

**UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO**

**ISABELLA DOMINGUES MATTANO**

**PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DA GORDURA DO  
FRANGO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DE ESTUDOS DE  
CASO**

BAURU  
2017

**ISABELLA DOMINGUES MATTANO**

**PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DA GORDURA DO  
FRANGO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DE ESTUDOS DE  
CASO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade do Sagrado Coração, como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Química, sob orientação do Prof.<sup>a</sup> M.<sup>a</sup> Raquel Teixeira Campos.

BAURU  
2017

Mattano, Isabella Domingues

M4352p

Produção de Biodiesel a Partir da Gordura do Frango:  
Uma Análise Comparativa de Estudos de Caso / Isabella  
Domingues Mattano. -- 2017.

28f. : il.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> M.<sup>a</sup> Raquel Teixeira Campos.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em  
Engenharia Química) - Universidade do Sagrado Coração -  
Bauru - SP

1. Biocombustível. 2. Gordura animal. 3.  
Transesterificação. I. Campos, Raquel Teixeira. II. Título.

**ISABELLA DOMINGUES MATTANO**

**PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DA GORDURA DO  
FRANGO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DE ESTUDOS DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade do Sagrado Coração, como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Química, sob orientação do Prof.<sup>a</sup> M.<sup>a</sup> Raquel Teixeira Campos.

Banca examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> M.<sup>a</sup> Raquel Teixeira Campos  
Universidade do Sagrado Coração

---

Prof.<sup>o</sup> Dr. Marcelo Telascrea  
Universidade do Sagrado Coração

---

Prof.<sup>o</sup> Dr. Herbert Duchatsch Johansen  
Universidade do Sagrado Coração

Bauru, 21 de Novembro de 2017.

# PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DA GORDURA DO FRANGO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DE ESTUDOS DE CASO. Isabella Domingues Mattano<sup>1</sup>

## RESUMO

O biodiesel trata-se de um combustível de fontes renováveis que possui em sua composição ésteres alquílicos de ácidos graxos. Sua síntese ocorre por meio da reação de transesterificação de gorduras animais e óleos vegetais na presença de um álcool e um catalisador. Devido ao esgotamento de recursos não renováveis é necessário realizar pesquisas a fim de descobrir novas fontes de matéria-prima para produção de biocombustíveis auxiliando a redução da poluição ambiental. O presente trabalho possui como objetivo analisar a síntese do biodiesel a partir do óleo de frango. O trabalho baseou-se na metodologia de comparação dos resultados de estudo de caso e chegou-se à conclusão que a utilização da gordura de frango além de reduzir a quantidade de rejeitos possui alto rendimento como fonte para a fabricação do biodiesel.

**Palavras-chave:** Biocombustível. Gordura Animal. Transesterificação.

## 1 INTRODUÇÃO

Por muitos anos os combustíveis fósseis foram as principais fontes de energia consumida, mas por não serem renováveis há previsões de esgotamento desses recursos, além de contribuir para o aumento da poluição atmosférica e por possuir uma frequente variação de valor. Nesse contexto, o biodiesel vem sendo apresentado como uma alternativa renovável muito importante. (OLIVEIRA; SUAREZ; SANTOS, 2008).

No final do século XIX Rudolph Diesel foi o primeiro a utilizar óleo de amendoim como combustível. Na época não houve muita atenção devido à grande disponibilidade de petróleo, nos anos seguintes pesquisas sobre fontes alternativas de combustíveis foram incentivadas. (SUAREZ; MENEGHETTI, 2007). No Brasil as primeiras iniciativas correram no século XX, sendo realizadas pesquisas pelo Instituto

---

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Química pela Universidade do Sagrado Coração (USC).  
bella.mattano@hotmail.com

Nacional de Tecnologia, criaram o Plano de Produção de Óleos vegetais para Fins Energéticos. (SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, 2008).

O biodiesel é produzido a partir de fontes renováveis e oferece muitas vantagens: por se tratar de um combustível ecologicamente limpo possui baixa emissão de Dióxido de Carbono e é livre de Enxofre em sua composição (MENEZES; FIDALGO; SILVA, 2010). Devido a sua viscosidade fornece uma melhor lubrificação ao motor e seu risco de explosão é menor, facilitando seu transporte. Apesar de oferecer menos energia que o petróleo, sua potência e torque são quase as mesmas. (CORRÊA; ARBILLA, 2006; LOTERO et al., 2005).

As principais fontes utilizadas na fabricação desse biocombustível são de origem vegetal ou animal, que inclui óleos de mamona, dendê, girassol, amendoim, pinhão-mansão, soja entre outros. Na matéria-prima animal pode ser citado o sebo bovino, suíno, aves e até mesmo o óleo de peixe. (SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, 2008). O biodiesel apresenta em sua composição mono-alquil ésteres de ácidos graxos com cadeia longa, sua produção é realizada por um processo químico denominado transesterificação, neste processo os triglicerídeos que compõe o óleo reage com algum tipo de álcool, os mais comuns são o metanol e etanol que remove as matérias graxas fazendo com que se torne compatível para o funcionamento de motores a diesel. (DABDOUD; BRONZ; RAMPIN, 2009).

O Brasil é um país privilegiado por possuir condições naturais propícias e também por dispor de tecnologias no campo e na área industrial, devido a isso apresenta uma grande tendência para a produção do biodiesel, beneficiando empresas e agricultores que estão relacionados ao ramo de biocombustíveis. (SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, 2008).

Segundo as estatísticas do Boletim da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP) de junho de 2017, a principal matéria-prima consumida para a produção do biodiesel foi a soja. O óleo de origem vegetal provém do setor de alimentos e sua comercialização apresenta preços elevados, sendo assim um grande inconveniente para a produção desse combustível, levando a necessidade de pesquisar e aprimorar novas fontes com maiores vantagens financeiras. (SANTOS; VIANA; SOUZA, 2014).

O presente trabalho possui como principal objetivo analisar a produção do biodiesel pelo processo de transesterificação a partir do óleo de frango, comparando resultados de estudo de caso.

O trabalho justifica-se devido à necessidade de pesquisas sobre novas fontes de matérias-primas renováveis para produzir o biodiesel com custo reduzido, garantindo preços competitivos, além de realizar o reaproveitamento dos resíduos gerados no abate de frango.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Esse tópico irá descrever o desenvolvimento bibliográfico do artigo, citando a história do biodiesel, sua produção no Brasil, principais características, vantagens, matérias-primas utilizadas com foco na gordura de frango e forma de obtenção desse biocombustível.

Segundo Gil (2002), o estudo bibliográfico é uma contextualização da problemática definida e a sua relação com outros estudos. Dessa forma, o foco é elucidar os pressupostos teóricos que fundamentam o tema e as contribuições por investigações de outros autores.

### **2.1 HISTÓRIA DO BIODIESEL NO BRASIL**

No Brasil as primeiras iniciativas de pesquisas referentes ao biodiesel ocorreram durante a década de 40, pelo Instituto Nacional de Tecnologia. Foram elaborados vários testes com o uso de óleos vegetais *in natura* nos motores, porém constataram que nessas circunstâncias o óleo causava danos ao motor, mais tarde deram início ao estudo e uso da reação de craqueamento. (SUAREZ; MENEGHETTI, 2007).

Com a crise do petróleo a Organização dos Países Exportadores de petróleo (Opep), houve a redução de produção causando grande aumento nos preços do diesel mineral. (SANI; RAMAN; DAUD, 2012). Em 1975, foi criado pelo governo brasileiro o programa Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos (Pró-Óleo) com o propósito de incentivar fontes alternativas ao diesel, e produzir grandes excedentes de óleo vegetal para transformar seus preços competitivos com o petróleo,

porém foi extinto devido à baixa no preço do petróleo. (BRASIL, 2006; SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, 2008).

Um dos grandes nomes que contribuiu para novas fontes de combustíveis renováveis foi Expedito Parente, além de participar do Proálcool, programa criado para desenvolver o etanol. Em 1977 iniciou pesquisas com oleaginosas e identificou um grande potencial de substituição do diesel por meio do processo de transesterificação, no qual separa a glicerina do óleo. (BIODIESEL..., 2014).

O biodiesel no Brasil adquiriu grande visibilidade no final do século XX, com a colaboração de institutos de pesquisas, indústrias do ramo automobilístico, fabricantes de peças e lubrificantes, que realizaram pesquisas e testes com misturas como a B30 que possui 30% biodiesel e 70% diesel, e obtiveram resultados positivos. Também houve a criação de leis para a utilização deste biocombustível. O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) foi lançado com o objetivo de promover o uso do biodiesel, garantir preços competitivos e incentivar o crescimento regional. (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2017<sup>a</sup>; BIODIESEL..., 2014).

A mistura com o diesel se tornou obrigatória com o artigo 2 da Lei nº 11.097/2005, entrando em vigor somente em janeiro de 2008 com o teor de 2% de biodiesel, chamado B2, essa porcentagem cresceu gradativamente. (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS 2017a). Recentemente o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) antecipou a Lei nº 13.263/2016, na qual foi determinado o aumento da porcentagem no cronograma e ficou estabelecido o teor de 10% até março de 2018. (RODRIGUES, 2017).

A ANP é responsável por fiscalizar e regular as atividades industriais de petróleo, gás natural e biocombustíveis, assegura o abastecimento de combustíveis e defende os direitos do consumidor. A ANP realiza também leilões de biodiesel que fornece a igualdade na disputa preços baixos, auxilia na fiscalização do teor de mistura do biodiesel no diesel e garante a participação de pequenos agricultores com o fornecimento de matéria-prima para empresas produtoras do biodiesel com o programa Selo Combustível Social. (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2016a).

O Selo Combustível Social conforme mostra a Figura 1 tem como objetivo incentivar a inclusão social e desenvolvimento regional, geração de empregos e produção de biodiesel, dando prioridade para a agricultura familiar. As empresas que

possuem este selo são beneficiadas de diversas maneiras. (MARTINS et al., 2011; QUÉRCIA, 2007).

Figura 1 - Selo Combustível Social



Fonte: Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário (2010).

O selo Combustível Social incentiva empresas produtoras do biodiesel a incluírem a agricultura familiar em sua produção, o MDA (Ministério de Desenvolvimento Agrário) analisa e emite o selo. Essas empresas adquirem inúmeras vantagens fiscais como a participação de leilões de compra do biodiesel, melhores condições de financiamento com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), entre outras instituições financeiras e até mesmo a desoneração tributária. Para os agricultores familiares, além de fornecer matéria-prima, é disponibilizado uma linha de crédito. (SECRETARIA ESPECIAL DE AGRICULTURA FAMILIAR E DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO, 2010).

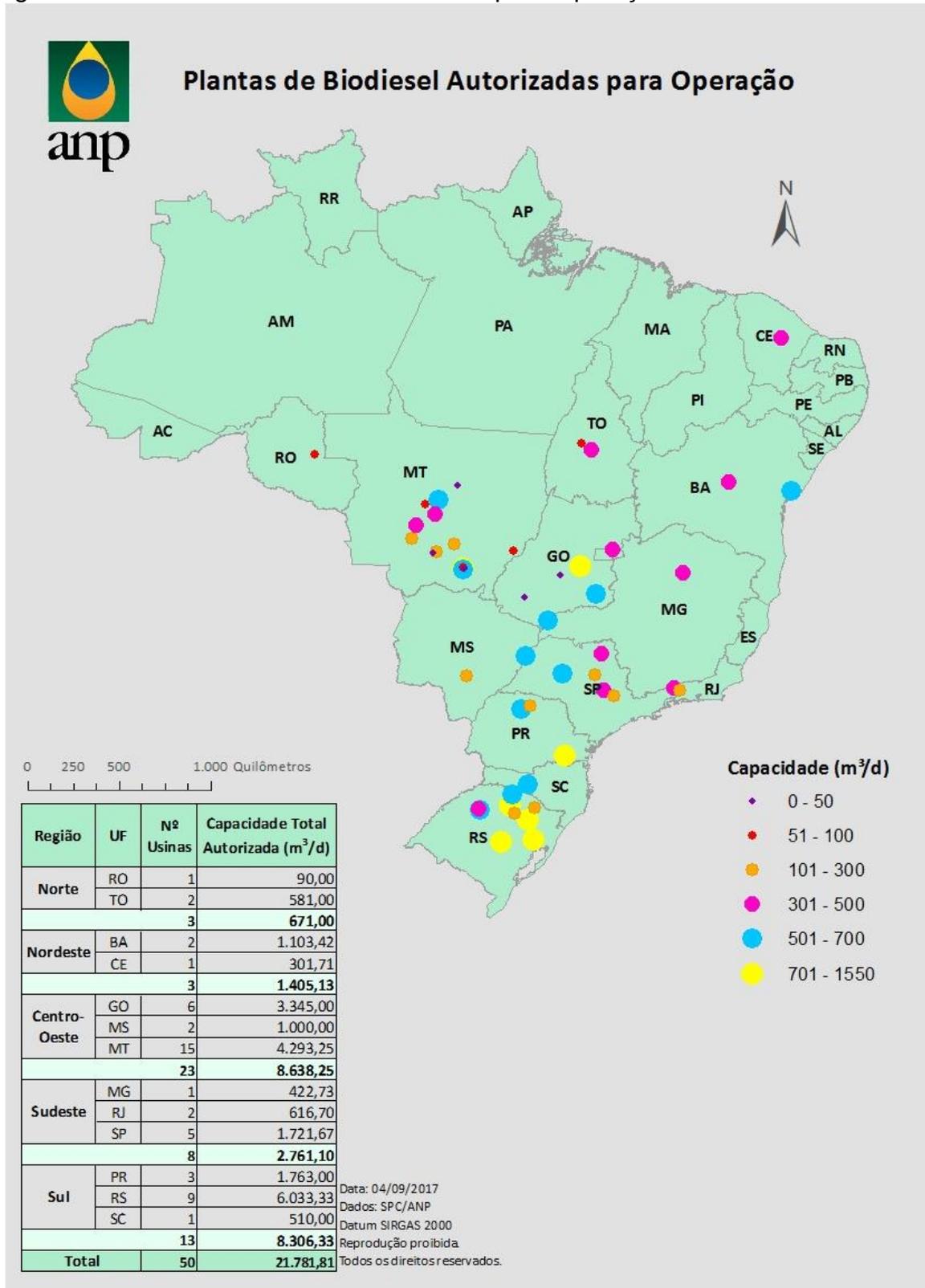
A produção do biodiesel no Brasil vem sendo aprimorado ao longo dos anos, alinhando sua qualidade com normas e condições do mercado, garantindo uma posição de destaque em relação ao resto do mundo. O biodiesel juntamente com o etanol fortalece a participação dos biocombustíveis na matriz energética. (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS, 2017a).

### 2.1.1 Produção de Biodiesel no Brasil

Segundo dados fornecidos pela ANP (2017 b) atualmente o Brasil possui 51 plantas autorizadas para a produção de biodiesel que corresponde a uma capacidade de 20.2930,81 m<sup>3</sup>/dia conforme demonstrado na Figura 2. As regiões com maior

produção deste tipo de combustível são Centro-Oeste e Sul, seus estados possuem maior produção de óleos vegetais.

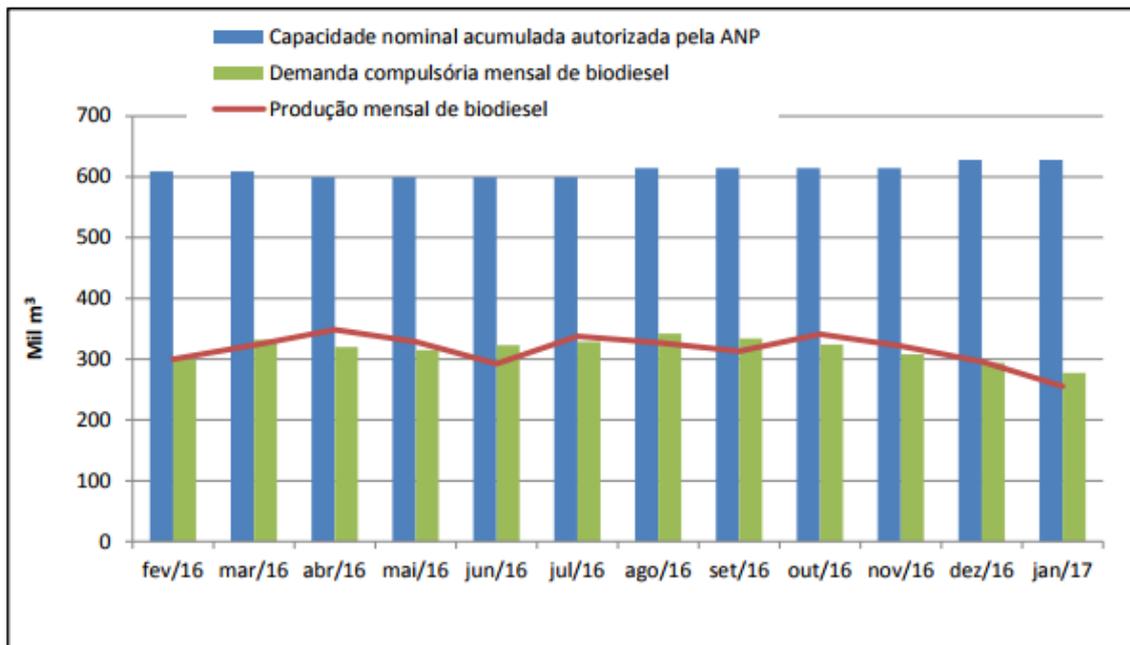
Figura 2 - Plantas de Biodiesel Autorizadas para Operações no Brasil



Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2017b).

De acordo com a Figura 3, gráfico de produção, demanda compulsória e capacidade nominal autorizada pela ANP por região em fevereiro de 2017, é possível observar que o aproveitamento da capacidade de produção é reduzido. Um dos grandes problemas enfrentados na fabricação do Biodiesel é encontrar matérias-primas de baixo custo com propriedades adequadas para que o combustível se enquadre nas normas de qualidade obrigatórias, podendo entrar no mercado e atingir as metas propostas para a utilização do biodiesel. (DABDOUD; BRONZ; RAMPIN, 2009).

Figura 3 - Gráfico de produção, demanda compulsória e capacidade nominal autorizada pela ANP



Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2017b).

O Brasil possui grande capacidade de produção do biodiesel, entretanto sua demanda é baixa, sendo necessário o incentivo para o aumento da utilização deste biocombustível, que apresenta grandes vantagens ambientais e econômicas. (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS, 2017b).

### **2.1.2 Vantagens Ambientais, econômicas e sociais**

O biodiesel é um combustível renovável, que possui como fonte de matéria-prima sementes, vegetais, gordura animal e óleo residual de fritura. Além de ser um combustível não tóxico, possui várias vantagens importantes no âmbito ambiental, econômico e social. (BIOCOMBUSTÍVEIS, 2017).

As Vantagens ambientais incluem grande redução de gases poluentes na atmosfera: a cada uso de 1 Kg de Biodiesel reduz 3 Kg de CO<sub>2</sub> é isento de enxofre, substância responsável por causar chuvas ácidas. Outra vantagem é utilização de matéria-prima que seria descartada, como o sebo bovino e a gordura do frango. (SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, 2008).

Em caráter econômico a produção do biodiesel em larga escala irá diminuir a dependência das importações de petróleo. O Brasil possui condições favoráveis a produção do biodiesel, devido ao clima adequado para plantações e mecanização no setor da agricultura, criando assim um grande potencial para exportação deste combustível. (PEREIRA; FERREIRA, 2011).

Além de apresentar vantagens econômicas e ambientais, possui ainda o benefício social que possibilita o aproveitamento da agricultura familiar, gerando rendas e empregos, beneficiando também os produtores de biodiesel. (SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, 2008).

Uma das vantagens econômicas e ambientais na produção de biodiesel é a utilização do óleo de frango, pois além de possuir custo reduzido, auxilia no reaproveitamento de resíduos gerados durante o abate. (GOMES; SOUZA; BARICCATTI, 2008).

## **2.2 ÓLEO DE FRANGO COMO MATRIZ LIPÍDICA PARA PRODUÇÃO DE BODIESEL**

Diversos tipos de óleos vegetais e gorduras animais podem ser empregados para a produção do biodiesel, o mais utilizado atualmente é o óleo de soja, no entanto apresenta como inconveniente seu alto custo além de competir diretamente com o setor alimentício, devido a esse fato muitos pesquisadores tem investigado a utilização da gordura animal. O óleo de frango tem-se destacado como matriz lipídica alternativa.

(ABDOLI et al., 2014; GUABIROBA; D'AGOSTO; FRANCA, 2014; LEBEDEVAS; VAICEKAUSKAS, 2006).

Segundo o relatório anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) em 2016 o Brasil foi o segundo maior produtor de frango, com 12,9 milhões de toneladas por ano perdendo apenas para os Estados Unidos. Durante o abate de aves é produzido grandes quantidades de resíduos orgânicos, se tornando um poluidor industrial. (GOMES; SOUZA; BARICCATTI, 2008).

No abate 30% do peso da ave é descartado, esse rejeito é composto por sangue, penas, vísceras e ossos, obtendo 11% de gordura. No Brasil é proibido a utilização de subprodutos de origem animal, na alimentação de ruminantes ou fabricação de ração, uma vez que apresentam riscos de transmissões de doenças. Uma medida alternativa é a utilização da gordura do frango como matriz lipídica para produção do biodiesel. (BRASIL, 2015; GOMES; SOUZA; BARICCATTI, 2008).

As matérias-primas de origem animal podem ser classificadas como sebo ou gordura, que em temperatura ambiente se apresentam no estado sólido, pois possui em sua composição quantidades elevadas de ácidos graxos saturados. A gordura de frango, segundo a Tabela 1, é uma exceção e é classificada como óleo devido ao seu percentual reduzido de ácidos graxos saturados e possui consistência líquida, ficando próxima a composição do óleo de soja. (BELLAVÉR; ZANOTTO, 2004).

Tabela 1 - Composição dos principais ácidos graxos em % m/m

ÁCIDO GRAXO	ÓLEO DE SOJA	ÓLEO DE FRANGO	SEBO DE BOI
Mirístico (C14:0)	0,4	0,5	3,10
Palmítico (C16:0)	9	26,50	29,10
Esteárico (C18:0)	3-5	5,50	18,90
Ácido oleico (18:1)	18-25	43,50	44,0
Ácido linoleico (18:2)	49-57	14,50	0,90
Ácido linolênico (18:3)	6-11	0,80	---
Araquídico (C20:0)	< 0,5	---0	---

Fonte: Modificado a partir de Bellaver e Zanotto (2004).

Para a utilização do óleo de frango como fonte de matéria-prima para a síntese do biodiesel é necessário realizar algumas análises em laboratório para identificar suas

propriedades e se estão dentro do padrão exigido. (GOMES; SOUZA; BARICCATTI, 2008).

### **2.2.1 Caracterização do Óleo de frango**

A caracterização do Óleo de frango é uma etapa fundamental para obtenção de informações como o índice de acidez da gordura, índice de peróxido e umidade, permitindo utilizar o método mais adequado de produção a partir dos resultados adquiridos, uma vez que as características dos ésteres graxos presentes no óleo influenciam na qualidade final do biodiesel. (GOMES; SOUZA; BARICCATTI, 2008).

O índice de acidez pode ser obtido por meio de experimento realizado em laboratório através de titulação na presença de fenolftaleína e Hidróxido de Potássio que irá neutralizar os ácidos graxos até a equivalência, o resultado é definido como sendo o número em miligramas de Hidróxido de Potássio utilizado para neutralizar uma grama do óleo. (SOUZA; NEVES, [201-?]).

O índice de peróxido ocorre a partir da reação do óleo com iodeto de potássio dissolvidos em uma solução de ácido acético glacial e clorofórmio (proporção de 3:2), por meio da titulação será determinado o iodo formado, na presença do amido com tiosulfato de sódio e está relacionado ao teor de ácidos graxos. É o parâmetro utilizado para obter o grau de oxidação do óleo. (AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY, 2013).

Estes parâmetros são fundamentais para a caracterização do óleo de frango, e a partir deles é escolhido o método a ser empregado para a síntese do biodiesel, fazendo com que este fique dentro das especificações estabelecidas para a venda. (GOMES; SOUZA; BARICCATTI, 2008).

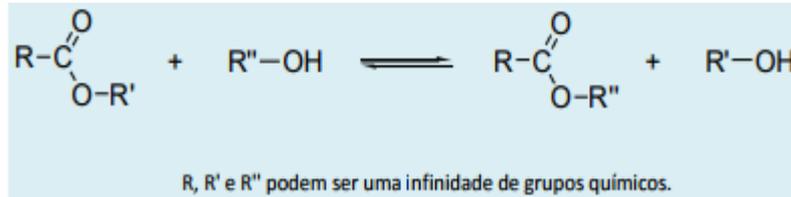
### **2.2.2 Síntese do Biodiesel**

Os óleos vegetais e gorduras animais são triglicerídeos e para que ocorra a obtenção do biodiesel por meio dessas matérias-primas são utilizados processos que os transformam em combustíveis, resultando em ésteres monoalquílicos. (MEHER; SAGAR; NAIK, 2004).

O processo mais utilizado nas indústrias para a produção do biodiesel é a reação de transesterificação ou alcoólise, na qual ocorre uma reação reversível em

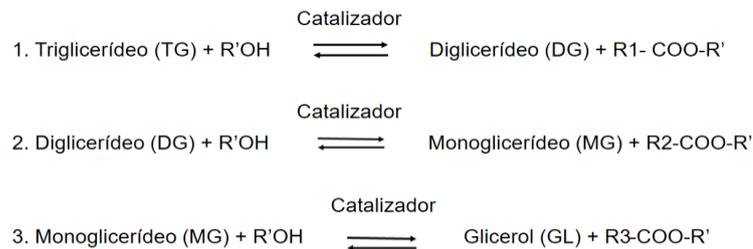
três etapas do éster com um álcool, dando origem a outro éster e outro álcool como representado nas Figuras 4 e 5. (SOLOMONS; FRYHLE, 2006).

Figura 4 – Esquema da Reação Global de Transesterificação



Fonte: Meneghetti, Meneghetti e Brito (2013).

Figura 5 – Esquema em Etapas da Transesterificação



Fonte: Modificado a partir de Camargos (2005).

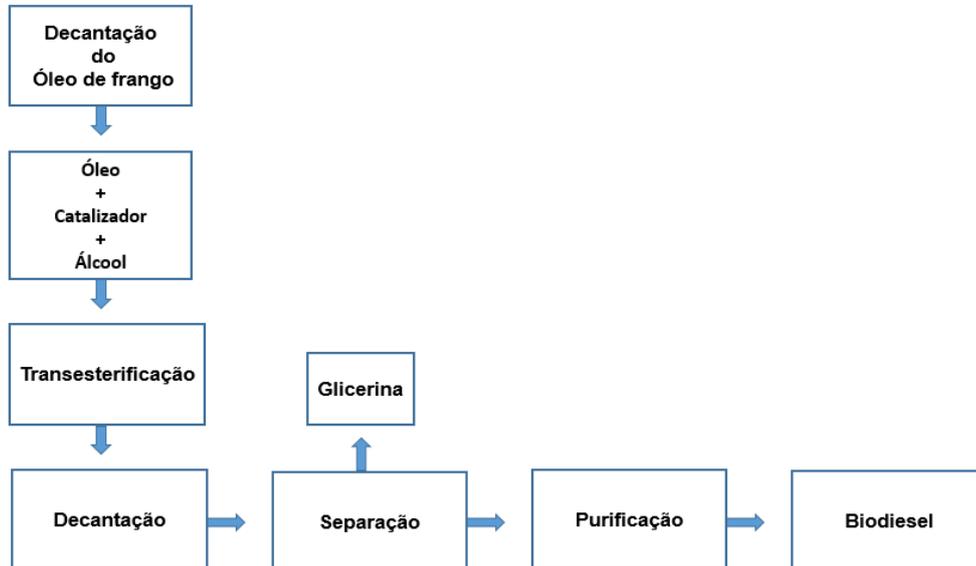
Os álcoois mais utilizados são etanol ou metanol. O etanol pode ser obtido de fonte renovável, porém apresenta relação de massa maior que dos triglicerídeos havendo a necessidade de utilizar uma quantidade superior ao metanol. O metanol possui maior rendimento e menor custo em comparação ao etanol, mas apresenta o inconveniente de elevado grau de toxicidade, exigindo maiores cuidados e a maior parte de sua produção é de origem fóssil. A transesterificação diminui a viscosidade do óleo original, mas não altera as características de aquecimento. (DEMIRBAS, 2005).

A catálise pode ser homogênea, produzindo subprodutos e biodiesel misturados em uma fase apenas, ou por catálise heterogênea que resulta em fases separadas facilitando o processo de separação entre biodiesel, glicerina e água usada na lavagem. (CARVALHO, 2011).

A catálise da transesterificação pode ocorrer por meio de um catalisador ácido ou alcalino, podendo ser ácido sulfúrico para o meio ácido e no meio alcalino por Hidróxido de Sódio ou Hidróxido Potássio. (GOMES; SOUZA; BARICCATTI, 2008). A catálise básica é a mais utilizada, por apresentar vantagens como o baixo custo, rendimento maior na produção de ésteres metílicos, temperatura e tempo de reação reduzidos. (MEHER; SAGAR; NAIK, 2004). Porém o controle de acidez do óleo não

pode passar de 1%, para óleos que ultrapassem esse valor é recomendado a utilização do ácido sulfúrico. A Figura 6 apresenta o fluxograma geral do processo de transesterificação. (ARAÚJO, 2009).

Figura 6 – Fluxograma do Processo de Transesterificação



Fonte: Elaborado pela autora.

A transesterificação dá origem a um subproduto que é a glicerina, que pode ser empregada na indústria química com elevado valor agregado. É muito usada nos setores farmacêuticos e químicos, podendo ser aplicada para fabricação de cápsulas, xaropes, supositório, cremes de rosto, pasta de dente entre outros, devido ao fato de não ser tóxico, não possuir cheiro nem sabor. (AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA, [2016? ]).

A glicerina arrasta grande parte das impurezas, entretanto algumas ficam no biodiesel produzido, sendo necessário realizar o processo de purificação para remover o triacilglicerol que não reagiu, o álcool, o catalisador, o sabão, a glicerina e a água, a purificação pode ocorrer por via úmida ou seca. (COELHO, 2016).

A via úmida pode ser feita por meio da lavagem com água destilada ou água ácida, não podendo alterar as características do biodiesel, posteriormente é necessário remover a umidade do biodiesel utilizando o sulfato de sódio. Entretanto a inclusão de água gera grandes quantidades de efluentes líquidos e formação de emulsões. (COSTA, 2010).

Na via seca são utilizados adsorventes químicos como o Magnesol, silicato de alumínio, silicato de sódio, silicato de cálcio, argilas branqueadoras, carbono ativado

entre outros, possui como vantagem a redução do tempo de purificação, não gera efluentes líquidos e reduz o teor de umidade do biodiesel. (COELHO, 2016).

Após a realização de todas as etapas para a obtenção do biodiesel, são feitas análises para determinar suas propriedades físico-químicas e verificar se estas estão dentro das especificações exigidas para a venda. (GOMES; SOUZA; BARICCATTI, 2008).

### 2.2.3 Análises do Biodiesel

As análises são métodos para a avaliação da qualidade do biodiesel, por meio delas são obtidos dados sobre as características da matéria-prima, processo de obtenção, armazenamento e o desempenho do biodiesel como biocombustível. (LÔBO; FERREIRA; CRUZ, 2009).

As principais análises são de índice de acidez, massa específica, viscosidade, água e sedimentos, ponto de fulgor, resíduo de carbono, enxofre total, corrosividade ao cobre, número de cetanos e ponto de entupimento de filtro a frio. (LÔBO; FERREIRA; CRUZ, 2009).

Na Tabela 2 são apresentados os valores máximos de cada análise, exigidos pela ANP para a venda do biodiesel produzido.

Tabela 2- Parâmetros de Qualidade do Biodiesel

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE
Massa Específica	Kg/m <sup>3</sup>	822,4 a 886,0
Viscosidade a 40 °C	mm <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>	2,0 a 5,0
Água e Sedimentos	% volume	0,05
Ponto de Fulgor	°C	38
Resíduo de Carbono	% massa	0,25
Enxofre Total	mg/kg	10
Corrosividade ao Cobre	-	1
Número de Cetanos	-	48
Ponto de Entupimento de Filtro a Frio	°C	11
Índice de Acidez	mg KOH/g	0,3

Fonte: Modificado a partir de Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2016).

### **3 METODOLOGIA**

O presente trabalho utilizou como metodologia para o seu desenvolvimento pesquisa bibliográfica baseada em periódicos, artigos científicos, teses, sites institucionais entre outros. Foi realizada uma análise comparativa de resultados de trabalhos publicados a fim de adquirir informações sobre as contribuições que os estudos fornecem.

Foi elaborado um levantamento bibliográfico a partir de um estudo qualitativo com o propósito de adquirir informações e conhecimentos sobre o tema escolhido. A pesquisa bibliográfica é de caráter exploratória apresentando informações sobre o biodiesel produzido a partir do óleo de frango, sua história, vantagens, propriedades, análises e parâmetros, tendo como base estudos realizados por meio da Biblioteca da USC “Cor Jesu”, Capes, Google Acadêmico, Scopus, Scielo entre outros, utilizando Biodiesel, Óleo de frango, Transesterificação como palavras chaves.

A pesquisa de caráter exploratório segundo Gil (2002) desenvolve ideias a fim de fornecer hipóteses, levando a procedimentos sistemáticos para obter observações empíricas e a identificação das relações entre o assunto estudado.

Foram selecionados dois trabalhos científicos com o propósito de realizar análises de resultados referente a produção do biodiesel, foi comparado entre os trabalhos o processo de produção e quais os resultados obtidos a partir dos experimentos realizados em laboratórios. Os critérios para selecionar os artigos foram a forma de produção, matéria-prima, escolha do catalisador e álcool utilizados na reação de transesterificação.

Por meio de análise dos resultados fornecidos pelos artigos estudados pode-se desenvolver uma pesquisa qualitativa. A pesquisa qualitativa proporcionou a compreensão dos dados sendo possível um detalhamento e entendimento com base na fundamentação teórica.

### **4 ANÁLISE DESCRITIVA DOS TRABALHOS**

Neste tópico foi realizada uma análise a partir dos trabalhos escolhidos, descrevendo as principais informações obtidas por meio de texto, figuras, tabelas, para demonstrar os resultados atingidos.

#### 4.1 DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS PESQUISADOS

Os trabalhos selecionados são de cidades e estados diferentes. O primeiro trabalho trata-se de uma monografia da USP- Lorena-Sp, com título de “Potencial do Óleo de Frango como Matriz Lipídica para a Produção de Biodiesel”, publicado em 2014, cuja a autora é: Carolina Rombaldi Tomiello, este será nomeado Trabalho A e o segundo artigo foi publicado pela COBEQ em Florianópolis- SC, com título de “Obtenção De Biodiesel De Gordura Abdominal De Frango”, publicado no ano de 2014, cujo os autores são: M. Zanetti, J. P. Bender, C. Dalla Rosa, H. Treichel, D. Peron E A. Furigo Jr, que será nomeado de Trabalho B.

Os trabalhos A e B referem-se a um experimento realizado em laboratório no qual foi testado o processo de transesterificação da gordura do frango utilizando catalisador e um álcool de cadeia curta. O Trabalho A recolheu amostras de gordura de máquinas de frango de um restaurante no município de Lorena- SP. O Trabalho B coletou gordura abdominal de frango do Frigorífico de Aves da Brasil Foods de Chapecó-SC.

#### 4.2 EXPERIMENTO REALIZADO PELO TRABALHO A

O experimento iniciou com a purificação do óleo de frango coletado por meio da filtração em tecido para retirar as partículas sólidas, posteriormente decantado sob refrigeração para a separação da fase rica em oleína. Adicionou Sulfato de Magnésio sob agitação para a desumidificação do óleo.

Foram realizadas análises de índice de acidez e índice de peróxido para a caracterização da amostra de óleo de frango coletada. O índice de acidez foi determinado através da titulação por hidróxido de sódio na presença de fenolftaleína. O índice de peróxido foi encontrado por titulação indireta da amostra de óleo pelo método da iodometria.

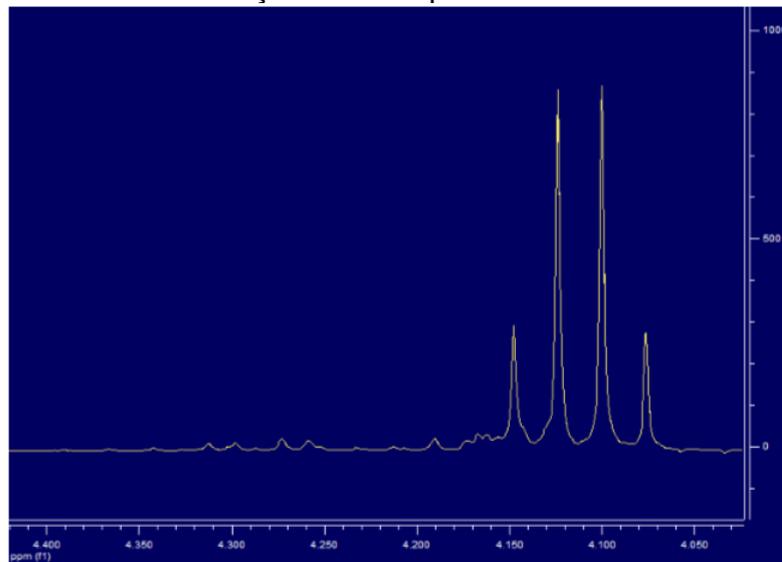
Após a caracterização do óleo de frango foi realizado o processo de síntese por meio da transesterificação através da catálise homogênea básica utilizando como catalisador o hidróxido de potássio (KOH) e etanol como álcool. Foram adicionados 10 g de óleo, 8 ml de etanol e 0,15g hidróxido de potássio durante 15 minutos a 60 °C, não foi necessário utilizar agitação magnética.

Após ocorrer a reação houve decantação para a separação dos produtos, houve o processo de lavagem com água destilada para o arraste total da glicerina, o biodiesel que se formou foi centrifugado e lavado com ácido clorídrico (HCl) a 0,1 mol/L, seguido de secagem com sulfato de sódio anidro, posteriormente o biodiesel foi aquecido a 80 °C para a evaporação do álcool.

Foram realizadas análises do biodiesel, com o auxílio de um viscosímetro foi medido a viscosidade. A fim de determinar seu grau de conversão utilizou a técnica de Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio (RMN<sup>1</sup> H), para a quantificação do Biodiesel, foi realizada a integração dos picos do gráfico obtido como mostra as figuras 7 e 8, usando a fórmula 1 de conversão do biodiesel (C<sub>bio</sub>).

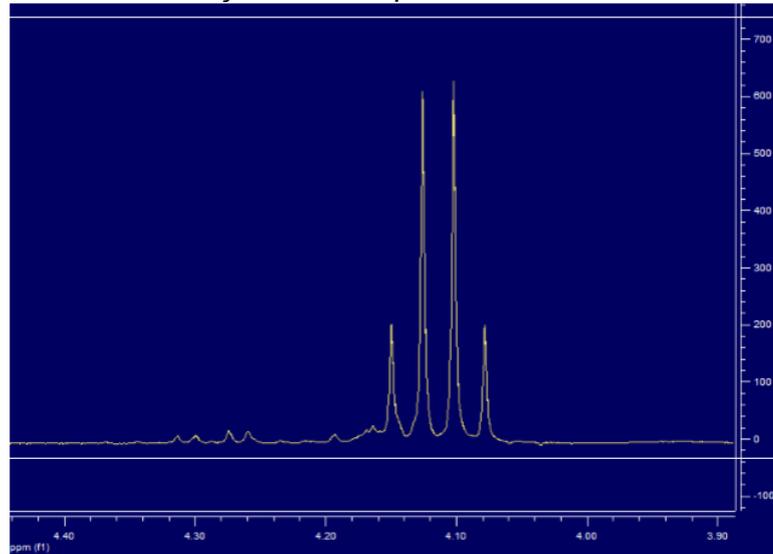
$$C_{bio} = \left( \frac{\frac{4}{3}A_3}{\frac{4}{3}A_3 + \frac{1}{2}A_1} \right) \quad (1)$$

Figura 7 - Espectro obtido na Reação de Transesterificação sob temperatura de 45°C



Fonte: Tomiello (2014).

Figura 8 - Espectro obtido na Reação de Transesterificação sob temperatura de 60°C



Fonte: Tomiello (2014).

#### 4.3 EXPERIMENTO REALIZADO PELO TRABALHO B

A gordura abdominal de frango adquirida pelo frigorífico foi levada para a estufa por 1 hora a 100 °C, com o objetivo de remover a água a fim de não prejudicar o rendimento da reação de transesterificação. Foram realizados os mesmos procedimentos do Artigo A para as análises de índice de acidez e peróxido para a caracterização da amostra de óleo de frango.

No processo de transesterificação da gordura utilizou-se como catalisador o hidróxido de sódio (NaOH) dissolvido em álcool etílico, após a total dissolução foi adicionada a gordura sob agitação magnética, a mistura foi decantada para separação da glicerina do óleo.

Posteriormente a reação e decantação foi realizado o tratamento do biodiesel por meio da lavagem com água destilada aquecida e 4 gotas de ácido clorídrico, para remover todas as impurezas que restaram. Para retirar a umidade e traços de álcool foi adicionado sulfato de sódio anidro.

O biodiesel obtido passou por análises de massa específica, viscosidade, ponto de entupimento de filtro a frio e grau de conversão dos ésteres, os métodos utilizados para as respectivas análises foram os que são exigidos pela ANP. Na Tabela 3 podemos comparar as diferenças de catalisador utilizado no processo de transesterificação dos respectivos trabalhos analisados.

Tabela 3 – Diferenças do processo de transesterificação dos trabalhos A e B

<b>TRABALHO</b>	<b>CATALISADOR</b>	<b>ÁLCOOL</b>
<b>A</b>	KOH	Etanol
<b>B</b>	NaOH	Álcool etílico

Fonte: Elaborado pela autora.

## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Baseado nas análises e comparações dos Trabalhos A e B, podemos observar que existem diferenças, desde a fonte de obtenção da matéria-prima até o processo de pré-tratamento do biodiesel, influenciando assim as análises feitas e o resultado final.

As matérias-primas foram obtidas de fontes diferentes e passaram por pré-tratamentos distintos, no Trabalho A foram coletadas de uma máquina de frango e passou por um processo de filtração e desumidificação por sulfato de magnésio e no Trabalho B foi coletado de um frigorífico e foi tratada em uma estufa para a retirada da umidade justificando, portanto, as diferenças de valores entre eles nas análises de índice de acidez e índice de peróxido das amostras de óleo, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Comparação dos Resultados das Análises de Caracterização do Óleo de Frango dos Trabalhos A e B

<b>TRABALHO</b>	<b>ÍNDICE DE ACIDEZ Kg KOH/ g de amostra</b>	<b>ÍNDICE DE PERÓXIDO g do Iodo/ g de amostra</b>
A	0,4560	3,1
B	0,04	85

Fonte: Elaborado Pela Autora.

Apesar da reação de transesterificação ser a mesma, existem algumas diferenças como o catalisador usado, no A foi escolhido o hidróxido de potássio, enquanto no B foi utilizado o hidróxido de sódio, ambos utilizaram o etanol como reagente. No processo de purificação do biodiesel os dois trabalhos realizaram a lavagem com água destilada e ácido clorídrico, além da secagem por sulfato de sódio, no entanto o Trabalho A realizou também a secagem do álcool por meio de evaporação a 80°C. Nas Tabelas 5,6 e 7 podemos observar os valores das análises do biodiesel realizadas por métodos diferentes nos trabalhos.

Tabela 5 - Resultados das Análises dos Trabalhos A e B

TRABALHO	VISCOSIDADE mm <sup>2</sup> /s	PONTO DE ENTUPIMENTO DE FILTRO A FRIO °C	MASSA ESPECÍFICA Kg/m <sup>3</sup>
A	7,62	-	-
B	3,91	-2,0	867

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 6- Rendimentos Obtidos no Experimento do Trabalho A

CORRIDA	TEMPERATURA	RENDIMENTO
1	30 °C	82,98 %
2	45 °C	96,54 %
3	60 °C	96,32 %

Fonte: Modificador a partir de Tomiello (2014).

Tabela 7- Rendimentos Obtidos no Experimento do Trabalho B

CORRIDA	TEMPERATURA	RENDIMENTO
1	25 °C	81,9%
2	50 °C	98,2%
3	75 °C	79,1%

Fonte: Modificador a partir de Tomiello (2014).

Nas Tabelas 4 e 5 podem ser observados que os valores de viscosidade e índice de acidez do Trabalho A não se enquadram nos parâmetros determinado pela ANP, o autor justifica essa alteração do valor devido a presença de sulfato de magnésio que não foi separado de maneira adequada, pode-se concluir que apesar de seu alto rendimento o biodiesel não poderia ser utilizado ou vendido.

O Trabalho B possui todos os resultados das análises dentro dos parâmetros exigidos, com alta taxa de rendimento que segundo informações da Tabela 7, a temperatura ideal para se obter maior taxa de conversão dos ésteres é a 50 °C.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização deste estudo comparativo pode-se concluir, por meio de análises, que óleo de frango apresentou resultados satisfatórios no Trabalho B, com valores dentro dos parâmetros estabelecidos pela ANP e alta taxa de rendimento. Entretanto alguns resultados das análises do Trabalho A, ficaram fora do padrão

estabelecido, devendo ser empregado uma forma mais eficiente da separação do sulfato de magnésio utilizado para a retirada de umidade do óleo.

Portanto, o óleo de frango pode ser considerado uma alternativa viável como fonte de matéria-prima, devido às suas características físico-químicas e seu baixo valor agregado por se tratar de um resíduo da indústria de alimentos, auxiliando também seu reaproveitamento e evitando assim, o aumento da poluição no meio ambiente.

BIODIESEL PRODUCTION FROM CHICKEN FAT: A COMPARATIVE ANALYSIS OF CASE STUDIES. Isabella Domingues Mattano.

### ABSTRACT

Biodiesel is a renewable fuel that has in its composition for the alkyls of fatty acids. Its synthesis occurs by the process of transesterification of vegetable oils or fats in the presence of an alcohol and a catalyst. Due to the depletion of nonrenewable resources it is necessary to conduct advanced research new sources of raw material for the production of biofuels helping a reduction of environmental pollution. The present work aims to analyze the production of biodiesel from chicken oil. The work was based on the methodology of comparison of the results of case study and it was concluded that the use of chicken fat in addition to reducing the amount of tailings has a high yield as a source for the synthesis of biodiesel.

**Keywords:** Biofuel. Animal fat. Transesterification

### REFERÊNCIAS

ABDOLI, M. A. et al. Effective Parameters on Biodiesel Production from Feather fat oil as a Cost-Effective Feedstock. **International Journal of Environmental Research**, [s.l.], v. 8, n. 1, p. 139-148, ago. 2014. Disponível em: < [https://ijer.ut.ac.ir/article\\_703.html](https://ijer.ut.ac.ir/article_703.html) >. Acesso em: 14 out. 2017.

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Matérias-primas e produtos**, [2016?]. Disponível em: < <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fj0847od02wyiv802hvm3juldruvi.html> >. Acesso em: 15 out. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTÉINA ANIMAL. **Relatório anual de 2016**, [s.l.], 2017. Disponível em: <[http://abpa-br.com.br/storage/files/3678c\\_final\\_abpa\\_relatorio\\_anual\\_2016\\_portugues\\_web\\_reduzido.pdf](http://abpa-br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf)>. Acesso em: 27 out. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Superintendência de refino, processamento de gás natural e produção de biocombustíveis. **Boletim Mensal do Biodiesel**, p. 1-13, fev.2017b. Disponível em: <[http://www.anp.gov.br/wwwanp/images/publicacoes/boletins-anp/boletim\\_mensal\\_do\\_biodiesel/2017/boletim\\_biodiesel\\_fevereiro\\_2017.pdf](http://www.anp.gov.br/wwwanp/images/publicacoes/boletins-anp/boletim_mensal_do_biodiesel/2017/boletim_biodiesel_fevereiro_2017.pdf)>. Acesso em: 21 out. 2017.

\_\_\_\_\_. **Biodiesel**. Out. 2017a. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/biocombustiveis/biodiesel>>. Acesso em: 27 out. 2017.

\_\_\_\_\_. **Leilões de biodiesel**. 2016. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/distribuicao-e-revenda/leiloes-de-biodiesel>>. Acesso em: 17 out. 2017.

\_\_\_\_\_. **Resolução ANP Nº 30**, de 23 de junho de 2016. Disponível em: <[www.anp.gov.br/wwwanp/?dw=81898](http://www.anp.gov.br/wwwanp/?dw=81898)>. Acesso em: 25 out. 2017.

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. 5. ed. Champaign: AOCS, 2003.

ARAÚJO, I. M. da S, et al. Caracterização físico-química do óleo de genótipos de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA ENERGIA E RICINOQUÍMICA, 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: SEAGRI: Embrapa Algodão, 2008. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/cbm3/trabalhos/OLEO%20E%20CO-PRODUTOS/OCP%2012.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2017.

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos protéicos de origem animal. **Conferencia APINCO**, Santos – SP, 2004. Disponível em: <[1https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/parametros\\_qualidade\\_gorduras\\_e\\_subprodutos\\_proteicos\\_de\\_origem\\_animal\\_000fyrf0t6n02wx5ok0pvo4k33hlhtkv.pdf8](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/parametros_qualidade_gorduras_e_subprodutos_proteicos_de_origem_animal_000fyrf0t6n02wx5ok0pvo4k33hlhtkv.pdf8)>. Acesso em: 29 out. 2017.

BIOCOMBUSTÍVEIS. **todamateria.com.br**, 2017. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/biocombustiveis/>>. Acesso em: 27 out. 2017.

BODIESEL no Brasil. **biodieselbr.com**, 2014. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/biodiesel/historia/oleos-vegetais-biodiesel-brasil.htm>>. Acesso em: 11 set. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema Brasileiro de Prevenção e Vigilância da Encefalopatia Espongiforme Bovina (EEB)**. 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/CartilhaEEBtcnica.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

CAMARGOS, R. R. da S. **Avaliação da viabilidade de se produzir biodiesel através da transesterificação de óleo de grãos de café defeituosos.** 2005. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais. 2005. Disponível em <[http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/CMPS-6VEGCG/disserta\\_\\_o\\_de\\_mestrado\\_\\_\\_rodrigo\\_ribeiro.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/CMPS-6VEGCG/disserta__o_de_mestrado___rodrigo_ribeiro.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 28 out. 2017.

CARVALHO, A. K. F. de. **Síntese de biodiesel por transesterificação pela rota etílica: comparação de desempenho de catalisadores heterogêneos.** 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado em Processos Catalíticos e Biocatalíticos) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2011. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/97/97137/tde-27082013-104632/es.php>>. Acesso em: 17 out. 2017

COELHO, B. N. **Purificação e performance da reutilização do magnésio usado na purificação de biodiesel como proposta de diminuição dos custos do processo.** 2016. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais) - Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais, Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 2016.

CORRÊA, S. M.; ARBILLAB, G. Aromatic hydrocarbons emissions in diesel and biodiesel exhaust. **Atmospheric environment**, [s.l.], v. 40, p. 6821–6826, maio 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231006005644>>. Acesso em: 17 out. 2017.

COSTA, A. E. **Purificação de biodiesel com uso de adsorventes alternativos.** Florianópolis. 2010. 163p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/94794>>. Acesso em: 2 nov. 2017.

DABDOUD, M.; BRONZ, J.; RAMPIN, M. Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria. **Química nova**, v. 32, n. 3, p.111-222, jan. 2012.

DEMIRBAS, A. Potential applications of renewable energy sources, biomass combustion problems in boiler power systems and combustion related environmental issues. **Progress in Energy and Combustion Science**, [s.l.], v. 31, n. 2, p. 171-192, abr.2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360128505000055>>. Acesso em: 15 out. 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, L. F. S.; SOUZA, S. N. M. de; BARICCATTI, R. A. Biodiesel produzido com óleo de frango Biodiesel produzido com óleo de frango. **Acta ScientiarumTechnology**, Maringá-PR, v. 30, n. 1, p. 57-62, 2008.

GUABIROBA, R. C. da S.; D'AGOSTO, M. de A.; FRANCA, L. S. Análise de viabilidade econômica da participação de cooperativas populares na cadeia de fornecimento de óleo residual de fritura a fábricas de biodiesel. **Journal of Transport Literature**, [s.l.],

v. 8, n. 4, p. 164-186, out. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jtl/v8n4/v8n4a08.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2017.

LEBEDEVAS, S.; VAICEKAUSKAS, A. Use of Waste Fats of Animal and Vegetable Origin for the Production of Biodiesel Fuel: Quality, Motor Properties, and Emissions of Harmful Components. **Energy & Fuels**, [s.l.], v. 20, p. 2274-2280, ago. 20. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ef060145c>>. Acesso em: 28 out. 2017.

LÔBO, I. P.; FERREIRA, S. L. C.; CRUZ, R. S. Biodiesel: Parâmetros de Qualidade e Métodos Analíticos. **Química Nova**, [s.l.], v. 32, n. 6, p. 1596-1608, jul. 2009.

LOTERO, E., et al. Synthesis of biodiesel via acid catalysis. **American chemical society Publisher**, Cidade, v. 44, n. 14, p. 5353-5363, nov. 2005. Disponível em: <[http://www.virtualmaze.co.in/sample/biofuels%20info/biofuels/biodiesel\\_via\\_acidcat\\_alzsis.pdf](http://www.virtualmaze.co.in/sample/biofuels%20info/biofuels/biodiesel_via_acidcat_alzsis.pdf)>. Acesso em: 12 out. 2017.

MARTINS, R. et al. O biodiesel de sebo bovino no brasil. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 41, n. 5, p. 56-70, maio 2011. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/publicacoes/ie/2011/tec5-0511.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2017.

MEHER, L. C.; SAGAR, D. V.; NAIK, S. N. Technical aspects of biodiesel production by transesterification. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s.l.], v. 10, n. 3, p. 248-268, dez. 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032104001236>>. Acesso em: 21 out. 2017.

MENEGHETTI, S. M. P.; MENEGHETTI, M. R.; BRITO, Y. C. A reação de transesterificação, algumas aplicações e obtenção de biodiesel. **Rev. Virtual Quim.**, v. 5, n.1, p. 63-73, 2013. Disponível em: <<https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/1285870/52/ReacaodeTransterificacao.BioDiesel.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2017.

MENEZES, C. G. de P.; FIDALGO, J. L. G.; SILVA, T. D. Produção de biodiesel a partir de óleos residuais de fritura: sustentabilidade e maior demanda energética. **Bolsista de valor**, v. 1, n. 11, p. 279-283, 2010. Disponível em: <<http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/bolsistadevalor/article/viewfile/1831/1009>>. Acesso em: 25 out. 2017.

OLIVEIRA, F.; SUAREZ, P.; SANTOS, W. Biodiesel: possibilidades e desafios. **Química nova na escola**, v. 28, n. 11, p. 3-8, maio 2008.

PEREIRA, M. de P.; FERREIRA, S. C. Produção de biodiesel: desafios e limitações no campo jurídico. **Revista de Estudos Rurais e Estudos Rurais**, [s.l.], v. 1, n. 1, p. 157-192, jan./jun. 2017. Disponível em: <<http://www.revistarever.ufv.br/index.php/rever/article/view/9>>. Acesso em: 16 set. 2017.

QUÉRCIA, F. Selo Combustível Social. **biodieselbr.com**, 2007. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/biodiesel/economia/selo-combustivel-social.htmprodu%c3%a7%c3%a3o%20de%20biodiesel%20no%20brasil>>. Acesso em: 21 out. 2017.

RODRIGUES, F. CNP Aprova Antecipação do B10 Para Março. **biodieselbr.com**, 2017. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/noticias/usinas/info/cnpe-aprova-antecipacao-b10-marco-091117.htm>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

SANI, Y. M.; RAMAN, A. A.; DAUD, W. M. A. W. Biodiesel Feedstock and Production Technologies: Successes, Challenges and Prospects. **Biodiesel - Feedstocks, Production and Applications**, [s.l.], p. 77-101, dez. 201. Disponível em: <<https://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/41600.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2017.

SANTOS, J. P. C. dos; VIANA, S. N.; SOUSA, M. N. Produção de biodiesel a partir da gordura de frango pelo método de transesterificação heterogênea. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, v. 1, n. 2, fev. 2015, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Blucher, 2015.

SECRETARIA ESPECIAL DE AGRICULTURA FAMILIAR E DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel**. 2010. Disponível em: <[http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/user\\_arquivos\\_64/Biodiesel\\_Book\\_final\\_Low\\_Completo.pdf](http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/user_arquivos_64/Biodiesel_Book_final_Low_Completo.pdf)>. Acesso em: 7 out. 2017.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Biodiesel**. 2008. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/NT00035\\_116\\_000gihb7tn102wx5ok05vadr1szzvy3n.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/NT00035_116_000gihb7tn102wx5ok05vadr1szzvy3n.pdf)>. Acesso em: 7 out. 2017.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, Craig B. **Química orgânica**. 8 ed. São Paulo: LTC, 2006.

SOUZA, K. F. de.; NEVES, V. A. Determinação de ácidos graxos livres e índice de acidez. **fcfar.unesp.br**, [201-?]. Disponível em: <[http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas\\_lipidios/indice\\_acidez.htm](http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_lipidios/indice_acidez.htm)>. Acesso em: 14 out. 2017

SUAREZ, P.; MENEGHETTI, S. P. 70º aniversário do biodiesel em 2007: evolução histórica e situação atual no Brasil. **Química Nova**, [s.l.], v. 30, n. 8, p. 2068-2071, set. 07.

TOMIELLO, C. R. **Potencial do óleo de frango como matriz lipídica para a produção de biodiesel**. 2014. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2014.

ZANETTI, M., et al. Obtenção de biodiesel de gordura abdominal de frango. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, v. 1, n. 2, fev. 2015, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Blucher, 2015. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/obteno-de-biodiesel-de-gordura-abdominal-de-frango-17904>>. Acesso em: 7 out. 2017.