

**UNISA – UNIVERSIDADE SANTO AMARO**  
**ENGENHARIA QUÍMICA**

ANTÔNIO FELIPE ALCÂNTARA BIANCO

**PRODUÇÃO DE BIODIESEL ATRAVÉS DE ÓLEO DE COZINHA RESIDUAL**

**SÃO PAULO**

**2020**

**UNISA – UNIVERSIDADE SANTO AMARO**

**ANTÔNIO FELIPE ALCÂNTARA BIANCO**

**PRODUÇÃO DE BIODIESEL ATRAVÉS DE ÓLEO DE COZINHA RESIDUAL**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Comissão de Diplomação do Curso de Engenharia Química da Universidade Santo amaro (UNISA), Campus Adolfo pinheiro, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Químico, sob orientação do Prof. Me. Claudio Mônico innocencio.

**SÃO PAULO**

**2020**

B473p Bianco, Antônio Felipe Alcântara

Produção de biodiesel através de óleo de cozinha residual / Antônio Felipe  
Alcântara Bianco. – São Paulo, 2020.

37 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química) - Universidade  
Santo Amaro, 2020.

Orientador: Prof. Me. Claudio Mônico Innocencio.

1. Impactos ambientais. 2. Óleo de fritura residual. 3. Fonte renovável. 4.  
Biodiesel. I. Innocencio, Claudio Mônico, orient. II. Universidade Santo  
Amaro. III. Título.

Elaborado por Janice Toledo dos Santos – CRB 8 / 8391

## **FICHA DE APROVAÇÃO**

**ANTÔNIO FELIPE ALCÂNTARA BIANCO**

### **PRODUÇÃO DE BIODIESEL ATRAVÉS DE ÓLEO DE COZINHA RESIDUAL**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Comissão de Diplomação do Curso de Engenharia Química da Universidade Santo amaro (UNISA), Campus Adolfo pinheiro, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Químico.

---

Prof. Me. Claudio Mônico innocencio - Orientador

---

Prof. Cristiano Alves de Carvalho - Coordenador

São Paulo, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2020

*Aos meus pais, meus irmãos, minha namorada, minha sogra, aos meus colegas de trabalho e aos colegas da faculdade.*

## **AGRADECIMENTOS**

*Primeiramente a DEUS, pelo folego de vida e por me permitir mais essa conquista.*

*Agradeço ao meu pai, por ter pago minha inscrição neste curso, porque se não fosse ele, talvez esse momento não teria chego, aos meus familiares por estar sempre ao meu lado.*

*Agradeço a minha namorada por sempre me apoiar e me incentivar com palavras de ânimo a concluir este curso, a minha sogra por acreditar em mim e me incentivar também.*

*Agradeço aos meus colegas de trabalho, pelas caronas até a estação de metrô, fazendo com que eu pudesse chegar mais cedo na faculdade em dias de prova.*

*Agradeço ao meu professor e orientador, por esses anos de ensinamentos, ajuda na conclusão deste trabalho e aos demais professores da universidade Santo Amaro (UNISA) pelo ensino dado ao longo desses anos.*

*O maior erro de um gestor é tratar o bom funcionário e o ruim da mesma forma. O bom desamina e o ruim não melhora.*

*Autor desconhecido*

## RESUMO

Os óleos vegetais são de origem naturais, formados por triglicerídeos, usualmente são utilizados para fritura de alimentos, sendo assim a consequência é a grande geração de óleo de fritura residual, se tornando um problema para o meio ambiente por conta de seu descarte.

De forma a reduzir os impactos ambientais oriundo do descarte incorreto deste óleo de fritura residual e consequentemente a obtenção do biodiesel, afetando positivamente na redução do efeito estufa, tornando um combustível de fonte renovável, sendo assim uma opção sustentável. Este trabalho teve por objetivo analisar o processo de obtenção do biodiesel utilizando o óleo de fritura residual, baseando-se nas regulamentações que a ANP disponibilizada para produção do biodiesel, o processo analisado foi por meio da reação de transesterificação, neste processo foi utilizado o metanol e hidróxido de potássio.

Os resultados obtidos nos mostram que o biodiesel produzido está dentro das normas dispostas pela ANP, tornando o biodiesel tecnicamente viável para uso como combustível. O rendimento na obtenção do biodiesel oriundo do óleo residual foi de 89,60%, neste caso nos mostra uma excelente conversão para biodiesel.

**Palavras-chave:** Impactos ambientais; Óleo de Fritura Residual; Fonte Renovável; Biodiesel.

## **ABSTRACT**

Vegetable oils are of natural origin, formed by triglycerides, they are usually used for frying food, so the consequence is the large generation of residual frying oil, becoming a problem for the environment due to its disposal.

In order to reduce the environmental impacts resulting from the incorrect disposal of this residual frying oil and consequently the obtaining of biodiesel, positively affecting the reduction of the greenhouse effect, making it a renewable source fuel, thus being a sustainable option. This work aimed to analyze the process of obtaining biodiesel using residual frying oil, based on the regulations that the ANP made available for biodiesel production, the process analyzed was through the transesterification reaction, in this process methanol and hydroxide were used of potassium.

The results obtained show us that the biodiesel produced is within the standards set by the ANP, making biodiesel technically viable for use as a fuel. The yield in obtaining biodiesel from residual oil was 89.60%, in this case it shows us an excellent conversion to biodiesel.

**Keywords:** Environmental impacts; Residual Frying Oil; Renewable Source; Biodiesel.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> - Ácido graxo saturado chamado de palmítico .....	20
<b>FIGURA 2</b> - Ácido graxo insaturado (só com uma dupla) chamado de oleico .....	20
<b>FIGURA 3</b> - Ácido graxo insaturado (com três duplas) chamado de linolênico .....	20
<b>FIGURA 4</b> - Ácido graxo insaturado (só com duas duplas) chamado de linoleico ....	20
<b>FIGURA 5</b> - Reação genérica de formação do triglicéride a partir de três ácidos graxos e uma glicerina .....	22
<b>FIGURA 6</b> - Reação de Transesterificação de um Triaciglicérideo .....	24

## LISTA DE TABELAS

**TABELA 1** - Resultados do biodiesel obtido através do óleo de Residual.....33

**TABELA 2** - Resultados de rendimento do biodiesel obtido através do óleo de Residual ..... **Error! Bookmark not defined.**4

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

PNRS	Política nacional de resíduos e sólidos
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância sanitária)
PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso do biodiesel
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
Máx.	Máximo
Min.	Mínimo
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

## LISTA DE SÍMBOLOS

NaOH	Hidróxido de sódio
KOH	Hidróxido de potássio
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
SO <sub>2</sub>	Dióxido de enxofre
H <sub>3</sub> C	Metil
O	Oxigênio
OH	Hidroxila
°C	Grau Celsius
H <sub>2</sub> O	Água
CH <sub>3</sub> OH	Metanol
C	Carbono
%	Porcentagem
g/cm <sup>3</sup>	Grama por centímetro cúbico
mm <sup>2</sup> /s	Milímetro quadrado por segundos
g/ml	Grama por mililitro
kg/m <sup>3</sup>	Quilograma por metro cúbico
mg	Miligrama
KOH/g	Hidróxido de potássio por grama
Mg/kg	Miligrama por quilograma

## SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO .....	15
2.JUSTIFICATIVA .....	17
3.OBJETIVOS .....	18
3.1.Objetivo geral .....	18
3.2.Objetivos específicos.....	18
4.METODOLOGIA.....	19
5.REVISÃO BIBLIGRÁFICA.....	20
5.1.Óleo de Soja.....	20
5.1.1.Processo de produção do óleo de Soja.....	21
5.2.Triglicerídeos.....	22
5.3.Óleo de Fritura .....	22
5.4.Características do óleo.....	23
5.4.1.Análise do óleo.....	23
5.4.2.Ácidos graxos livres.....	23
5.4.3.Índice de acidez.....	24
5.4.4.Densidade e massa do óleo residual.....	24
5.5.Transesterificação .....	24
5.6.Subproduto.....	25
5.6.1.Purificação da Glicerina.....	26
5.6.2.Aplicações da glicerina.....	26
5.7.Biodiesel.....	26
5.7.1.Biodiesel e o meio ambiente .....	28
5.7.2.Biodiesel no âmbito social .....	28
5.7.3.Biodiesel x Diesel .....	29
5.8.Mistura.....	29
6.RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	32
6.1.Rendimento do biodiesel.....	34
7.CONCLUSÃO.....	35
8.REFERÊNCIAS.....	36

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente as maiores fontes de energia são oriundas de combustíveis fósseis, porém o grande problema para esses tipos de energia é o alto teor de emissões de gases poluentes que são liberados no meio ambiente, com isso existe uma grande pressão mundial para a obtenção de combustíveis de fontes renováveis, sendo assim menos poluentes, diante disto o biodiesel surge como um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis (PENTEADO, 2005), o biodiesel tem sido utilizado na adição ou substituição do óleo diesel em setores de transportes e geração de energia em todo o mundo, para minimizar os impactos ambientais (KNOTHE et al., 2006), os processos industriais para obtenção do biodiesel o mais utilizado é a transesterificação do óleo vegetal utilizando um álcool de baixo peso molecular, como etanol ou metanol, através de uma reação com a presença de um catalisador (Marulanda-Buitrago e MarulandaCardona, 2015), é comum se utilizar oleaginosas, gorduras de animais e óleo de fritura, os óleos vegetais são de origem naturais e constituídos principalmente por triglicerídeos.

A matéria prima em questão para se obter o biodiesel é o óleo de fritura, por conta do aumento do consumo de comidas congeladas que necessitam ser fritas por imersão, com este aumento gerou um grande problema, este óleo após ser utilizado, se torna um resíduo de difícil descarte, que por muitas vezes é descartado de forma incorreta (TEIXEIRA, 2004), tornando-o um resíduo indesejável e prejudicial ao meio ambiente (WERNECK, 2011).

A cada litro de óleo descartado de forma incorreta pode contaminar aproximadamente 25 mil litros de água, este descarte também tem contribuído para o efeito estufa, já que em sua decomposição, emite metano, que por sua vez contribui para o aquecimento da terra, existindo a necessidade de reciclar esse tipo de resíduo, a preocupação com o aquecimento global e também a necessidade de reduzir a liberação de gases nocivos na atmosfera, Sendo assim, o óleo residual de fritura vem contribuir como fonte alternativa e abundante para produção de biocombustível (Santos et al, 2007; Miranda, 2007).

Com a reciclagem alguns materiais podem ser reutilizados, permitindo sua redução residual, diminuindo a poluição do ar, da água, e do solo (VALLE, 2004), com tudo é uma alternativa viável reciclar este óleo, reduzindo os problemas que outrora

eram causados por esse descarte incorreto, utilizando-o como matéria prima para a produção de biodiesel, sendo assim tendo um destino que agrega valor, deixando de ser considerado um resíduo. O presente trabalho tem como objetivo analisar a obtenção de biodiesel a partir do óleo de fritura residual, por meio da reação de transesterificação, baseando-se nas normas nacionais recomendadas para biodiesel, a metodologia empregada para este trabalho foi realizada pesquisa em referências bibliográficas, através de livros, revistas técnicas, artigos acadêmicos do Google Scholar e endereço eletrônicos.

## 2. JUSTIFICATIVA

O tema abordado neste trabalho se mostra de muita importância, já que se trata da conservação do meio ambiente e a redução dos impactos ambientais, o descarte incorreto do óleo de cozinha residual é um grande problema, a cada litro de óleo descartado de forma errônea pode-se contaminar aproximadamente 25 mil litros de água, causando um encarecimento de 45% no tratamento deste resíduo, no contato com o curso da água, ou a água do mar, ele emite o gás metano ao se decompor, contribuindo para o efeito estufa.

Um outro grande problema hoje em dia é a grande quantidade de fontes energéticas provenientes de combustíveis fósseis, que em sua extração emite gases poluentes, acelerando também o aquecimento global.

O presente trabalho abordará duas problemáticas, reutilizar este óleo de cozinha que outrora seria descartado incorretamente na produção do biodiesel que afetara positivamente o meio ambiente, já que reduzira as emissões de gases poluentes, sendo assim, reduzindo os impactos ambientais.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo geral**

O objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade de produção de biodiesel através do óleo de cozinha, como forma de combustível limpo.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- A) Analisar a obtenção de biodiesel utilizando óleo de fritura residual, utilizando a transesterificação;
- B) Comparar os resultados obtidos, com as recomendações da ANP para biodiesel.

#### **4. METODOLOGIA**

A metodologia empregada neste trabalho, parte de uma pesquisa exploratória, tendo base em dados teóricos, juntamente com trabalhos publicados em artigos e trabalhos acadêmicos.

Após coletar o óleo de fritura, é necessário que ele esteja em condições de se realizar o experimento, neste caso o óleo foi coletado na cantina de uma universidade, este óleo é filtrado de forma que elimine os restos de alimentos provenientes do processo de fritura.

## 5. REVISÃO BIBLIGRÁFICA

### 5.1. Óleo de Soja

O óleo de soja talvez seja o mais utilizado e também o mais conhecido, já que está presente praticamente em todas as cozinhas brasileiras, os óleos em geral pertencem a uma classe, os lipídios, denominada de glicerídeos, que sua formação se dá pela junção de um ou mais ácidos graxos, a estrutura dos glicerídeo é constituído por um grande número de carbono, apresentando cadeias com ligação duplas (insaturadas), ou cadeias simples (saturadas), os ácidos palmítico, oleico, linolênico e linoleico são os principais ácidos graxos que formam o óleo de soja, a seguir a estrutura química de cada um deles:

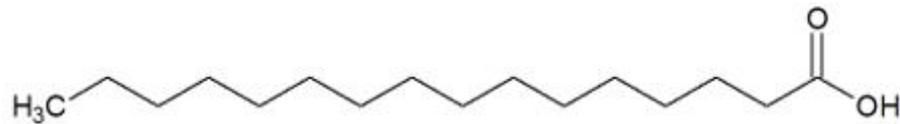


Figura 1 - Ácido graxo saturado chamado de palmítico

**Autor:** DIAS, D.L

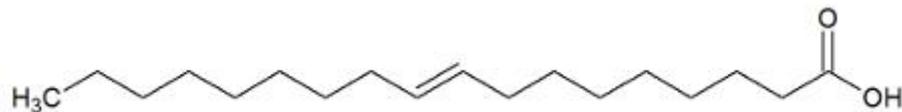


Figura 2 - Ácido graxo insaturado (só com uma dupla) chamado de oleico

**Autor:** DIAS, D.L

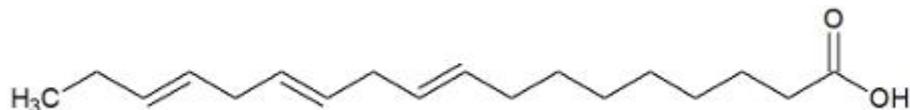


Figura 3 - Ácido graxo insaturado (com três duplas) chamado de linolênico

**Autor:** DIAS, D.L

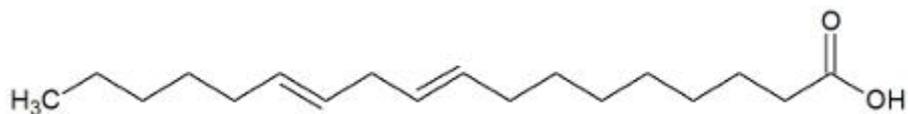


Figura 4 - Ácido graxo insaturado (só com duas duplas) chamado de linoleico

**Autor:** DIAS, D.L

### 5.1.1. Processo de produção do óleo de Soja

De acordo com GONTIJO, José Marcos pesquisador da EMBRAPA *et al*, o processo de produção do óleo de soja, segue por 10 etapas diferentes, são elas:

*Armazenamento*, onde os grãos de soja são armazenados de forma que não haja excesso de calor e baixa umidade do ar;

*Peneiração*, onde são utilizadas peneiras mecânicas para separar os grãos quebrados e pequenos;

*Descascamento*, as cascas dos grãos são retiradas;

*Condicionamento*, a polpa dos grãos são aquecidas a temperatura aproximadamente de 60°C, de modo que a água presente na parte externa do grão é retirada;

*Trituração*, com a polpa já aquecida, ela é triturada para retirada do óleo presente no interior do grão;

*Cozimento*, depois de triturada, a polpa é aquecida aproximadamente a 75°C, evitando que enzimas formem compostos químicos indesejáveis no óleo;

*Extração*, esta extração pode ser feita através da compressão do material já triturado ou adicionando um solvente para dissolver o óleo presente na polpa de soja, caso opte pela utilização do solvente, é preciso separar o óleo do solvente por meio de destilação;

*Neutralização*, o óleo bruto é aquecido a 70°C, em seguida é adicionada soda cáustica, isto é feito para evitar/anular ácidos graxos livres;

*Branqueamento*, é a retirada de pigmentos que estejam presente no óleo, deixando os mais claros, por meio de adição de soda cáustica e de outras substâncias branqueadoras;

*Desodorização*, adiciona vapor de água ao óleo para retirar substâncias que possam prejudicar o odor e o gosto do produto final.

## 5.2. Triglicerídeos

Os triglicerídeos são oriundos de óleos e gorduras animais e vegetais, usualmente utilizados como matéria prima para produção de biodiesel, compostos em que as moléculas possuem três grupos de ésteres e que são formados pela reação de três ácidos graxos de cadeia longas e uma molécula de glicerol (glicerina), justamente por possuir três grupos de ésteres é que os glicerídeos são chamados de triglicerídeos. A seguir mostra-se na figura 5 a reação de formação do triglicerídeo:

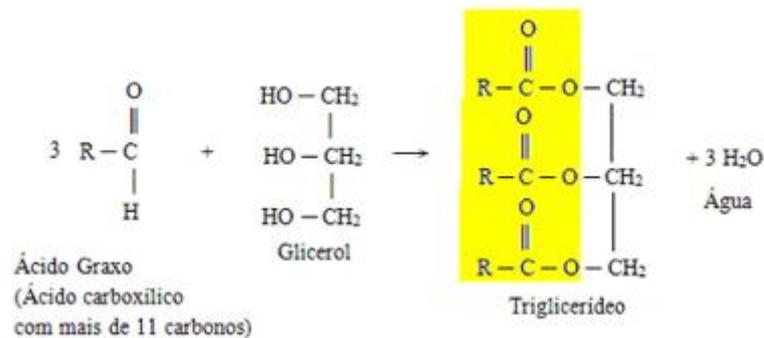


Figura 5 - Reação genérica de formação do triglicerídeo a partir de três ácidos graxos e uma glicerina

Autor: FOGAÇA, J.R.V

## 5.3. Óleo de Fritura

Existem duas classificações de fritura por imersão, a contínua e a descontínua, no processo contínuo, o processo se dá pela reação de hidrólise, com a formação de ácidos graxos livres, onde mudam as características do produto e diminuem o ponto de fumaça do óleo/gordura da fritura, já no processo descontínuo, acontecem reações de oxidação, hidrólise e polimerização, produzindo moléculas complexas e compostos voláteis (SANIBAL & MANCINI-FILHO, 2002). O processo de fritura, é quando o alimento é submerso em óleo quente, que interage com o ar em meio a transferência de calor, com o aquecimento deste óleo, são produzidas uma serie de reações, destas reações são gerados compostos de degradação, sendo identificados mais de 400 compostos químicos diferentes, em óleos de fritura deteriorados.

Os compostos de degradação não voláteis, encontrados no óleo, contribuem para uma maior degradação do mesmo, sendo responsáveis pelas mudanças nas propriedades químicas e físicas. As alterações físicas observadas são aumento da viscosidade, alteração da cor e formação de espuma, que resultam nas alterações químicas, gerando aumento dos ácidos graxos livres, compostos carbonílicos, produtos de alto peso molecular e diminuição das insaturações (STEEL, 2002).

No Brasil referente ao descarte deste óleo, citamos a PNRS (política nacional de resíduos e sólidos), de Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, regulamentada pelo decreto nº 7.404 de dezembro de 2010, impondo as empresas a utilização dos processos de logística reversa, definindo que “os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos são responsáveis pelo ciclo de vida dos produtos”. Como forma de orientação a lanchonetes, restaurantes, bares e quaisquer comércio que faz esse tipo de descarte a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância sanitária) recomenda filtrar o óleo após seu uso, descartar caso surgir fumaça ou espuma, não ultrapassar de 180°C seu aquecimento, evitar misturar o óleo velho com o novo e não descartar em rede pública, (ANVISA, 2011).

#### **5.4. Características do óleo**

##### **5.4.1. Análise do óleo**

Por conta do processo de fritura o óleo residual pode apresentar algumas condições que afeta na obtenção do biodiesel, sendo assim é necessário que sejam realizadas algumas análises como, teor de ácidos graxo livres e índice de acidez, antes de se iniciar a produção do biodiesel.

##### **5.4.2. Ácidos graxos livres**

Baseada na metodologia do instituto Adolfo Lutz, o teor de ácidos graxos livres presente no óleo de fritura foi determinado.

### 5.4.3. Índice de acidez

O índice de acidez, determina a quantidade de hidróxido de potássio (KOH) em miligramas necessário para neutralizar um grama de óleo.

### 5.4.4. Densidade e massa do óleo residual

A densidade do óleo foi determinada em triplicata, realizando a média, foi possível calcular a massa necessária do óleo.

## 5.5. Transesterificação

A transesterificação é um processo criado em 1853, pelos cientistas James Duffy e J. Patrick, De acordo com Ramos et. al. (2006), possuem basicamente quatro processos utilizados na fabricação de biodiesel, são eles, diluição, micro-emulsificação, pirólise e transesterificação que é o mais conhecido e utilizado, transesterificação é a reação que consiste em misturar óleo (triglicerídeo) com álcool, seja ele metanol ou etanol formando ésteres (metílico ou etílico), que constituem o biodiesel, e glicerol, utilizando um catalizador (MURPHY, 1995). (Figura 6) o triglicerídeo reage com metanol, formando ésteres, constituindo biodiesel e glicerol:

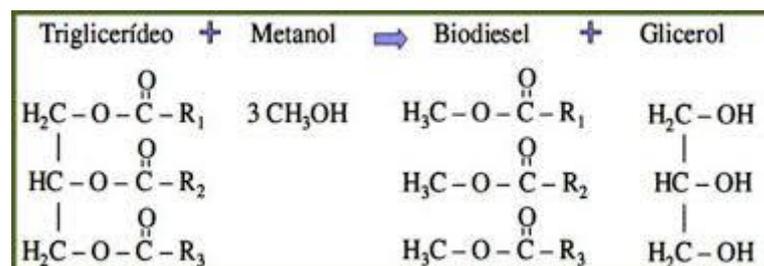


Figura 6 - Reação de Transesterificação de um Triaciglicerídeo.

Fonte: Encarnação, 2008

Esta reação pode ser feita com catalizadores em meio ácido e em meio básico, porém em meio básico consiste em um rendimento maior, além de diminuir a corrosão dos equipamentos, os catalizadores básicos que permitem uma maior eficiência são

o hidróxido de sódio (NaOH) também conhecido como soda cáustica, e o hidróxido de potássio (KOH) (FERRARI, 2005). Sendo o hidróxido de sódio o mais usado.

Para maximizar seu rendimento, permitindo a formação de uma fase separada de glicerol, é adicionado em excesso de álcool (álcool primário de cadeia curta) de acordo com Costa Neto et al (2000) a reação de síntese geralmente empregada em nível industrial e utiliza uma razão molar de óleo: álcool 1:6 ou superior, devido ao caráter reversível da reação. Os óleos precisam possuir baixo teor de ácidos graxos livres, para que tenham uma transesterificação satisfatória, e estudos de Knothe et al (2006), mostram que a proporção de ácidos graxos livre do óleo vegetal devem ser menor que 0,5%, mas até 5% a reação poderá ser realizada com catalisadores alcalinos (FERRARI, 2005), (GERIS, 2007).

## **5.6. Subproduto**

Um dos subprodutos gerado a partir do processo de transesterificação é a glicerina (glicerol), ela representa aproximadamente 11% do total do biodiesel produzido, esta glicerina resultante tem um teor de impureza maior, que necessita que ela passe por algumas etapas de purificação, a primeira é neutralizada com ácido clorídrico, feita a neutralização uma bomba o conduz para um stripping (processo de remoção de um soluto existente em um solvente) de metanol, onde se é recuperado o excesso de álcool, após isso é feita a remoção através do processo de destilação dos sais, aumentando seu valor, permitindo sua comercialização (JES, 2019).

### **5.6.1. Purificação da Glicerina**

O glicerol apresenta água, álcool e algumas impurezas, necessitando ser purificada para obter um valor maior no mercado, a glicerina é recuperada adicionando ácido, neutralizando o sabão, transformando em ácido graxo.

A primeira fase é mais densa, composta do glicerol com os sais oriundo na neutralização do catalisador, a outra mais leve, chamada de oleína, essas fases são separadas em um decantador ou centrífuga, após essas fases o glicerol apresenta um grau de pureza de 84%, porém com um baixo valor comercial, quando esta purificação é feita através da destilação a vácuo, o resultado é um produto límpido e transparente, essa glicerina obtém um grau de pureza superior a 99%, sendo um grau para indústrias farmacêuticas, porém no mundo, poucas plantas de biodiesel chegam a essa etapa.

### **5.6.2. Aplicações da glicerina**

Estudos mostram que a glicerina possui grande potencial na utilização como, suplemento na produção de biogás, adicionado cerca de 5% de glicerina residual, o desempenho do biodigestor aumenta em mais de cinco vezes a produção de biogás e uso dela também se dá na produção de hidrogênio e etanol, através de processos biotecnológicos, a produção de ácido fórmico resultante da oxidação do glicerol, produção de ração animal, de propeno para produção de polímeros biodegradáveis (JES, 2019). Ela também poderá substituir o sorbitol, que hoje é usado para a umidificação e conservação de alimentos, bebidas e utilizado na indústria de cosmetologia e farmacêutica.

## **5.7. Biodiesel**

De acordo com a lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005 que divulga a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, a definição diz que "biodiesel" é um biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil." (BRASIL, 2005). É um combustível biodegradável

derivado de fontes renováveis como gordura animais e óleos vegetais, sendo estimulados por catalisadores, reagindo quimicamente com álcool. No Brasil as diferentes espécies de oleaginosas que podem ser usadas na produção do biodiesel são a soja, amendoim, algodão, mamona, dendê, canola e girassol, as de origem animais é a gordura suína e o sebo bovino (PNPB), a soja é a principal matéria-prima utilizada no Brasil.

É um éster alquílico de ácidos graxos, obtidos a partir de uma reação de transesterificação dos triglicerídeos presentes em óleos vegetais, óleo de frituras e gorduras animais com um álcool, obtendo um subproduto (glicerina) (ANP, 2017). Feita a reação, o éster formado só poderá ser comercializado depois de ser purificado para adequação à especificação de qualidade (MDA, 2010). A especificação do biodiesel vai de acordo de cada país, seja ele produtor ou consumidor.

A mistura de biodiesel ao diesel fóssil se deu em dezembro de 2004, em caráter autorizativo, em janeiro de 2008, essa mistura foi atribuída no percentual de 2% (B2), já em janeiro de 2010 esse percentual foi ampliado pelo CNPE (Conselho Nacional de Política Energética) em 5% (B5), com o passar dos anos esse percentual chegou a 8% (B8) em março de 2017, 10% (B10) em março de 2018, 11% (B11) em março de 2019, atingindo 12% (B12) em março de 2020, porém por conta da pandemia instalada no ano de 2020, se viu necessário a diminuição deste percentual para 10 % (B10).

#### **RESOLUÇÃO Nº 821, DE 17 DE JUNHO DE 2020**

Altera o percentual de mistura obrigatória do biodiesel ao diesel A, no período entre os dias 16 e 21 de junho de 2020.

A DIRETORIA DA AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP, no exercício das atribuições conferidas pelo art. 6º do Regimento Interno e pelo art. 7º do Anexo I do Decreto nº 2.455, de 14 de janeiro de 1998, tendo em vista o disposto na Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997 e no art. 45. Da Lei nº 9.784, de 20 de janeiro de 1999, considerando a situação de emergência em saúde de calamidade pública em virtude do Coronavírus (Covid-19), bem como a necessidade de adoção de medidas acatelasatórias, com base no Processo nº 48610.208696/2020 e na Resolução de Diretoria nº 267, de 16 de junho de 2020, resolve:

Art. 1º Fica autorizada a redução do percentual de mistura mínima obrigatória do biodiesel ao diesel A de doze por cento para dez por cento, no período entre os dias 16 e 21 de junho de 2020, de modo a garantir o abastecimento interno de diesel B.

Art. 2º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

**JOSÉ GUTMAN**

Diretor-Geral Interino

Uma vantagem do biodiesel se comparando a outros combustíveis limpos e de fontes renováveis, exemplo do gás natural, é sua facilidade de se adaptar a motores a diesel já existente, já que sua densidade se assemelha a do diesel fóssil, sem necessidade de adaptações ou instalações de abastecimento, pois se misturam com facilidade (TRENTIN, 2010), sendo assim evitando investimentos em tecnologias, atendendo veículos que utilizam o diesel de petróleo.

Uma desvantagem na produção e uso do biodiesel, e um pequeno aumento na emissão de gases NOx, relacionado ao aumento do número de insaturações dos ésteres e à diminuição das cadeias (KNOTHE, 2005); aumento da corrosão por conta da maior solubilidade em água; mas o maior problema ainda é a grande geração do subproduto (glicerol) que, embora tenha aplicações em diversos ramos da indústria (TRENTIN, 2010), o excesso do glicerol ainda é um problema a ser contornado.

#### **5.7.1. Biodiesel e o meio ambiente**

Seu uso como combustível polui menos o meio ambiente em relação ao diesel fóssil ou até mesmo à própria gasolina. Sua queima emite 70 % de hidrocarbonetos a menos, 80 % menos dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e por ter contaminação praticamente zero de enxofre, é reduzida também a emissão de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), sendo que os dois últimos elementos são responsáveis pelo agravamento de diversos problemas ambientais, principalmente o efeito estufa e a chuva ácida.

A emissão de material particulado tem uma redução de 50 %. Os benefícios ambientais também incluem o Brasil podendo enquadrar o biodiesel nos acordos estabelecidos no Protocolo de Kyoto (GOMES, 2009).

Um fator importante para o meio ambiente é seu caráter biodegradável, visto que em 30 anos, cerca de 95 % do biodiesel é degradado (TRENTIN, 2010).

#### **5.7.2. Biodiesel no âmbito social**

O Governo Federal criou uma forma de promover a inclusão de agricultores familiares no ciclo de produção do biodiesel, a medida tomada foi a criação do *Selo combustível social*, conforme Instrução Normativa nº 01, de 05 de julho de 2005. Em 30 de Setembro de 2005, que permite vantagens ao produtor de biodiesel que adquire sua matéria prima de uma base produtiva de agricultura familiar, os portadores deste

selo terá isenção de tributos, participação assegurada de 80 % do biodiesel negociado nos leilões públicos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), (MDA,2010).

### **5.7.3. Biodiesel x Diesel**

As características do biodiesel é semelhante ao do óleo mineral, tornando-os miscíveis entre si, obtendo uma menor lubricidade, alguns fabricantes de autopeças dizem que 2% de biodiesel adicionado ao diesel fóssil aumentam cerca de 50% a lubricidade do combustível, fazendo com que a durabilidade e a vida útil das peças do motor aumentem.

O biodiesel e o diesel de origem fóssil são equivalentes em suas características, possuem valores de consumo e desempenho quase que semelhantes, desta forma não é necessário adaptar ou modificar os motores, isso é uma grande vantagem, já que combustíveis como o gás natural ou o biogás precisam de adaptações aos motores.

O biodiesel puro danifica a borracha comum, atacando as vedações dos motores, porém a mistura de até 20% do biodiesel ao diesel mostra ser segura.

### **5.8. Mistura**

O biodiesel é utilizado como mistura ao óleo diesel em qualquer proporção, a nomenclatura usada para identificar está concentração na mistura é BXX, onde “XX” é a porcentagem em volume a ser utilizada do biodiesel na mistura, como B2, B5, B10, B20 e B100 nesses casos representam como, 2%, 5%, 10%, 20% e 100% de biodiesel.

Os níveis de concentração do biodiesel é considerado como, B100 puro, B20-B30 para misturas, B5 aditivo e B2 aditivo de lubricidade

No Brasil, a lei 11.097/2005, de 13/01/2005, que inseriu o biodiesel na matriz energética, fixou em 2% em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel, no início de 2020 foi permitido utilizar 12% em misturas, mas devido a pandemia essa mistura caiu novamente para 10%.

## **5.9. Produção do biodiesel**

### **5.9.1. Preparo do metóxido de potássio**

Utilizando metanol e hidróxido de potássio (KOH) como catalisador, adiciona-se o hidróxido de potássio ao metanol (álcool) agitando até que o KOH esteja completamente diluído.

A reação empregada para obtenção do biodiesel utilizando óleo de cozinha residual foi uma reação de transesterificação, utilizando hidróxido de potássio (KOH) como catalisador e o metanol (álcool), este óleo foi aquecido aproximadamente a 80°C sob agitação, em seguida adiciona-se o metóxido de potássio sob agitação, deixando agir até que a reação fosse concluída, com a reação concluída o biodiesel já produzido é colocado em um funil para decantação, neste caso ocorreria a separação do biodiesel e de seu subproduto (glicerina), com o processo de decantação realizado, este subproduto é retirado pelo método de gravimetria, ou seja, a torneira deste funil de decantação é aberta, permanecendo apenas o biodiesel gerado, neste caso para a utilização deste biodiesel é necessário realização de análises, baseando-se nas especificações da Agência Nacional do petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), sendo assim, é coletado uma amostra do biodiesel para análises.

O biodiesel produzido deve ser lavado e, posteriormente, desumidificado visando retirar contaminantes como catalisador, glicerol e álcool que possam ainda estar retidos no produto.

A análise da densidade foi realizada através da gravimetria, com a utilização de uma proveta graduada e sua massa específica utilizando um equipamento chamado de densímetro, usualmente utilizado para medir massa específica em diesel de origem fóssil.

A determinação do índice de acidez foi baseada pela titulação, onde é usado a fenolftaleína como indicador, o próprio biodiesel, éter metílico e uma solução de hidróxido de sódio (NaOH), o aparecimento da cor rosa indica seu ponto de viragem.

Na realização das análises de sódio, potássio, enxofre, cálcio, magnésio e fósforo, foram feitas através do método de digestão ácida, utilizando o próprio biodiesel, ácido nítrico, colocando-os em tubos de digestão e levando-os para um

equipamento chamado de bloco digestor, feita a digestão, as amostras foram filtradas, diluídas em água purificada para serem analisadas em um outro equipamento.

A análise feita do ponto de fulgor, foi baseada no método de Cleveland que é utilizado na medida simultânea do ponto de inflamação e de fogo também na indústria petrolífera, seguindo a norma ASTM (ASTM D92), para a realização uma amostra do biodiesel é aquecida em um recipiente aberto e através de um termômetro sua temperatura é verificada, uma chama é mantida próxima a superfície do biodiesel, o ponto de fulgor é dado pela temperatura em que acontece a combustão dos gases despreendidos (Rodrigues et al., 2017).

Para determinar a viscosidade, foi utilizado um equipamento chamado viscosímetro capilar em banho termostático a 40°C, em que sua função é medir o tempo que leva para um volume de fluido flua por gravidade pelo capilar, multiplicando pela constante do viscosímetro, uma amostra do biodiesel é colocada no tubo viscosimétrico, após isto é feita a sucção da amostra, até que atinja o menisco, este tubo é imerso ao banho termostático a 40°C, é necessário que mantenha o viscosímetro na vertical, após a estabilização da temperatura, retira-se a pipeta de forma que o fluido flua, assim que o biodiesel atinge o menisco, é iniciada o cronometragem do tempo, até que atinja o outro ponto de referência.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após as análises feitas no biodiesel obtido, utilizando a reação de transesterificação do óleo residual, os resultados se encontram na Tabela 1.

A densidade obtida foi de  $0,883 \text{ g/cm}^3$ , próximo de valores que se encontram nas literaturas,  $0,833 \text{ g/cm}^3$  (Lopes et al., 2011). É necessária que se conheça a densidade de um combustível, já que ela está ligada a um bom desempenho do motor e a emissão de gases tóxicos ao meio ambiente, um biodiesel muito denso gera uma grande liberação de material particulado e fumaça negra (Alptekin e Canakci, 2008).

O ponto de fulgor é determinado pela mínima temperatura que um líquido pode ser inflamável, de acordo com Borsato et al. (2012), o uso do biodiesel reduz a emissão de compostos de enxofre durante sua combustão, apresenta o ponto de fulgor mais alto, tornando mais seguro seu armazenamento e manuseio, conferindo uma boa lubricidade (Knothe e Razon, 2017).

A viscosidade cinemática a  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  do biodiesel atingida foi de  $5,0 \text{ mm}^2/\text{s}$ , estando dentro das especificações estabelecidas pela ANP Simas (2008), ao analisar a viscosidade do biodiesel B100 obtido do óleo refinado de soja, apresenta  $4,13 \text{ mm}^2/\text{s}$ . a viscosidade baixa interfere nas peças auto lubrificantes do motor causando atritos, tornando a bomba de combustível cada vez mais ineficaz, neste caso como o biodiesel é utilizado como mistura, é necessário que a viscosidade esteja semelhante ao do diesel convencional.

A análise da viscosidade cinemática é de suma importância, já que através dela nos indica a conversão dos triglicerídeos em ésteres metílicos pela reação de transesterificação, que causa a quebra das cadeias maiores de triglicerídeos, diglicerídeos e monoglicerídeos a ésteres metílicos que possuem cadeias menores (OSAWA et al., 2006).

TABELA 1 - Resultados do biodiesel obtido através do óleo de Residual.

	Unidade	Especificações ANP	Biodiesel óleo de fritura
<b>Densidade</b>	g/ml	Não consta	0,883
<b>Massa específica 20°C</b>	Kg/m <sup>3</sup>	850 - 900	882
<b>Índice de acidez</b>	mg KOH/g	Max. 0,50	0,12
<b>Viscosidade Cinemática 40°C</b>	mm <sup>2</sup> /s	3,0 - 6,0	5,0
<b>Ponto de fulgor</b>	°C	Min. 100°C	160
<b>Enxofre</b>	mg/kg	Max. 50	19
<b>Sódio + Potássio</b>	mg/kg	Max. 5,0	2,2
<b>Cálcio + Magnésio</b>	mg/kg	Max. 5,0	1,8
<b>Fósforo</b>	mg/kg	Max. 10,00	1,01

Os resultados obtidos na Tabela 1 nos mostram que as análises feitas, obtiveram resultados satisfatório, ou seja, se encontram dentro das especificações estabelecidas pela ANP, é considerável um biodiesel padrão aquele que apresenta no máximo 0,5 mg KOH/g, os íons metálicos são inseridos no biodiesel durante seu armazenamento, produção, ou oriundo das próprias matérias primas utilizadas, nota-se que o biodiesel apresentou um valor dentro das normas.

Uma alta concentração da acidez catalisa reações intermoleculares do triglicerídeos afetando a estabilidade térmica do combustível na câmara de combustão, uma elevada acidez interfere na corrosão de peças de metal do motor (Marques et al., 2019).

Na reação de transesterificação, usualmente se utilizam catalizadores alcalinos para obtenção do biodiesel, fazendo com que tenham a presença dos íons sódio e potássio por conta da má purificação do produto final, estes íons podem ser sólidos

abrasivos ou sabões solúveis, afetando as peças que compõem o motor, de forma a danificá-las (CHAVES et al., 2010).

Os íons cálcio e magnésio, são inseridos durante a purificação utilizando a lavagem com água dura, ao reagirem com ésteres, esses íons reagem e formam sabões insolúveis, originando grumos ou incrustações, prejudicando o funcionamento do motor.

### 6.1. Rendimento do biodiesel

O rendimento é baseado na proporção de óleo de fritura residual utilizado com a proporção de biodiesel formado, esta medição é feita utilizando uma proveta graduada.

**TABELA 2** - Resultados de rendimento do biodiesel obtido através do óleo de Residual

<b>Biodiesel</b>	<b>Óleo de fritura</b>
Rendimento do biodiesel (%)	89,60

O rendimento do óleo de fritura residual é um pouco menor se comparado ao rendimento do biodiesel obtido através do óleo de soja cru por exemplo, justamente por conta da sua utilização no processo de fritura, este processo torna o óleo um pouco mais sujo e com um pouco de umidade, por conta de alimentos congelados, desta forma é interessante que sua conversão em biodiesel seja maior possível, já que é o produto de interesse.

A menor conversão do biodiesel indica uma maior produção do subproduto que por sua vez, mesmo com grandes aplicações nas indústrias, seu uso ainda é considerado de forma iniciante e de um pequeno valor agregado (Battisti et al., 2017). Marques et al. (2019), obteve um rendimento de 84,71% para o biodiesel oriundo do óleo de soja in natura e 81,39% no biodiesel oriundo do óleo de soja de fritura residual.

## 7. CONCLUSÃO

A reação utilizada para se obter o biodiesel oriundo do óleo de fritura residual foi a transesterificação, atualmente a mais utilizada, concluindo que é possível a produção do mesmo, tornando a produção rentável, beneficiando também o meio ambiente, reciclando este óleo residual, designando para um uso correto.

Obtendo um combustível biodegradável, menos agressivo que os combustíveis derivado do petróleo e a glicerina como subproduto, podendo ser utilizada em mercado de cosméticos e alimentos.

As análises feitas nos mostram que este biodiesel está de acordo com as recomendações dispostas pela ANP, tornando viável a sua produção e sua comercialização.

## 8. REFERÊNCIAS

ALPTEKIN, E.; CANAKCI, M. Determination of the density and the viscosities of biodiesel-diesel fuel blends *Renewable Energy*, v. 33, n. 12, p. 2623- 2630, 2008.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Biodiesel. 2017. Disponível em: Acesso em: 06 de agosto de 2020.

ANVISA. Óleos e Gorduras Utilizados em Frituras: Informe Técnico nº 11 de 5 de outubro de 2004 Disponível em: Acesso em: 01 de setembro de 2020.

BATTISTI, G., JÚNIOR, E. S., DAL POZZO, D. M., SANTOS, R. F. Comparação das características físico-químicas do biodiesel de citronela e eucalipto com o biodiesel da soja. *Acta Iguazu*, v. 6, n. 5, p. 173-180, 2017.

BORSATO, D., MAIA, E. C. R., DALL'ANTONIA, L. H., SILVA, H. C. D., PEREIRA, J. L. Kinetics of oxidation of biodiesel from soybean oil mixed with TBHQ: determination of storage time. *Química Nova*, v. 35, n. 4, p. 733-737, 2012.

CHAVES, E. S., DOS SANTOS, E. J., ARAUJO, R. G., OLIVEIRA, J. V., FRESCURA, V. L. A., CURTIUS, A. J. Metals and phosphorus determination in vegetable seeds used in the production of biodiesel by ICP OES and ICP-MS. *Microchemical Journal*, v. 96, n. 1, p. 71-76, 2010.

COSTA NETO, Pedro R. ET al. Produção de biocombustíveis alternativos ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. *Química Nova*, São Paulo, V. 23, n 4, p.531-537, 2000.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Biodiesel pode tornar o Diesel mais barato. 2015. Disponível em: Acesso em: 01 de outubro de 2020.

Encarnação, A.G.; Geração De Biodiesel Pelos Processos De Transesterificação E Hidroesterificação, Uma Avaliação Econômica. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

FERRARI, Roseli Aparecida. Biodiesel de Soja, Taxa de Conversão em Ésteres Etilícos, Caracterização Físico-Química e Consumo em Gerador de Energia. Química Nova, Vol. 28, No.1, 2005. Disponível em: Acesso em: 22 de agosto de 2020.

GERIS, Regina. Biodiesel de Soja, Reação de Transesterificação para Aulas Práticas de Química Orgânica. Química. Nova, v. 30, n. 5, 2007. Disponível em: Acesso em: 24 de setembro de 2020.

GOMES, M. M. R. Produção de biodiesel a partir da esterificação dos ácidos graxos obtidos por hidrólise de óleo de peixe. Tese (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físicos e químicos para análise de alimentos. 3 ed, São Paulo. v. 1. 533p. 1985.

KNOTHE, G. Dependence of Biodiesel Fuel Properties on the Structure of Fatty Acid Alkyl Esters. Fuel Processing Technology, v. 86, pp. 1059-1070, 2005. Disponível em: Acesso em: 12 de outubro de 2020.

KNOTHE, Gerhard; KRAHL, Jurgen. GERPEN, Jon V.; RAMOS, Luiz P. Manual do biodiesel. São Paulo, Editora Edgard Blucher, (2006).

KNOTHE, G.; RAZON, L. F. Biodiesel fuels. Progress in Energy and Combustion Science, v. 58, p. 36-59, 2017.

LOPES, A.; LIMA, L.P.; OLIVEIRA, M.C.G.; NEVES, M.C.T.; KOIKE, G.H.A. Densidade de biodiesel de girassol em função da temperatura e proporções de mistura density of biodiesel. Semana de Tecnologia do Curso de Biocombustíveis da

Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal. Suplemento. Ciência e Tecnologia: FATEC-JB, Jaboticabal, v.3, 2011.

MARQUES, F. C.; ALVES, I. L.; JUNIOR, E. R.; DE OLIVEIRA, P. J. P.; REPOSSI, B. F. Produção de biodiesel utilizando óleo de soja descartado por estabelecimento comercial alocado no ifes, campus Cachoeiro de Itapemirim-ES. Revista Ifes Ciência, v. 5, n. 2, p. 253-267, 2019.

MARULANDA-BUITRAGO, Paola-Andrea; MARULANDA-CARDONA, VíctorFernando. Supercritical transesterification of beef tallow for biodiesel production in a batch reactor. CT&F-Ciencia, Tecnología y Futuro, v. 6, n. 2, p. 57-68, 2015.

MDA. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel: inclusão social e desenvolvimento territorial. 2010. Disponível em: Acesso em: 06 de agosto de 2020.

MIRANDA, R. A. de. Biodiesel: obtenção a partir de óleos residuais utilizados na cocção de alimentos. In: II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel ABIPTI. Brasília, DF, 27 a 29 de novembro, 2007, 5p.

MORETO, E.; ALVES, R. F. Óleos e gorduras vegetais: processamento e Análises. Florianópolis: UFSC, 1986, 179p.

MURPHY, M. J.; KETOLA, H. N. & RAJ, P. K. Summary and assessment of the safety, health, environmental and system risks of alternatives fuels. Helena: U. S. Department of Transportation Federal Transit Administration, 1995. 28 p.

OSAWA, C. C; GONCALVES, L. A. G.; RAGAZZI, S. Titulação potenciométrica aplicada na determinação de ácidos graxos livres de óleos e gorduras comestíveis. Quím. Nova. v.29, n.3, p. 593-599, 2006.

PENTEADO, M. C. P. S. Identificação dos Gargalos e Estabelecimentos de um Plano de Ação para o Sucesso do Programa Brasileiro de Biodiesel. 2005. 177 f Dissertação

(Mestrado em Eng. Automotiva), Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 2005.

RAMOS, L. P.; KNOTHE, G.; VAN GERPEN, J. & KRAHL, J. Manual de Biodiesel. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

RODRIGUES, L. et al. Determinação do Ponto de Fulgor de Biodiesel Derivado de Óleo de Palmiste (*Elaeis Guineenses*) e Macaúba (*Acrocomia Aculeata*) e Seus Derivados. Poços de Caldas: [s.n.]. Disponível em: Acesso em: 19 de outubro de 2020.

ROHR, R. Óleos e gorduras vegetais: seus subprodutos protéicos. 4.ed. Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia, 1972. 320p.

SANIBAL, A. A. E.; MANCINI, Filho. Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura. Food Ingred. South American, [S.I.], v. 18, p. 64-71, 2002.

STEEL, Caroline Joy. Gorduras vegetais hidrogenadas: produtos da termoxidação e ação antioxidante dos tocoferóis. 2002, 180 f. Dissertação (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Universidade de Campinas, São Paulo, 2002.

TRENTIN, C. M. Estudo da cinética de transesterificação não catalítica de óleo de soja com co-solvente em reator micro tubo. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Regional Integrada. Erechim. 2010.

VALLE, C. E. Qualidade Ambiental: ISO 14000. 5° ed. São Paulo: SENAC, 2004.

WERNECK, Ticiania. O que você faz com o óleo de cozinha? Disponível em: Acesso em: 30 de setembro de 2020.