCOS DE LARANJA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Engenharia Química do UNIFOR-MG,  
como requisito parcial para obtenção do título  
de bacharel em Engenharia Química.  
Orientador: Antônio Jose dos Santos Junior

BANCA EXAMINADORA

*Antônio José dos Santos Júnior*

Prof. M.e. Antônio Jose dos Santos Junior

Orientador

*Rosiene Pimenta*

Prof.<sup>a</sup> Rosiene Gonzaga de Jesus Pimenta

UNIFOR-MG

*Emerson Paulino dos Reis*

Prof. M.e Emerson Paulino dos Reis

UNIFOR-MG

Formiga, 7 de novembro de 2019

## **Resumo**

A produção de biodiesel vem crescendo bastante em todo mundo, principalmente no Brasil, com isso é necessário estudos comparativos entre as matérias primas usadas para a produção de biocombustível. Atualmente o método mais usado para obter o biodiesel é a transesterificação, que consiste em uma reação entre o óleo e o álcool na presença de um catalisador, gerando como subproduto a glicerina. Sendo assim o presente trabalho apresenta as principais matérias-primas encontradas em todo território brasileiro, suas aplicações, óleos presentes e principais ácidos graxos presente em cada oleaginosa. Através de comparações com estudos já realizados, o presente trabalho trouxe as oleaginosas com as melhores característica para a produção de biodiesel. Apesar do Brasil contar com clima excelente, água em abundância e clima favorável foi visto que apesar da qualidade de diversas oleaginosas produzidas em todo o território brasileiro, a soja é a que ainda apresenta maior produtividade e melhores meios de produção.

Palavras-Chave: Biodiesel. Biocombustíveis. Transesterificação. Oleaginosas.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	7
2.	OBJETIVOS .....	8
2.1	Objetivo geral.....	8
2.2	Objetivos específicos.....	8
3	JUSTIFICATIVA .....	9
4	REFERENCIAL TEÓRICO .....	10
4.1	Combustíveis .....	10
4.2	Biodiesel .....	10
4.2.1	Definição.....	10
4.2.2	História do biodiesel .....	11
4.2.3	Biodiesel no Brasil .....	13
4.2.4	Reação de transesterificação .....	15
4.2.5	Descrição detalhada do processo de produção .....	17
4.2.6	Processamento de biodiesel.....	18
4.3	Vantagens e desvantagens do biodiesel.....	20
4.4	Matérias-primas .....	22
4.4.1	Óleos e gorduras .....	22
4.4.2	Soja .....	24
4.4.3	Mamona .....	26
4.4.4	Amendoim .....	28
4.4.5	Dendê.....	29
4.4.6	Girassol.....	31
4.4.7	Canola .....	32
4.4.8	Pinhão-manso .....	34
4.5	Gordura animal .....	35

4.5.1 Biodiesel de gordura bovina.....	36
4.5.2 Biodiesel de gordura suína.....	36
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	40
REFERÊNCIAS.....	41

## 1. INTRODUÇÃO

Grande parte de toda a energia consumida no mundo é oriunda de fontes petroquímicas, do carvão e do gás natural. Todas essas fontes apresentam recursos limitados e com previsão de esgotamento no futuro (FERRARI; SCABIO, 2004).

A biomassa vem mostrando ser de grande valia e tem atraído a atenção de estudiosos, por se tratar de uma fonte limpa e renovável. Entre as fontes já encontradas, a que se mostra mais adequada e disponível para consolidação são os óleos vegetais, que aparecem como uma alternativa para substituição ao óleo diesel em motores de ignição por compressão, sendo o seu uso testado já em fins do século XIX, produzindo resultados satisfatórios no próprio motor diesel. Esta possibilidade de emprego de combustíveis de origem agrícola em motores do ciclo diesel é bastante atrativa tendo em vista o aspecto ambiental, por serem uma fonte renovável de energia e pelo fato do seu desenvolvimento permitir a redução da dependência de importação de petróleo (FERRARI; SCABIO, 2004).

O biodiesel pode então ser definido como sendo um mono-alquil éster de ácidos graxos derivado de fontes renováveis, como óleos vegetais e gorduras animais, obtido através de um processo de transesterificação, no qual ocorre a transformação de triglicerídeos em moléculas menores de ésteres de ácidos graxos. Encontra-se registrado na “*Environment Protection Agency – EPA – USA*” como combustível e como aditivo para combustíveis e pode ser usado puro a 100% (B100), em mistura com o diesel de petróleo (B20), ou numa proporção baixa como aditivo de 1 a 5% (MONYEM, GERPEN, CANAKCI, 2001).

O biodiesel pode ser obtido por uma reação de transesterificação ou de esterificação. Para a produção do biodiesel são retirados de fontes vegetais ou animais óleos ou gorduras classificados como lipídeos. Atualmente é possível extrair os óleos necessários de vários vegetais como: mamona, algodão, amendoim, dendê, girassol, milho, oliva, soja ou até mesmo de gordura animal, como de peixes e frangos ou restos de lixos residuais. Ao contrário do biodiesel, o diesel pode ser obtido através do refino petróleo por uma torre de destilação fracionada com temperaturas compreendidas entre 150°C a 400°C (OLIVEIRA, SUAREZ e SANTOS, 2007).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Realizar estudo sobre a viabilidade e a produtividade de diferentes matérias-primas para produção de biodiesel no Brasil.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Estudar a importância do biodiesel como combustível para o Brasil, bem como seus processos de produção mais comumente empregados.
- Avaliar diferentes matérias-primas para produção de biodiesel.
- Comparar, através de estudos já realizados, a viabilidade e a qualidade do biodiesel produzido a partir de diferentes fontes limpas e renováveis.
- Analisar impactos socioeconômicos e ambientais gerados pela produção de biodiesel.



### 3 JUSTIFICATIVA

Por muito tempo o petróleo foi a principal fonte energética mundial, mas o uso de combustíveis fósseis pode estar com seus dias contados, por se tratar de uma fonte que emite quantidades altas de poluentes. Ter sua extração em locais conturbados e por isso sofrerem constantes picos de preço, isso vem mudando rapidamente devido às fontes alternativas que vem ganhando destaque atualmente.

Estudos comprovam a eficácia do biodiesel e, por se tratar de uma fonte limpa e renovável este combustível agrega ainda mais qualidade e visibilidade ao produto. O biodiesel garante a mesma qualidade em relação ao diesel e não causa danos aos motores.

Ainda existem algumas deficiências em relação ao seu uso puro, mas maiores ainda são os benefícios que ele traz para a economia do país, gerando mais empregos e renda, principalmente para agricultura familiar.

Além dos benefícios ambientais, há também melhorias econômicas e sociais impostas pela produção do biodiesel no Brasil, pois ele agrega valores para a economia familiar, e além disso por se tratar de um produto que podem ser produzidos de variadas matérias-primas é possível explorar a agricultura de diversas regiões do Brasil.

Visto que o biodiesel pode ser produzido a partir de diferentes fontes, faz-necessária uma comparação entre estas fontes, a fim de se verificar quais são as mais eficientes e mais utilizadas, no Brasil.

## **4 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **4.1 Combustíveis**

Combustíveis são considerados uma substância que reage com o oxigênio (ou outro comburente) liberando energia, podendo ser na forma de calor, chamas e gases. Supõe a liberação da energia nele contida em forma de energia potencial a uma forma utilizável. Os combustíveis podem ser classificados como: (PORTAL SÃO FRANCISCO [2010]).

–Sólidos: presente na forma de carvão, madeira ou turfa, por exemplo.

–Líquidos: Petróleo

–Gás: Gás natural

O biodiesel é considerado um combustível líquido de fonte alternativa, utilizado como um substituto para o petróleo por se tratar de uma fonte renovável e menos poluente. O biodiesel também apresenta vantagens se comparado com combustíveis sólidos, pois apresenta um poder calorífico mais elevado, maior facilidade e economia para armazenamento (PORTAL SÃO FRANCISCO [2010]).

### **4.2 Biodiesel**

#### **4.2.1 Definição**

O biodiesel pode ser definido quimicamente como uma mistura de ésteres monoalquílicos de ácidos graxos derivados de lipídeos de ocorrência natural. Ele pode ser produzido, juntamente com a glicerina, através da reação de triacilgliceróis (ou triglicerídeos) com etanol ou metanol, na presença de catalisador ácido ou básico (SCHUCHARDT, 1998; ZAGONEL e RAMOS 2001; apud RAMOS; KUCEK; DOINGOS; WILHELM,2003).

O biodiesel pode ser considerado um substituto para o petróleo, pois a sua produção pode ser realizada a partir de fontes renováveis como: óleo vegetal, gordura animal e óleos de frituras (SCHUCHARDT, 1998 ZAGONEL e RAMOS, 2001 apud RAMOS; KUCEK; DOMINGOS, 2003).

Além de ser considerado uma fonte de energia limpa e renovável, existem outros fatores que fazem o biodiesel ser considerado um ótimo substituto do diesel comum, como:

- Processo de produção

A produção do biodiesel se dá por meio da transesterificação ou da esterificação obtida da mistura de ésteres de ácidos graxos com mono álcoois de cadeia curta. Já o diesel é obtido através do refino por destilação fracionada do petróleo em temperaturas que podem variar de 150°C a 400°C (BIODIESEL,2019).

- Ambiental

Uma diferença, que também é um fator importante para a substituição dos combustíveis, é devido ao impacto ambiental causado pelo combustível fóssil. Estudos comprovam o aumento do efeito estufa por causa do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, além da emissão de grande quantidade de enxofre (ANP,2019).

- Social

Devido à difícil extração do petróleo e por suas maiores jazidas estarem localizadas em locais politicamente conturbados o preço do biodiesel sofre grandes variações. Já a produção de biodiesel incentiva a produção da agricultura familiar, fazendo com que as regiões mais pobres do Brasil possam gerar rendas (BIODIESEL,2019).

#### **4.2.2 História do biodiesel**

A história do biodiesel nasceu junto com a criação dos motores a diesel no final do século XIX. No último capítulo do livro “Combustíveis Líquidos”, de Rudolf Diesel, o autor relata que durante a exposição de Paris de 1900, a companhia francesa Otto demonstrou o funcionamento de um pequeno motor a diesel, utilizando óleo de amendoim como combustível. A experiência foi muito bem-sucedida e notada por apenas alguns espectadores. Através destas afirmações puderam concluir que não foi Rudolf Diesel quem conduziu os experimentos nem foi dele a ideia de utilizar óleos vegetais como combustível para motores do ciclo diesel (MANUAL DO BIODIESEL, 2006 apud RAMOS,2011).

Segundo os próprios relatos de Rudolf Diesel, a ideia da utilização do óleo de amendoim partiu do governo Francês, que na época possuía grandes quantidades desta oleaginosa em colônias africanas. Na verdade, o motor Diesel foi desenvolvido por

razões termodinâmicas, com o objetivo de converter de forma mais eficiente o calor gerado nas reações de combustão em trabalho (MANUAL DO BIODIESEL, 2006 apud RAMOS,2011).

De acordo com Shay (1993), existiram alguns fatores que impulsionaram a utilização do biodiesel em setor mundial como:

- As tensões geopolíticas em regiões do Oriente Médio que abrigam alguns dos maiores produtores e exportadores mundiais de petróleo (Arábia Saudita, Irã, Emirados Árabes Unidos, Kuwait, Iraque);
- Elevação dos preços do petróleo em virtude dos custos de produção e prospecção em áreas remotas;
- Grande aumento do impacto ambiental em razão do uso de fontes não renováveis de energia (combustíveis fósseis), que hoje pode ser considerado pelo aumento na temperatura média do planeta (aquecimento global), pelo perfil e nível de precipitações pluviométricas e pela ameaça à conservação das espécies animais e vegetais.

O primeiro relato da utilização do biodiesel é de uma patente Belga de 1937 (patente número 422.877), concedida ao pesquisador Charles Chavanne, da Universidade de Bruxelas. Foi relatada a utilização de ésteres etílicos obtidos do óleo de palma por transesterificação em meio ácido como um combustível análogo ao diesel de petróleo (MANUAL DO BIODIESEL, 2006 apud RAMOS,2011).

De acordo com Ramos e Felizardo (2003), quando os óleos vegetais foram testados como combustíveis na sua forma in natura, ocorreram sérios problemas operacionais devido a sua alta viscosidade, como:

- Formação de gomas durante a estocagem dos óleos e diminuição da eficiência de lubrificação, em razão das reações de oxidação e polimerização dos mesmos (principalmente no caso de óleos insaturados);
- Filtros de óleo e bicos injetores foram obstruídos;
- Diluição parcial do combustível no lubrificante;
- A durabilidade do motor é comprometida e há um aumento nos custos de manutenção;
- Produção de acroleína durante a combustão, uma substância altamente tóxica e cancerígena, formada pela decomposição térmica do glicerol.

### 4.2.3 Biodiesel no Brasil

No Brasil, o biodiesel chegou com as iniciativas de estudos realizados pelo Instituto Nacional de Tecnologia, na década de 20 do século 20, e ganhou destaque em meados de 1970, com a criação do Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos (Pró-óleo), que nasceu na esteira da primeira crise do petróleo (SEBRAE-SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO AS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, [2010]).

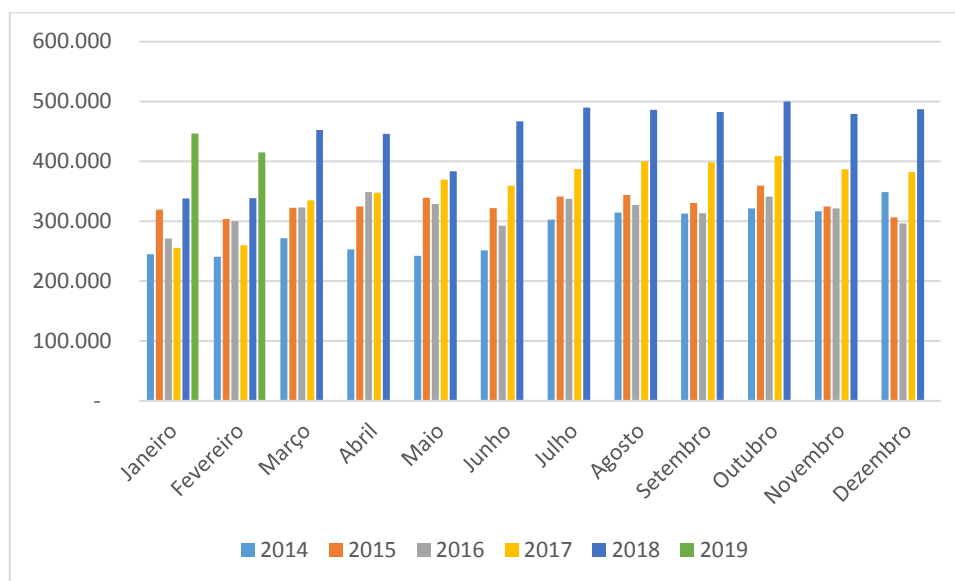
No Brasil o etanol obtido a partir de cana-de-açúcar e, em escala crescente, o biodiesel, que é produzido a partir de óleos vegetais ou de gorduras animais e adicionado ao diesel de petróleo em proporções variáveis, são os dois principais biocombustíveis líquidos usados (ANP- AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTIVEIS, 2019).

Cerca de 45% da energia e 18% dos combustíveis consumidos no Brasil já são renováveis. No resto do mundo, 86% da energia vêm de fontes energéticas não renováveis. Pioneiro mundial no uso de biocombustíveis, o Brasil alcançou uma posição almejada por muitos países que buscam desenvolver fontes renováveis de energia como alternativas estratégicas ao petróleo (ANP,2019). A TAB. 1 mostra o crescimento da demanda de produção de biodiesel no Brasil nos últimos cinco anos, juntamente com o GRAF. 1 que representa os dados em questão.

Tabela 1- Produção de biodiesel- B100 de 2014-2019 (m<sup>3</sup>)

Dados	Ano					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Janeiro	245.215	319.546	271.388	255.361	337.824	446.508
Fevereiro	240.529	303.594	300.065	259.812	338.420	415.249
Março	271.839	322.692	323.158	335.069	452.310	
Abril	253.224	324.526	348.485	347.603	446.137	
Maio	242.526	338.851	328.814	369.316	383.291	
Junho	251.517	322.185	292.772	359.236	467.077	
Julho	302.971	341.094	337.435	387.236	489.776	
Agosto	314.532	344.038	327.183	399.997	486.156	
Setembro	312.665	330.388	313.309	398.707	482.327	
Outubro	321.603	359.166	341.024	409.344	500.209	
Novembro	316.627	324.662	321.560	386.941	479.066	
Dezembro	348.962	306.526	296.145	382.671	487.444	
<b>Total do Ano</b>	<b>3.424.224</b>	<b>3.939.284</b>	<b>3.803.355</b>	<b>4.293.311</b>	<b>5.352.054</b>	<b>863.776</b>

Fonte: ANP, conforme Resolução ANP n° 17/2014.

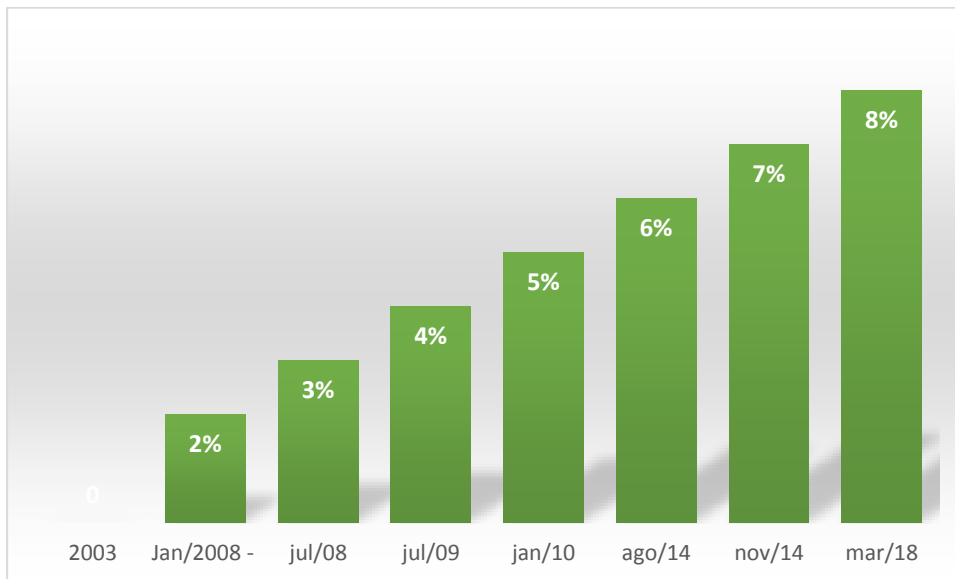
Gráfico 1 - Produção de biodiesel- B100 de 2014-2019 (m<sup>3</sup>)

Fonte: ANP, conforme Resolução ANP n° 17/2014.

Os primeiros debates para a criação de uma política para o biodiesel no Brasil iniciaram em 2003, com a criação da Comissão Executiva Interministerial do Biodiesel (CEIB) e do Grupo Gestor (GG) pelo governo federal. Em dezembro de 2004, o governo federal lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), com o objetivo inicial de introduzir o biodiesel na matriz energética brasileira. Com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, o principal resultado dessa primeira fase foi a definição de um arcabouço legal e regulatório (ANP, 2019).

A sua mistura ao diesel fóssil teve início em 2004, em caráter experimental e, entre 2005 e 2007, no teor de 2%, a comercialização passou a ser voluntária. A obrigatoriedade veio no artigo 2º da Lei n° 11.097/2005, que introduziu o biodiesel na matriz energética brasileira. Em janeiro de 2008, entrou em vigor a mistura legalmente obrigatória de 2% (B2), em todo o território nacional. Com o amadurecimento do mercado brasileiro, esse percentual foi sucessivamente ampliado pelo CNPE (CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA) até o atual percentual de 7,0% (ANP, 2019). O GRAF. 2 mostra o crescimento da porcentagem de biodiesel presente no diesel.

Gráfico 2 Evolução do percentual de teor de biodiesel presente no diesel fóssil no Brasil

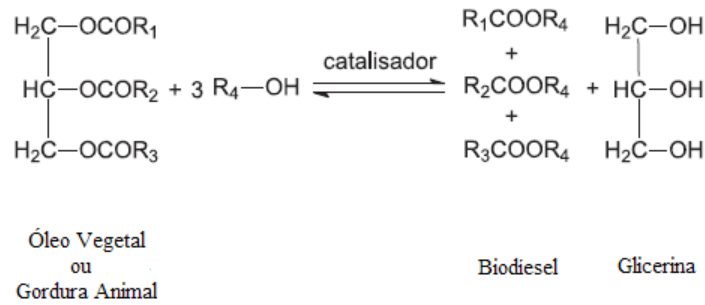


Fonte: Gráfico realizado a partir de dados disponibilizados no site da ANP, (2018).

#### 4.2.4 Reação de transesterificação

No processo de produção do biodiesel a partir de óleos vegetais e gordura animal a transesterificação é a reação mais utilizada nas indústrias. Na reação de transesterificação o triglicerídeo reage com um álcool simples (metanol ou etanol), formando ésteres (metílico ou etílico), que constituem o biodiesel, e glicerol. Podem ser usados óleos de diversas oleaginosas, como triglicerídeos, de acordo com a maior disponibilidade de cada região, e também gorduras animais. O álcool é adicionado 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. Pode ser utilizada catálise ácida, básica ou enzimática, ou utilizando fluidos supercríticos, sendo a catálise básica a mais utilizada para a produção industrial. (KUSDIANA & SAKA 2001, apud TAPANES; TAPANES; PEREZ; CRUZ, 2013). A seguir, na FIG.1, se mostra a reação de transesterificação total.

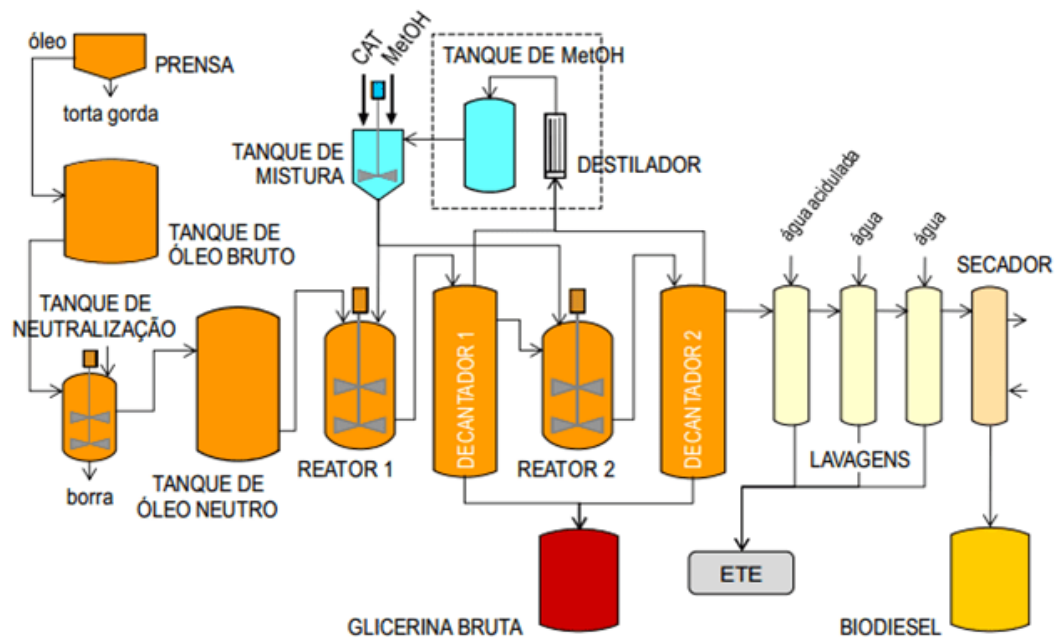
Figura 1- Reação de transesterificação total



Fonte: ReasearchGate, (2019)

O fluxograma da FIG. 2 ilustra um processo de produção de biodiesel a partir da extração (por prensagem) de óleo de substâncias oleaginosas, via catálise homogênea em meio alcalino (utilizando etanol, na presença de hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio). Finalizada a reação, um dos produtos obtidos junto ao éster é a glicerina bruta, que deve ser separada, podendo ser recuperada para outras finalidades. As operações de decantação, lavagem e secagem são necessárias para a remoção de substâncias indesejadas do meio e para a obtenção, apenas, do produto desejado: biodiesel. (RAMOS, 2011). Pode-se observar preocupação especial em relação aos efluentes industriais, já que a água de lavagem é enviada a uma estação de tratamento de efluentes, antes de ser despejada no meio ambiente (BETA EQ, 2017)

Figura 2-Processo de produção do biodiesel



Fonte: BetaEQ, (2017)



#### 4.2.5 Descrição detalhada do processo de produção

A produção do biodiesel é realizada através da gordura animal ou óleo vegetal, adotando os processos como ilustrados na (FIG 2).

Inicialmente o grão passa por um sistema de pré-limpeza para remoção de cascas, pedras, etc., e em seguida é enviado para o secador, onde a umidade é ajustada para 13–14%. Depois o grão segue para armazenagem em um silo graneleiro. O silo pode ser equipado com um sistema de controle de temperatura, umidade e aeração. É de suma importância que as condições de armazenagem sejam feitas de forma adequada a fim de reduzir a formação de acidez do grão ao longo do ano. A extração do óleo é feita após a semente oleaginosa escolhida for preparada e prensada. Em grande escala a extração é feita por solvente. A parte sólida resultante da prensagem, chamada de torta, após ela ser tratada pode ser usada em diversos seguimentos como fertilizante, ração animal e até mesmo para alimentação humana. De acordo com a qualidade da torta e o tipo de matéria-prima e condições operacionais que foram adotadas é que vai se definir a aplicação da torta (ECIRTEC, 2018)

É realizado no processo o pré-tratamento contínuo por neutralização e filtração com sílica ou terra ativada (refino químico). A neutralização elimina parte do fósforo e dos ácidos graxos, convertendo-os em borra (material resultante da reação dos ácidos graxos livres com soda cáustica, chamado de saponificação). O processo é semelhante ao de degomagem, com a diferença que o óleo condicionado com ácido é tratado com maior quantidade de soda cáustica para neutralizar (saponificar) os ácidos graxos e remover as gomas e outras impurezas. O sabão resultante da neutralização é removido na separadora centrífuga (BIODIESELBR, 2012).

Após o pré-tratamento, a sílica, ou terra ativada, é adicionada ao óleo tratado para adsorver fosfatídeos residuais, traços de metal e sabões formados na etapa de neutralização. Essa etapa acontece no interior de um misturador. O óleo é transferido para um tanque com agitador, onde permanece por 40 minutos com intuito de melhorar o contato com a sílica ou a terra ativada (BIODIESELBR, 2012).

No secador de óleo, a mistura é seca sob vácuo para remoção da umidade residual não absorvida pela sílica. Então, a mistura (óleo e sílica ou terra) é enviada para um sistema de filtragem para produzir um óleo livre de impurezas. Finalmente, a

temperatura é corrigida antes de se armazenar o óleo ou enviá-lo para a usina de biodiesel (BIODIESELBR, 2012).

#### 4.2.6 Processamento de biodiesel

A unidade de processamento de biodiesel é composta por quatro setores: transesterificação, recuperação da glicerina, recuperação do álcool e recuperação da água. O setor de transesterificação é a etapa mais importante da produção, é onde ocorre a reação química entre o óleo (ou gordura) e o álcool (metanol ou etanol), sob a ação de um catalisador (metilato de sódio ou soda cáustica). A reação poderá ser em etapas, quando se usa o processo contínuo, ou então em bateladas, em que o processo é executado em um único reator (BIODIESELBR, 2012).

A corrente usada é combinada com óleo, álcool e catalisador e aquecida à temperatura de reação em um aquecedor de alimentação antes de ser inserida no reator, um tanque agitado mecanicamente, onde a maior parte do óleo é transformada em biodiesel e glicerina. Para garantir que o óleo, o álcool e o catalisador estejam entrando na dosagem correta são utilizados medidores de vazão volumétrica (BIODIESELBR, 2012).

O produto final que obtemos na reação de transesterificação é o éster (metílico ou etílico), que segue para o decantador. É necessário que a mistura permaneça, em um vaso horizontal, para que as fases de éster e de glicerina se separem devido à diferença de densidade, não existe um tempo pré-determinado para essa separação, ela ocorre de forma natural levando o tempo necessário. Após a retirada da glicerina, o metil éster é transferido ao segundo reator, onde são acrescentados na reação mais álcool e catalisador que possam completar a reação de transesterificação. “O primeiro reator realiza 95% da reação. No segundo reator a reação se completa”, explica Macedo, (2006).

O éster é levado para um misturador estático, onde é adicionado ácido clorídrico para neutralizar o catalisador remanescente e auxiliar na separação da glicerina restante. Após o éster é lavado com água num misturador para diluir o ácido e o catalisador. É utilizado outro decantador para separá-lo da água – por ser mais densa, a água é drenada. O éster lavado vai para um tanque-pulmão e é bombeado para um *stripper*

(uma coluna de purificação que trabalha sob vácuo, removendo umidade e traços de metanol). O produto é resfriado para precipitar os esteróis glicosados (flocos brancos), e novamente ele é filtrado, e só então podem ir para os tanques de armazenamento. Então pode-se obter o biodiesel, após este processo (BIODIESELBR, 2012).

O segundo setor da unidade de processamento de biodiesel é o da recuperação da glicerina. Durante o processo é adicionado ao misturador a glicerina recuperada juntamente com o ácido clorídrico, a fim de neutralizar a reação. Nesta etapa, os sabões presentes são convertidos em ácidos graxos. Após neutralizada, ela é bombeada para o *stripper* de metanol, nesta etapa o excesso de álcool é recuperado e a glicerina é seca. O resultante da glicerina é a bruta, que contém impurezas como sais e ácidos e uma concentração ao redor de 85% de glicerol. Os sais são removidos quando a glicerina é destilada ou refinada a um grau técnico ou de qualidade superior (BIODIESELBR, 2012).

A glicerina é considerada como um subproduto do biodiesel e é vendida para indústrias de cosméticos, plásticos, fármacos e explosivos. Por se tratar de uma matéria não tóxica pode ser usada na indústria de alimentos (PLÁ, 2002).

O terceiro setor é o de recuperação de álcool. Nesta unidade, o metanol ou etanol colocado em excesso ou não consumido no processo de transesterificação (e aquele retirado na seção de recuperação da glicerina) é retificado e reaproveitado em outras reações com o óleo. O álcool das duas seções chega junto com água na forma de vapor e é transformado em líquido novamente por um condensador. Os dois líquidos são então separados por destilação (BIODIESELBR, 2012).

E por fim, o quarto setor da unidade de processamento de biodiesel é o de recuperação de água, que recebe o material do decantador de água de lavagem do biodiesel e também da destilação do metanol. A água também é reutilizada no processo (BIODIESELBR, 2012).

### 4.3 Vantagens e desvantagens do biodiesel

O biodiesel como combustível vem apresentando um potencial de utilização no mundo inteiro (FARIA; REZENDE; REZENDE; PINTO, 2007). Através de estudos o biodiesel foi considerado um substituto menos poluente para o petróleo. De acordo com a ANP (2019) dentre as principais vantagens do biodiesel, podem ser mencionadas:

- Consumo equivalente ao Diesel; Dispensa qualquer tipo de conversão do motor;
- 1000 vezes menos emissões de óxidos de enxofre;
- 50% menos emissões de CO e particulados (fumaça negra);
- 78% menos emissões de gases de efeito estufa;
- Maior lubrificidade, aumenta a vida útil do motor;
- Alto índice de cetano (qualidade da queima: 25 a 50% maior)
- Mais biodegradável do que o açúcar;
- Menos venenoso do que o sal de cozinha.
- Combustível Renovável
- Alto ponto de fulgor
- Contribui para diminuição da poluição da água, ao utilizar, através de reciclo, óleo de fritura antes do seu contato com rios.

Outra grande vantagem do biodiesel é em relação a sua produção no Brasil, já que o país conta com um amplo território com clima tropical e subtropical favorável ao cultivo de grande variedade de matérias-primas para a produção de biodiesel. Além disso, uma vasta gama de empreendimentos existentes e potenciais ligados à agro energia com significativo incremento na renda do campo e da cidade despontam como principais alavancas para o desenvolvimento sustentável (SEBRAE [2010]).

O biodiesel apresenta mais pontos positivos do que negativos, tanto em questão social, ambiental e profissional. As desvantagens do biodiesel estão diretamente relacionadas a sua produção, como: (SOLOMONS; FRYHLE,2001)

- A dificuldade em sua obtenção
- Inadaptações mecânicas dos veículos existentes para sua utilização
- Apresenta um custo consideravelmente mais alto do que a dos combustíveis normais.

- A produção de biodiesel em grande escala demanda profissionais especializados. Ao contrário do pensamento de muitos, a síntese envolvida na fabricação desse combustível exige conhecimentos profundos em química orgânica, bioquímica e físico-química. Além disso tem-se que observar aspectos como segurança em função da síntese de biodiesel envolver a manipulação do metanol, que é extremamente venenoso, e bases fortes como NaOH, por serem altamente tóxicas e corrosivas e descarte de resíduos.
- Necessidade de equipamentos sofisticados (SOLOMONS; FRYHLE,2001).

#### 4.4 Matérias-primas

Existem no mundo diferentes matérias-primas que podem ser utilizadas na produção do biodiesel. Todos os óleos vegetais, enquadrados na categoria de óleos fixos ou triglicérides, podem ser transformados em biodiesel. Dessa forma, podem ser considerados matéria-prima para a produção de biodiesel, os óleos das seguintes espécies vegetais: amendoim, milho, soja, polpa do dendê, amêndoa do coco de dendê, amêndoa do coco da praia, caroço de algodão, amêndoa do coco de babaçu, semente de girassol, baga de mamona, semente de colza, semente de maracujá, semente de pinhão manso, polpa de abacate, caroço de oiticica, semente de linhaça, semente de tomate, entre muitos outros vegetais em forma de sementes, amêndoas ou polpas (SANTOS, 2007). Todas as matérias-primas dependem de clima, vegetação e vários outros fatores para um produto final de qualidade.

Outra forma de produção é através de óleo ou gordura animal, pois estes possuem estruturas químicas semelhantes à de óleos vegetais. A diferença entre eles se dá pelo tipo e pela distribuição dos ácidos graxos combinados com o glicerol. Como exemplo pode-se utilizar sebo bovino, óleos de peixes, óleo de mocotó, gordura da galinha, banha de porco e outras matérias graxas de origem animal (SBRT- SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2006 apud TAPANE; ARANDA; TELES; CRUZ, 2013).

No Brasil os óleos de maior interesse industrial são o do girassol, da soja e da mamona, pois eles possuem capacidade de produzir óleos que contenham triglicérides de interesse.

##### 4.4.1 Óleos e gorduras

Os óleos utilizados na produção de biodiesel podem ser encontrados nas sementes dos vegetais e até mesmo na polpa dos frutos. Os óleos são compostos principalmente de glicérides e pequenas partes de lipídeos. Um dos compostos químicos mais importantes são os ácidos graxos e seus derivados, que podem variar tanto em relação à quantidade quanto em relação a sua composição de acordo com a região de cultivo (MORETTO E FEET, 1989). O ácido graxo é composto linear, podendo

ter a quantidade de carbono em sua cadeia variando de 4 a 22 e pela presença de insaturações. Existem diversos ácidos graxos conhecidos, sendo que na TAB. 2 estão listados os ácidos graxos que são encontrados mais facilmente na natureza.

As matérias-primas usadas na obtenção do biodiesel têm seus compostos químicos diferentes. Sendo assim cada qual terá diferentes compostos e isso irá diferir os vegetais, tornando assim um óleo ou gordura que vai gerar um produto final com qualidade superior.

Tabela 2- Principais ácidos graxos encontrados na natureza

Ácido Graxo	Nome Sistemático	Símbolo	Fórmula mínima	P.F. (°C)
Láurico	Dodecanóico	C12 ou C12:0	$C_{12}H_{24}O_2$	44,8
Palmítico	Hexadecanóico	C16 ou C16:0	$C_{16}H_{32}O_2$	62,9
Palmitoleico	cis-9-hexadecenóico	C16:1(n9)	$C_{16}H_{30}O_2$	0,5
Estearico	Octadecanóico	C18 ou C18:0	$C_{18}H_{36}O_2$	70,1
Oléico	cis-9-octadecenóico	C18:1(n9)	$C_{18}H_{34}O_2$	16
Linoléico	cis-9,cis-12-Octadecadienóico	C18:2(n9,12)	$C_{18}H_{32}O_2$	-5
Linolênico	cis-9,cis-12,cis-15-Octadecatrienóico	C18:3(n9,12,15)	$C_{18}H_{30}O_2$	-17

Fonte: Tecnologia dos óleos e gorduras vegetais, (1989).

Dentre as principais matérias-primas utilizadas para produção de biodiesel, este trabalho dará relevância maior a soja, amendoim, mamona, dendê, girassol, canola, pinhão-manso e as gorduras de origem animal, visto que assim podemos explorar mais de cada matéria-prima, mostrando a sua funcionalidade e sua melhor produtividade.

#### 4.4.2 Soja

A soja é uma leguminosa pertencente ao reino *Plantae*, divisão *Magnoliophyta*, classe *Magnoliopsida*, ordem *Fabales*, família *Fabaceae* (Leguminosae), subfamília *Fboideae* (Papilionoideae), gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* cultivada como *Glycine max* (L.) Merrill (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009).

A primeira utilização da soja no Brasil foi em 1935 para alimentação de suínos no Rio Grande do Sul. A primeira exportação foi em 1938 para Alemanha. A partir do primeiro momento a produção das sementes de sojas se expandiu para diversas regiões do país (EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2005).

A soja foi considerada uma das cinco leguminosas mais importantes e cultivadas no mundo. Seu grão contém 40% de proteína e 20% de óleo. Sua utilização é abrangente, podendo ser empregada como: adubo verde, forragem, silagem, feno e pastagem, além de ser utilizada para alimentação humana e produção de biodiesel, desinfetantes, lubrificantes e sabão (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009). As maiores utilizações da soja são para exportação, sendo: 56,40% em forma de grão, 30,20% farelo, 10,80% como óleo de soja bruto e 2,6% como óleo de soja refinado (NOVO; JÚNIOR, 2019).

Inicialmente quando surgiu o Programa Nacional do Uso e Produção do Biodiesel, mamona que havia sido considerada a oleaginosa com maior viabilidade para produzir o biodiesel, mas a soja ganhou espaço e chegou à liderança (NOVO; JÚNIOR, 2019). De acordo com a ANP (2016), a soja é responsável por mais de 82% da produção de biodiesel no Brasil.

Existem alguns fatores que fizeram a soja ser a matéria-prima responsável por mais de metade da produção de biodiesel no Brasil e em grande parte do mundo, como:

- Cadeia bem estruturada.
- Produção bem definida e moderna.
- Rede de pesquisa que está preparada para qualquer problema que possa surgir com a cultura.
- O retorno do investimento é rápido, geralmente de 4 a 5 meses.
- É considerado um produto fácil de vender, há poucos produtores somente (EUA, Brasil, Argentina, China, Paraguai e Índia), quase não existem



exportadores (Brasil, Argentina, EUA, Paraguai) e existe uma quantidade enorme de compradores.

- Pode ser estocado por períodos longos, para ser comercializados em uma oportunidade melhor.
- É uns dos óleos mais baratos.
- Maior rendimento.
- É de grande importância econômica, social e ambiental.

Entretanto a grande quantidade de ligações duplas na cadeia carbônica faz com que o biodiesel tenha baixa estabilidade oxidativa, mas esse problema pode ser resolvido com adição de antioxidantes ou obtenção de cultivares geneticamente modificados (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009).

O custo para a produção ainda é muito alto, devido principalmente por causa do cultivo e das técnicas de manejo de algumas oleaginosas, que ainda são poucas desenvolvidas e necessitam de investimentos em pesquisa e desenvolvimento para desenvolver tecnologias de produção agrícola e para promover o adensamento energético das espécies oleaginosas (BIODIESELBR, 2007). Segundo a Nacional Biodiesel Board, o Brasil tem condições de ser o pioneiro na produção dos biocombustíveis, pois possui uma ampla extensão territorial, radiação solar durante todo ano, água, abundancia em variedades oleaginosas para matéria-prima e tecnologia da agricultura tropical. Na FIG. 3, está representado os grãos de soja que é responsável por grande parte da produção do biodiesel.

Figura 3- Grãos de soja



Fonte: UDOP, Energia que inova,(2019)

#### 4.4.3 Mamona

A mamoneira é uma planta xerófila e heliófila. Sua primeira utilização foi na Ásia, e sua vinda para o Brasil foi dada pela colonização dos portugueses, o óleo era usado na iluminação e para lubrificar as rodas das carroças usadas por eles. Devido ao clima quente do Brasil o cultivo da mamoneira foi fácil. Devido a incentivos do governo a mamona foi incluída em programas como Fome Zero e o de Biodiesel. Os programas foram criados para incentivar a agricultura familiar, que é feita por pequenos produtores, gerando empregos para a população, a mamona por ser considerado um vegetal que pode ser plantado consorciado ou rotação de cultura, aumenta a renda do agricultor e também o volume de alimentos cultivados (FREITAS; FREDO, 2005).

Como representada na FIG.4 a mamona apresenta grande variabilidade na cor e no tamanho das folhas, sementes e caules, seu óleo possui uma cor amarelada de odor suave característico (CAMPESTRE, [2000]).

Figura 4 - Fruto da mamona e o óleo produzido através da semente.



Fonte: Bioblog, Biodiesel com óleo de mamona, (2006).

A produção da mamoneira pode ser feita em quase toda a região do Brasil, excluindo apenas alguns locais específicos como pantanal, Amazônia e lugares frios e com pouca altitude. Entretanto está na região nordeste a maior viabilidade de produção e o menor custo, sendo uma das poucas fontes de renda familiar na região (SANTOS; KOURI; BARROS; MARQUES; FIRMINO; REQUIÃO,2007).

O interesse na agricultura da mamona sofreu um aumento devido a demanda no setor produtivo, e da expansão e transformação tecnológica para produção de biocombustíveis. Como produto principal da mamona podemos obter o óleo e como subproduto, a torta de mamona, usado como fertilizantes devido a sua rica composição de nitrogênio, ela pode ser empregada para recuperação de terras esgotadas (BARROS; JARDINE, [2010]), pode ser usada também nas indústrias químicas para produção de tintas, vernizes, sabões, cosméticos, plásticos e fibras sintéticas. Em vários países a mamona é cultivada para a extração do óleo de rícino, uma vez que ele é empregado para lubrificação motores de alta rotação (SCAVONE; PANIZZA, 1980).

Como matéria-prima na produção do biodiesel a mamona é considerado o único óleo solúvel em álcool, o que facilita a produção de biodiesel. A mamona apresenta 90% de óleo recinoleico, outro fator que difere o óleo de mamona dos demais é devido a sua maior viscosidade se comparado aos outros óleos e também a presença de mais oxigênio que os demais (SANTOS; KOURI; BARROS; MARQUES; FIRMINO; REQUIÃO,2007).

O governo incentivou a produção de biodiesel em todo o Brasil com isenções fiscais, mas isso não foi o suficiente para alavancar a sua produção, existe algumas deficiências da oleaginosa que dificultam o processo de produção, como (AGNOL A. D., 2007):

- Velocidade da transesterificação.
- Separação e na purificação dos produtos.
- Preço mais elevado em relação aos demais óleos,
- Mão-de-obra escassa, mesmo com a agricultura familiar.
- Densidade baixa, aumentando o custo de transporte.
- Pouca pesquisa

#### 4.4.4 Amendoim

O amendoim é uma das oleaginosas mais produzidas no mundo, pertencente à família Leguminosae, subfamília Faboideae, gênero *Arachis*, seção Axonomorphae e serie Amphiploides (NOGUEIRA; TÁVORA; ALBURQUERQUE; NASCIMENTO; SANTOS,2013).

O amendoim é considerado um alimento calórico, rico em óleo, proteínas e vitaminas. O grão é considerado de grande importância econômica em vários países do mundo inteiro. No Brasil a produção do amendoim está concentrada no Centro-Sul, especificamente nos estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Rio Grande do Sul e na região do nordeste concentrando-se na Bahia (MARTINS,2013).

De acordo com o agrônomo da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), Dilson Cáceres, especialista em oleaginosas, "quando o mercado deixar de focar o volume de produção e se voltar para a qualidade, o óleo de amendoim poderá ser uma das principais fontes de biodiesel". Ainda falta um caminho muito grande a se percorrer para o amendoim se tornar pioneiro na produção de biodiesel, pois a área de cultivo ainda é pequena, e 90% desta área está concentrado no estado de São Paulo, quase todo o cultivo desta oleaginosa é destinada para indústria de alimentos e setor culinário, com isso pouco volume do que é cultivado é destinado para a produção do biodiesel (COSTA, 2010).

O amendoim pode ser consumido na forma do óleo bruto, utilizados em receitas, feita em solventes e óleos, medicamentos, materiais têxteis e na produção de biodiesel (COSTA; ZAGONEL,2013).

O óleo extraído do amendoim já é bastante visado para a produção de biodiesel devido à grande quantidade de óleo presente no vegetal. A sua primeira utilização do amendoim para produção de biodiesel, foi realizada pelo próprio Rudolf Diesel, atestando o sucesso do biocombustível. O óleo é considerado de maior viscosidade cinemática, tem um menor índice de iodo se comparado aos demais óleos (COSTA; ZAGONEL,2013), e se comparado com o óleo de soja que tem 20% de seu rendimento para a produção do biocombustível, o óleo produzido a partir do amendoim tem seu rendimento de 50%. Infelizmente o amendoim ainda tem um custo muito alto para a produção do biodiesel, entretanto se for feita com cultivo em rotação com a cana-de-açúcar, o custo do óleo de diminui, pois as indústrias canavieiras, poderiam aproveitar a

cultura do amendoim e se tornar autossuficiente na produção do biocombustível (PEREIRA, 2015). Na FIG. 5 está representado o grão do amendoim.

Figura 5- Grão do amendoim



Fonte: Unilab laboratórios de sementes, (2013).

#### 4.4.5 Dendê

De origem africana, o dendezeiro (*Elaeis guineensis*) é uma palmeira cujo o cultivo está localizado em regiões tropicais, com clima quente e úmido. Há relatos que a utilização do dendê começou há mais de 5.000 anos atrás, vindo através da cultura dos egípcios, que já consumiam o óleo daquela planta. Desde o século XV, o dendezeiro consta dos relatos dos primeiros visitantes europeus à África, como parte integrante da paisagem, dos hábitos e da cultura popular. Já no continente americano, o dendezeiro chegou com o comércio de escravos, e chegou ao Brasil século XVII (VAINSENER, 2009).

Devido à sua consistência e por não rancificar, o dendê é muito usado na culinária como: para a fabricação de margarinas, gorduras vegetais, pães, bolos, tortas, sorvetes, barras de chocolate, biscoitos finos e cremes, assim como óleos de cozinha. De acordo com Vainsencher (2009), cerca de 80% da produção mundial desse azeite é destinada

ao uso em indústrias alimentícia. Já o restante 20%, representados pelo óleo de palmiste, são usados como matéria-prima na indústria de cosméticos, na fabricação de sabonetes, sabão em pó, detergentes e amaciantes de roupas biodegradáveis, lubrificantes, cosméticos, velas, produtos sanitários e farmacêuticos, assim como biocombustíveis (chamado dendiesel) para motores à diesel.

Como matéria-prima para produção de biodiesel, o óleo de dendê constitui grande percentual de ácidos graxos que podem ser obtidos em razão do refino, grande parte do dendê produzido no Brasil se encontra na Bahia e no Pará (BELTRÃO; LIRA, 2007). O dendê é uma das poucas opções viáveis na Amazônia, pois contribui para o meio ambiente, sem limitações tecnológicas.

O óleo de dendê está entre os mais qualificados para a produção do biodiesel, Edson Barcelos (2008), pesquisador da Embrapa e especialista em dendê, citou alguns fatores:

- Sua composição.
- Baixo custo.
- É o mais rentável, apresenta maior produtividade por área cultivada, se comparada aos outros óleos, ele pode produzir até 10 vezes mais em relação a soja, por exemplo.
- Produção pode ser distribuída durante o ano todo.
- A lavoura pode produzir por até 20 anos.

Apesar das vantagens da produção de biodiesel a partir do óleo de dendê, ainda existem fatores que devem ser levados em consideração que dificultam o processo de biodiesel a partir deste óleo, como:

- A produção no território brasileiro não consegue suprir a necessidade de produção do biodiesel, sendo necessário importar o dendê.
- Falta de incentivo aos agricultores, importante a criação de linhas de créditos.
- O retorno não é imediato, geralmente a plantação demora de três a quatro anos para começar a produzir em escala.
- A colheita é feita de forma manual, o que encarece a mão-de-obra dessa matéria-prima (BIODIESELBR, 2014).

Na FIG. 6 o dendê está representado na forma do grão, do óleo extraído do vegetal e o biodiesel produzido através da oleaginosa.

Figura 6- Grãos do dendê, óleo e biodiesel extraído do dendê



Fonte: Fundação Joaquim Nabuco, Dendê, (2009).

#### 4.4.6 Girassol

O girassol (*Helianthus annuus*), é uma planta proveniente da América do Norte, mas se adapta facilmente a qualquer clima e região. O único problema para seu cultivo é que ela necessita de um solo nitrogenado e com presença de micronutrientes. O girassol chegou ao Brasil no século XIX, no Sul do país trazido pelos europeus (BELTRÃO; LIRA, 2007).

A partir da semente do girassol é possível se extrair o óleo, que é rico em ácidos graxos e nutrientes. O óleo de girassol é empregado como óleo de cozinha, biodiesel e alimento para pássaros (UBRABIO, 2015). Sob o ponto de vista agrônômico, o girassol apresenta fatores favoráveis para a produção de biodiesel, como o ciclo curto, elevada qualidade e rendimento do óleo alto (SILVA; SANGOI, 1985).

O biodiesel produzido através do óleo de girassol é considerado puro, o que o torna um excelente biocombustível, que difere dos biocombustíveis produzidos por outros vegetais, consegue ser empregado em motores diesel sem sofrer adaptações. Além disso apresenta um aumento de 10% do seu rendimento se comparado a soja, não

degrada os motores ao longo dos anos (OLIVEIRA A., 2015). A FIG. 7 ilustra o girassol em sua forma de grão, óleo e a flor.

Figura 7- Girassol



Fonte: CEISE- CENTRO NACIONAL DAS INDUSTRIAS DO SETOR SUCROENERGETICO E BIOCMBUSTIVEIS, (2018).

#### 4.4.7 Canola

A canola é um vegetal produzido através de melhoramento genético, a fim de diminuir o percentual de ácidos erúico presentes nas sementes oleaginosas da mesma família como o nabo, couve, couve-bruxelas e o espinafre. Há relatos que indicam a utilização desse óleo na Índia a mais de 4.000 anos atrás, como lubrificantes, e depois no século XII como lubrificantes para máquinas a vapor (EMBRAPA,2008).

Segundo a EMBRAPA Trigo (2007), a maior produção de canola está localizada na Europa, destacando a Alemanha que é o principal produtor de biodiesel, no Brasil



ainda é escasso o investimento para pesquisas, a canola ainda não conseguiu alcançar a mesma expressão quando comparada a Europa, por motivos mercadológico e tecnológico.

Além do seu potencial na alimentação por possuir um óleo rico em proteínas, vitamina E, o óleo de canola pode ser usado nas indústrias de biodiesel, pois ele possui 38% de óleo, esse valor é alto se comparado ao da soja que é o mais usado recentemente, e representa 18% de óleo (EMBRAPA,2008). Também possui baixo índice de gordura saturada, que indica um melhor desempenho do biocombustível em climas frios, o biodiesel puro da canola apresenta 10% de oxigênio, que leva a uma redução na emissão de hidrocarbonetos, monóxidos tóxicos e monóxido de carbono (ANDERSON C., 2008). Outro fator que diferencia a canola dos demais é o seu aproveitamento completo, é possível usar os grãos mesmo após terem passado por excesso de chuvas, seca e qualquer outro fator que comprometa a sua comercialização (EMBRAPA,2008).

No Brasil a canola é cultivada nas regiões do Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul, o volume cultivado nesta região é significativo, visto que pode ser cultivada em rotação com outras culturas, o que proporciona benefícios econômicos e ambientais para a região (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2010). A FIG. 8 mostra a lavoura de canola.

Figura 8- Lavoura de Canola



Fonte: Produção de Biodiesel, (2011).

#### 4.4.8 Pinhão-manso

O pinhão-manso, é uma planta proveniente da América Latina, tem como característica a fácil adaptação em solos poucos férteis e climas desfavoráveis, outra qualidade que ele possui em relação as outras oleaginosas é o fato de não ser afetado por nenhuma praga (BELTRÃO; LIMA,2007).

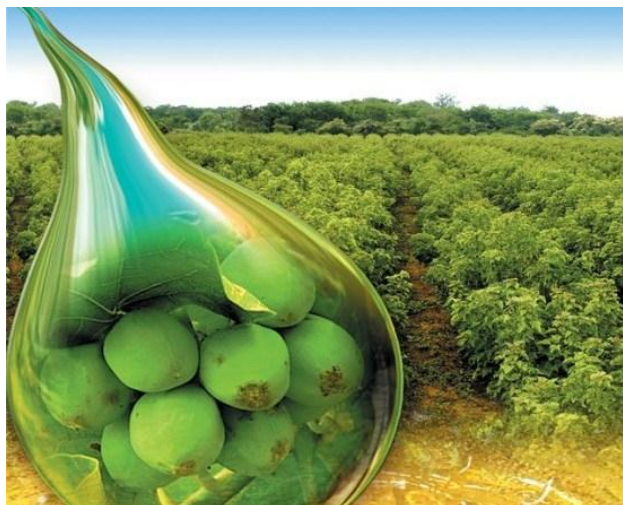
Atualmente a Índia é pioneira no cultivo do Pinhão-manso, os grandes empresários indianos usam as terras improdutivas para o cultivo da oleaginosa, com objetivo de colher as sementes e obter seu óleo para abastecer as máquinas agrícolas durante todo o ano. Pesquisadores brasileiros, estão a procura em toda a América Latina da semente do pinhão-manso em toda sua variabilidade, para que possa realizar testes sobre sua rentabilidade (CASTELLANO,2006).

Pode ser utilizado no tratamento de várias enfermidades, seu subproduto é rico em nitrogênio, podendo ser plantado em consorcio com outros alimentos, para manutenção do solo, a torta pode ser usada como ração e sua casca usada como carvão vegetal e matéria-prima para fabricação do papel, seu óleo pode ser usado para fabricação de inseticidas, de tintas e verniz (ALMEIDA, 2007).

Estudos realizados a partir do biodiesel produzido com o óleo de pinhão-manso e o diesel mostraram o mesmo potencial, e o biodiesel apresentou melhoras como a diminuição de ruídos e fumaça. A planta pinhão-manso pode levar de três a quatro anos para atingir a idade produtiva, entretanto se estende por mais quarenta anos a produção de sua amêndoa (BELTRÃO; LIMA,2007).

O Brasil ainda encontra dificuldades para produzir o biodiesel através do pinhão-manso, pois não apresenta cultivares comerciais e ainda necessita alguns anos de estudos para resolver problemas tecnológicos que impossibilitam essa produção (CAPDEVILLE; LAVIOLA, 2013). A FIG. 9, retrata o pinhão-manso e sua plantação.

Figura 9- Pinhão-manso



Fonte:Agromundo,(2010).

#### **4.5 Gordura animal**

A gordura usada na produção do biodiesel é proveniente de abates de animais e são um atrativo econômico, pois a grande quantidade de resíduos gordurosos produzida implica baixo custo e disponibilidade imediata da matéria-prima em áreas agroindustriais. Além disso, o uso de gorduras animais colabora para a redução de impactos ambientais, evitando o destino impróprio dos resíduos que não são processados e descartados corretamente, mas o uso de gordura animal na preparação do biodiesel é prejudicado pela sua solidificação em temperatura ambiente e pelo percentual de enxofre maior que o encontrado nos óleos vegetais, características gerais deste tipo de material. A gordura animal, normalmente, apresenta um número elevado de ácidos graxos livres, que durante a produção do biodiesel promovem a formação de sabões ao invés de biocombustível, diminuindo a eficiência do processo e interferindo no processo de purificação. A acidez da gordura deve ser determinada, para que haja adequação da matéria para a produção do biodiesel. Até 3% de ácidos graxos livres são toleráveis e não diminuem significativamente o rendimento da reação (JARDINE; BARROS,2015)

A seguir, relacionamos algumas características do processo de obtenção do biodiesel para as principais gorduras animais obtidas no Brasil.

#### **4.5.1 Biodiesel de gordura bovina**

Estudos já comprovam não só a eficiência, mas também o custo baixo da produção de biodiesel a partir da gordura animal, por se tratar de um produto de baixo custo e de disponibilidade imediata (ABREU, 2005; OLIVEIRA, 2008).

Oliveira (2008) afirma que as gorduras dos animais vivos usualmente são incolores e são quimicamente formadas de triglicerídeos. A sua decomposição começa a partir do momento do abate. A cor e o teor de ácidos livre sofrem mudanças a partir da morte do animal, por causa da ação de enzimas e de bactérias. Deste modo, o controle enzimático e bacteriológico antes do abate é imprescindível para obtenção de gorduras de qualidade.

O Brasil possui o segundo maior rebanho de gado bovino do mundo, com mais de 215,2 milhões de animais em 2015, produzindo anualmente 200.000 toneladas de sebo bovino. Esse resíduo gorduroso é constituído por triacilglicerídeos que tem na sua composição principalmente os ácidos palmíticos (~30%), esteárico (~20-25%) e oléico (~45%) (LISBOA, 2016).

O aproveitamento de subprodutos animais para produzir biocombustíveis apresenta vantagens significativas em relação à utilização de óleos vegetais, redução de emissões de dióxido de carbono, melhor desempenho dos motores e baixo consumo de água no processo produtivo foram alguns dos benefícios que ele enumerou. Além disso, o impacto é nulo nos preços dos alimentos (RIO, 2009).

#### **4.5.2 Biodiesel de gordura suína**

A carne de suínos produzida gera uma quantidade de rejeitos de gordura em torno de 600 mil toneladas/ano com diversas utilizações como, por exemplo: aplicações na fabricação de rações, sabões, tintas, cosméticos, explosivos, farmacêuticos, couro, têxteis e de lubrificantes e, recentemente, tem despertado o interesse em relação ao aproveitamento e transformação desse material graxo em biodiesel. A gordura de porco é composta de quantidades próximas de ácidos graxos saturados e insaturados, mas a quantidade de cada componente varia de acordo com diversos fatores que geralmente não são considerados quando se analisa a gordura ou se deseja aplicações específicas para a mesma (BELLAYER, 2009).

A gordura suína deve ser pré-tratada para eliminação de umidade, que pode promover a reação paralela de hidrólise do triglicerídeo, formando ácidos graxos livres, que geram subprodutos como sabões, remover impurezas macroscópicas por filtração, diminuir o índice de acidez, geralmente mais alto na matéria-prima bruta, usar desodorizadores, antioxidantes, além de emulsificantes, tensoativos e solventes, que ajudam na melhora do aspecto físico da gordura. Mas a principal transformação dos óleos no biodiesel utilizável é feita através da reação de transesterificação, em um processo similar a hidrólise, exceto pela utilização do álcool, em vez da água. Este processo também reduz a viscosidade elevada dos triglicerídeos (RIBEIRO, 2010).

## 5 COMPARATIVO ENTRE AS MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

A produção do biodiesel não só no Brasil, mas ao redor do mundo é feita através de diversas fontes, destacando no trabalho os vegetais como: a soja, o amendoim, a mamona, o pinhão-manso, dendê, o girassol e a canola, e também as gorduras animais como: o sebo bovino e suíno.

O Brasil possui um território extenso que favorece o plantio uma diversidade imensa de vegetais, além do clima e do solo que favorece a produção de diversas oleaginosas. A FIG.9 mostra as diferentes oleaginosas cultivadas em todo o território nacional, como foi visto anteriormente cada oleaginosa se desenvolve melhor em determinado clima e solo.

Figura 9- Cultivo das oleaginosas no Brasil



Fonte: FRANCO E SOUSA, (2010).

Podemos observar a preferência de importantes matérias-primas como a soja, mamona e o amendoim e principalmente do dendê no Norte e no Nordeste, a produção das oleaginosas nesta região agrega valor econômico, ambiental e social, por se tratar de uma região que ainda encontram dificuldades em se reestabelecer economicamente, o cultivo destas plantas favorece a agricultura familiar.

É importante observar que a soja consegue ser facilmente produzida em qualquer região o que facilita a produção de biodiesel a partir desta oleaginosa.

Considerando os diversos tipos de óleos vegetais usados e os estudados matérias-primas brasileiras, a TAB. 3 exemplifica os principais ácidos graxos encontrados nas matérias primas da produção do biocombustível.

Tabela 3- Porcentagem dos ácidos graxos presentes nas matérias-primas

ÁCIDOS GRAXOS	AMENDOIM	SOJA	GIRASSOL	CANOLA	DENDÊ
LÁURICO					1,1
MIRÍSTICO					1
PALMÍTICO	12	10,8	7	4,1	40,7
ESTEÁRICO	3	3,2	4,1	1,8	5
OUTROS AG SATURADOS	5,2		1	0,6	
<b>TOTAL DE AG SATURADOS</b>	<b>20,3</b>	<b>14</b>	<b>12,1</b>	<b>6,5</b>	<b>47,8</b>
OLEICO	41,1	23,7	23,5	63	42
OUTROS AG MONOINSATURADOS	0,9	0,1	0,2	1,9	
<b>TOTAL AG MONOINSATURADOS</b>	<b>42</b>	<b>23,8</b>	<b>23,7</b>	<b>64,9</b>	<b>42</b>
LINOLEICO	37,5	55,2	63,6	20	10,2
LINOLÊNICO	0,2	7	0,6	8,6	
<b>TOTAL AG POLI-INSATURADOS</b>	<b>37,7</b>	<b>62,2</b>	<b>64,2</b>	<b>28,6</b>	<b>10,2</b>

Fonte: Knothe et al.(2007)

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil além de potencial, tem clima favorável, solo com ricos nutrientes, e regiões que tem a capacidade de investir em infraestrutura para a produção do biodiesel. Pode-se dizer que dentro do território brasileiro encontramos grande parte da matéria-prima para este processo também.

Através deste trabalho podemos observar a riqueza de cada matéria-prima e o que cada uma tem a oferecer na região em que ela melhor irá se adaptar. Infelizmente faltam estrutura, incentivo, e dependendo da oleaginosa a ajuda financeira para custear esse programa.

O país apresenta várias fontes vegetais com capacidade semelhante e até mesmo melhor que a soja para produzir o biodiesel, mas estudos comprovam que nos próximos 10, 20 anos, a produção de biodiesel ainda será realizada pela soja, devida a sua rentabilidade, por sua produção em todo o território nacional, sua mão-de-obra barata, retorno rápido e o mais importante, possui um campo muito vasto de pesquisas, podendo resolver qualquer dificuldade que aparecer em relação com a cultura.

A produção do biodiesel apresenta mais vantagens em relação a produção e utilização, do que desvantagens, agregando valores econômicos, incentivando a agricultura familiar, além de aumentar o volume de alimentos plantados, pois a grande maioria das oleaginosas podem ser plantadas em consórcio com outras culturas.

O principal fator para a produção do biodiesel é por ser uma fonte limpa e renovável, gerando poucos impactos ao meio ambiente.

As desvantagens do biocombustível, está ligada à sua produção, devido a dificuldade de se encontrar mão de obra qualificada e os equipamentos sofisticados.



## REFERÊNCIAS

ABREU, P. G.; HIGARASHI, M. M.; JÚNIOR, A. C. **Transesterificação com catálise ácida de resíduos de gordura de frango para produção de biodiesel: resultados preliminares.** In: 3º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. Universidade Federal de Lavras e Prefeitura Municipal de Varginha. *Anais.* Varginha, Minas Gerais, 2005.

**AGRONEGOCIOS DA MAMONA NO BRASIL**,2007 Fonte: Bioblog. Disponível em:<http://www.bioblog.com.br/biodiesel-com-oleo-de-mamona/> acesso em 27 set 2019

A., O. (17 de Jun de 2015). **COMO PRODUZIR BIODIESEL DE GIRASSOL.** Fonte: Produção de biodiesel: <https://www.producaodebiodiesel.com.br/biocombustiveis/como-produzir-biodiesel-de-girassol> Acesso em 24 set 2019

A., P. F. (2015). **PROCESSO DE PRODUÇÃO E PURIFICAÇÃO DO BIODIESEL DE AMENDOIM.** Fonte: Repositorio UFAL: <http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/1288/1/Processo%20de%20produção%20e%20purificação%20do%20biodiesel%20de%20amendoim.pdf>. Acesso em 24 set 2019.

Barros, T. D., & Jardine, J. G. ([2010]). **MAMONEIRA.** Fonte: Agencia Embrapa de Informação Tecnológica:<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vmz02wx5eo0sawqe3kht4d7j.html>. Acesso em 24 set 2019  
Benigno Núñez Novo, A. M. (03 de 2019).

**A IMPORTANCIA DA SOJA NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL.** Fonte: Jus.com.br: <https://jus.com.br/artigos/72455/a-importancia-da-soja-na-producao-de-biodiesel>. Acesso em 24 set 2019

**Biodiesel [2010];** Disponível em; <https://www.infoescola.com/quimica/biodiesel/> Acesso em: 05 maio 2019

**BIODIESEL NO BRASIL: MATÉRIAS PRIMAS E TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO**  
TAPANES N. C; ARANDA D. A. G.; PEREZ R. S; CRUZ Y. R. V.1 N.1, 2013

**BIODIESEL SENAI** Disponível em:  
[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/NT00035116\\_000gihb7tn102wx5ok05vadr1szzvy3n.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/NT00035116_000gihb7tn102wx5ok05vadr1szzvy3n.pdf) Acesso em: 30 Março 2019

C., A. (17 de Jan de 2008). **CONTE COM A CANOLA PARA SEU BIODIESEL.** Fonte: BIODIESEL MAGAZINE: <http://www.biodieselmagazine.com/articles/2063/count-on-canola-for-your-biodiesel/>. Acesso em 20 set 2019

COSTA, L. (10 de mar de 2010). **AMENDOIM: EXCELENTE POTENCIAL PARA BIODIESEL.** Fonte: O estado de São Paulo.: <http://www.estadao.com.br/noticias/geral,amendoimexcelente-potencial-para-biodiesel,518749>. Acesso em 30 agosto 2019

Dall'Agnol, A. (03 de 12 de 2007). **PORQUE FAZEMOS BIODIESEL DA SOJA**. Fonte: BIODIESELBR: <https://www.biodieselbr.com/noticias/colunistas/convidado/porque-fazemos-biodiesel-de-soja>. Acesso em 30 agosto 2019

E., B. (7 de jul de 2008). **BIODIESEL DE DENDÊ, UMA ALTERNATIVA ECOLÓGICA**. Fonte: BiodieselBr: <https://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/biodiesel-dende-alternativa-ecologica-07-07-08>. Acesso em 15 agosto 2019

**Equipamentos para produção de biodiesel**. Disponível em: <https://ecirtec.com.br/equipamentos/biodiesel/>. Acesso em 03 out 2019

Felizardo, P. M. G., **Produção de Biodiesel A Partir de Óleos Usados de Fritura**. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/38894145/felizardo-2003>>.

Flavia C. C. Oliveira, Paulo A. Z. Suarez e Wildson L. P. dos Santos, 2007 **REVISTA QUIMICA E SOCIEDADE BIODIESEL; POSSIBILIDADES E DESAFIOS**

FRANCO, Lucina; SOUZA, Ernesto. **Nova moeda no campo: Brasil amplia produção de etanol e biodiesel beneficiando agricultores de todo o país**. Publicado no website do Globo Rural, edição 299, 2010.

FREITAS S. M, F. C. (2005). **BIODIESEL À BASE DE ÓLEO DE MAMONA: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES**. *Informações economicas SP*, 37-42.

G., C., & G., L. B. (11 de set de 2013). **PINHÃO-MANSO: INSUCESSO OU ERRO DE ESTRATÉGIA**. Fonte: BIODIESELBR: <https://www.biodieselbr.com/noticias/materia-prima/jatropha/pinhao-manso-insucesso-erro-estrategia-100913>. Acesso em 03 out 2019

Herrera, C. G.; **Grasas y Aceites 1995**, 46, 121

Indic Econ, FEE, **Perspectivas do biodiesel no Brasil**, , Porto Alegre, v. 30, n. 2, p, 179-190, set, 2002 Janeiro: Varela, 1989.

J, A. M. (08 de SET de 2008). **Potencialidades da canola na produção de biodiesel**. Fonte: DIA DE CAMPO: <https://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/busca-de-noticias/-/noticia/2181477/dia-de-campo-na-tv---potencialidades-da-canola-na-producao-de-biodiesel>. Acesso em 26 se 2019.

J., C. (29 de NOV de 2006). **BIODIESEL DO OLÉO DE PINHÃO-MANSO**. Fonte: BIODIESELBR: <https://www.biodieselbr.com/blog/vedana/2006/biodiesel-oleo-pinhao-manso/>.

Knothe, G.; Gerpen, J. V.; Krahl, J.; Ramos, L. P.; **Manual de Biodiesel**, 1a. ed., Edgard Blücher: São Paulo, 2006.

LISBOA, V. **Brasil atinge recorde de 215,1 milhões de cabeças de gado**. Agência Brasil Rio de Janeiro 29/09/2016 disponível em:

<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2016-09/brasil-atinge-recorde-de-2152-milhoes-de-cabecas-de-gado> consultado em 27 set 2019

Marisa A. B. (25 de fevereiro de 2008). «**GRÃOS E ÓLEOS VEGETAIS: MATÉRIAS PRIMAS**» (Online). *Canadian Canola Industry* (em Português). esalq.usp.br. Consultado em 9 de Abril de 2019

Monyem, A.; Van Gerpen, J. H.; Canakci, M.; *Trans. ASAE* **2001**, *44*, 35. MORETTO, E. e FETT, R. **Tecnologia dos óleos e gorduras vegetais**.

Manzoni, L. P., & Barros, T. D. ([2017]). **BIODIESEL**. Fonte: AGEITEC- Agencia Embrapa de Informação Tecnológica:  
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl290nv02wx5eo0sawqe3ho6o476.htm>. Acesso em 20 set 2019

MINISTERIO DA AGRICULTURA. (11 de Jan de 2010). **BIOCOMBUSTIVEL FAZ CRESCER 40% DA PRODUÇÃO DE CANOLA**. Fonte: BIODIESELBR:  
<https://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/biocombustivel-crescer-40-producao-canola-110110>. Acesso em 15 set 2019

**OLÉO DE MAMONA**. ([2000]). Fonte: Campestre, 1974:  
<https://www.campestre.com.br/oleos-vegetais/oleo-de-mamona/>. Acesso em 23 set 2019

OLIVEIRA, D. **Biodegradação de biodiesel de origem animal**. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”- UNESP Instituto de Biociências – Rio Claro, 2008.

Ramos, L. P.; Kucek, K. T.; Domingos, A. K.; Wilhelm, H. M. **Biotecnologia: Ciência e Desenvolvimento** 2003,31, 28.

RAMOS, L. P.; SILVA, F.R.; MANGRICH, A. S.; CORDEIRO, C. S. **Tecnologias de produção de biodiesel**. Revista Virtual de Química. Brasil, v.3, n.5, out. p. 385-405, 2011.

RAMOS, L.P.; KUCEK, K.T.; DOMINGOS A.K.; WILHELM M.H., **Biodiesel um projeto de sustentabilidade econômica e socioambiental para o Brasil**, 2003

**Reação Global de Transesterificação de tricilglicerídeos para produção de biodiesel**, Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Reacao-global-de-transesterificacao-de-triacilglicerideos-para-producao-de\\_fig1\\_271020517](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Reacao-global-de-transesterificacao-de-triacilglicerideos-para-producao-de_fig1_271020517). Acesso em 02 maio 2019.

RIBEIRO, T. C. **Síntese de Insumos Químicos a partir de Biodiesel Produzido pela Transesterificação de Gordura Animal** Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, 2010.

RIO, R. **Fábrica na Dinamarca produz biodiesel de gordura animal**. Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/fabrica-dinamarca-produz-biodiesel-gordura-animal-14-08-09.htm>. Acesso em 27 set 2019

Rita C. M. Faria; Michelle J. C. Rezende<sup>\*</sup>; Claudia M. Rezende; Angelo C. Pinto Quím. Nova vol.30 no.8 São Paulo 2007 **Desenvolvimento e validação de metodologia de análise de misturas biodiesel:diesel utilizando cromatografia gasosa-espectrometria de massas**.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. **Época de semeadura em girassol: II. Efeitos no índice de área foliar, incidência de moléstias, rendimento biológico e índice de colheita. Lavoura Arrozeira**, v. 38, n. 362, p. 6-13, 1985

SBRT (Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas). **Fabricação do biodiesel a partir de sebo**,2006.

Shay, E. G. **Biomass and Bioenergy** 1993, 4, 227

Sítio da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (**ANP**). Disponível em <<http://www.anp.gov.br/>>. Acesso em: 30 Março 2019.

SOLOMONS, T.W.G.; FRYHLE, C.B. **Química Orgânica**. Rio de Janeiro: LTC Editora. Vol 1, 7.ed., 2001

S., A. (26 de mar de 2007). **PINHÃO-MANSO, OPÇÃO PARA O BIODIESEL**. Fonte: Agrolink: [https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/pinhao-manso--opcao-para-o-biodiesel\\_384791.html](https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/pinhao-manso--opcao-para-o-biodiesel_384791.html). Acesso em 15 set 2019

SCAVONE, O., & PANIZZA, S. (1980). **Plantas tóxicas**. São Paulo-SP: CODAC- USP. SEDIYAMA T., TEIXEIRA R. S., BARROS H. B. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Paraná 2009.

T., C. (25 de mai de 2008). **Pesquisa destaca uso do girassol para produção de biodiesel**. Fonte: Biomassabr: <http://www.ceisebr.com/conteudo/pesquisa-destaca-uso-do-girassol-para-producao-de-biodiesel.html>. Acesso em 15 set 2019

**Tecnologias de Produção de Biodiesel** Ramos, L. P. ;\* Silva, F. R.; Mangrich, A. S.; Cordeiro, C. S. *Rev. Virtual Quim.*, 2011, v.3, n (5).

UBRABIO. (18 de mai de 2015). **ESTUDOS COM GIRASSOL PARA PRODUÇÃO DE BODIESEL**. Fonte: UBRABIO: <https://ubrablo.com.br/2015/05/18/estudos-com-girassol-para-producao-de-biodiesel/>. Acesso em 28 set 2019

VAINSENER, Semira Adler. *Dendê*. **Pesquisa Escolar Online**, Fundação Joaquim Nabuco, Recife. Disponível em: <<http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/>>. Acesso em: 25 agosto 2019

Z., S. P. (13 de 11 de 2006). **BiodieselBr O OLEO DE MAMONA COMO MATÉRIA-PRIMA PARA BODIESEL.** Fonte: BiodieselBr:  
<https://www.biodieselbr.com/noticias/colunistas/suarez/oleo-mamona-materia-prima-biodiesel>. Acesso em 28 set 2019