



ANÁLISE DO PROCESSO DE TRANSESTERIFICAÇÃO E ESTERIFICAÇÃO DO ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL: PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO À REQUISITOS REGULAMENTARES TÉCNICO ANP Nº 3/2014

Área temática: Gestão Ambiental e Sustentabilidade

Marcos Daniel Gomes de Castro

marcosdg_12@hotmail.com

Ivan Leite Moreno

ivan.moreno@sp.senai.br

Marcio Adriano Gimeses

marcioadrianogimeses@hotmail.com

Antonio Cesar Macedo Bispo

cesar.bispo17@hotmail.com

Fernanda Serotini Gordono

fernandagordono@hotmail.com

Resumo: Na busca de alternativas para soluções de mitigação aos impactos ambientais, uma das alternativas é o reaproveitamento resíduo do óleo de fritura – ROF para a produção de biodiesel. Esse processo favorece o descarte correto deste resíduo, evitando que o mesmo provoque impactos ambientais, como mortalidade de peixes, contaminação por metais pesados em mananciais de água. Para isso, devem-se buscar novas adequações na cadeia produtiva de fabricação de biodiesel, ampliando a demanda de produção e oferta deste produto ao mercado consumidor. Este estudo buscou analisar os processos e característica físico-química dos métodos de transesterificação e esterificação do ROF na produção de biodiesel a fim de atender a resolução da ANP Nº 45, DE 26/08/2014, regulamento técnico ANP Nº 3/2014. Realizou-se ensaios laboratoriais, no laboratório do SENAI (Município de Lençóis Paulista - SP). Como amostragem, usou-se resíduo obtido pela empresa ADN recicladora, além de uma base normativa de requisitos padrões desta norma. O uso de óleo de fritura como matéria-prima na produção de biodiesel é um processo possível. Uma alternativa para melhorar o processo seria purificar inicialmente o óleo residual, outra forma também seria realizar a etapa de secagem do produto obtido na etapa de esterificação ácida, uma vez que eliminaria a água residual que interfere na produção do biodiesel.

Palavras-chaves: Resíduo De Óleo De Fritura – Rof, Anp45, Transesterificação, Esterificação, Biodiesel.



1 INTRODUÇÃO

As pesquisas com biodiesel no cenário nacional e internacional crescem a cada dia, em vista da necessidade de buscar alternativas para as fontes não renováveis de energia, como o petróleo. Com este cenário o biodiesel tem sido usado em adição ou substituição ao diesel nos setores de transporte e geração de energia em todo o mundo, a fim de minimizar os impactos ambientais¹. Conseqüentemente aumenta-se a demanda no reaproveitamento de resíduos na cadeia de produção de biodiesel, exemplo disto é o reaproveitamento do óleo de fritura residual.

O óleo vegetal e as gorduras animais tem como principais componentes químicos os ésteres de ácidos graxos com glicerol.¹ Ácido graxo é um ácido carboxílico (COOH) de cadeia alifática.

São considerados componentes orgânicos, ou em outras palavras, eles contêm carbono e hidrogênio em suas moléculas. Estes ácidos são produzidos quando as gorduras são quebradas. São pouco solúveis em água (quanto maior a cadeia carbônica, menor a solubilidade), e podem ser usados como energia pelas células. São classificados em monoinsaturados, poliinsaturados, ou saturados².

Para aumentar a qualidade deste resíduo, estudos estão sendo feitos em face de caracterização físico – química, buscando melhor qualidade de seu uso. Cita-se o processo de transesterificação e esterificação.

Os processos de transesterificação e esterificação são processos químicos em escala industrial, utilizando álcoois, bases ou ácidos para que ocorra as separações do glicerol e dos ésteres formando o biodiesel.

O Brasil já foi detentor de uma patente para fabricação de biodiesel a partir do óleo de algodão, registrada a partir de estudos, pesquisas e testes desenvolvidos na Universidade Federal do Ceará, nos anos de 1970. Essa patente acabou expirando, sem que o País adotasse o biodiesel, mas a experiência ficou e se consolidou ao longo do tempo¹.

Hoje o Brasil conta com indústria de biodiesel consolidada, com mais de 50 usinas aptas a produzir e comercializar biodiesel, com uma capacidade instalada superior a 6 milhões de metros cúbicos³. O ROF tem uma característica diferenciada do óleo vegetal, pois trata-se de um resíduo contendo uma grande quantidade de ácidos graxos livres, motivando como

proposta desta pesquisa a verificação do processo de fabricação da empresa ADN – Biodiesel da cidade de Agudos – SP que utiliza o método de transesterificação para o ROF. Com este trabalho busca-se encontrar um método de fabricação de biodiesel que atenda a caracterização físico – química que atenda o regulamento técnico ANP nº 3/2014, para adequar o método de fabricação do biodiesel da empresa ADN.

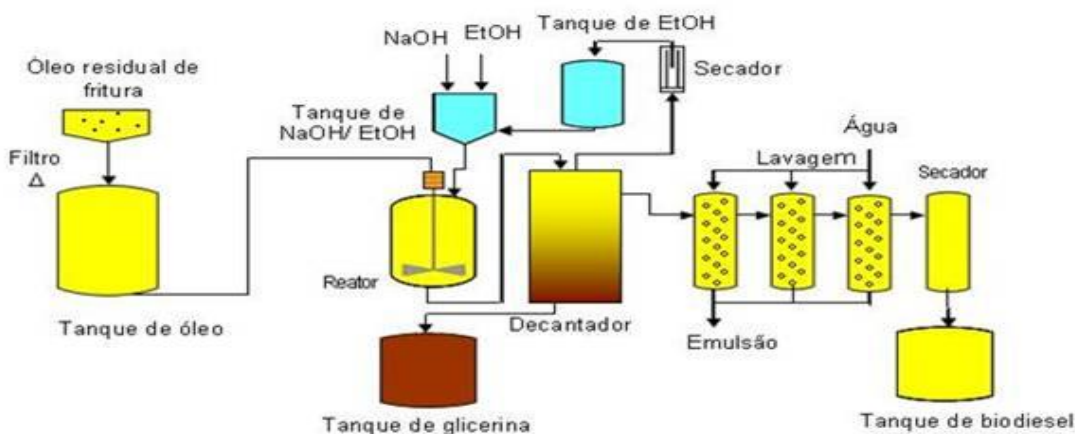
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Produção do Biodiesel a partir do Resíduo do Óleo de Fritura

Todos os óleos vegetais e as gorduras animais que tenham como principais componentes químicos os ésteres de ácidos graxos com glicerol, pode ser transformado em biodiesel.

Por ter características muito parecidas com o diesel o biodiesel pode ser misturado ou usado integralmente em motores a diesel. Isso desde que os óleos vegetais e gorduras animais passem por um processo físico-químico de transesterificação ou esterificação dependendo da origem e qualidade desse material o processo precisa ser mudado. (Figura 1)

Figura 1: Processo de obtenção de Biodiesel a partir do Óleo Residual de Fritura



Fonte: CHRISTOFF¹¹

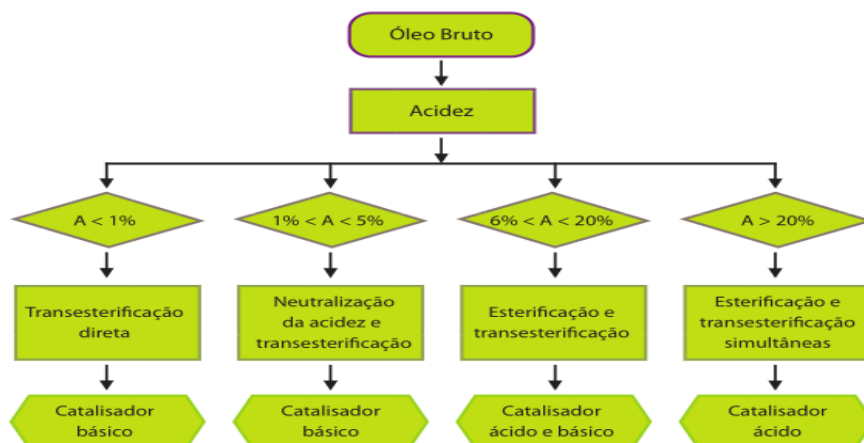


2.1.1 Análise do Óleo Vegetal para Obtenção do Biodiesel

A análise da matéria-prima é fundamental para se definir o procedimento e o processo para produção de um biocombustível. De acordo com a ANP, para que se consiga produzir um biodiesel que atenda às especificações, deve-se utilizar como insumo um óleo vegetal com, no máximo 1% de acidez. Portanto, a primeira etapa para a produção de biodiesel, independentemente do tipo de óleo vegetal, é analisar a matéria-prima através da determinação da acidez.

Através desta determinação será possível definir o tipo de pré-tratamento desta matéria prima e/ou o processo de produção do biocombustível que poderá ser a transesterificação por catalise básica e/ou ácida (homogênea ou heterogênea) e/ou a esterificação dos ácidos graxos livres, conforme mostra a. (Figura 2)

Figura 2: Esquema para Definição do Processo, através da Acidez



Fonte: Barreto¹²

2.1.2 Esterificação de Óleos Vegetais e Gorduras

¹A análise das tecnologias de processamento de óleos vegetais e gorduras animais deve-se diferenciar as reações de esterificação e transesterificação. A primeira referente a



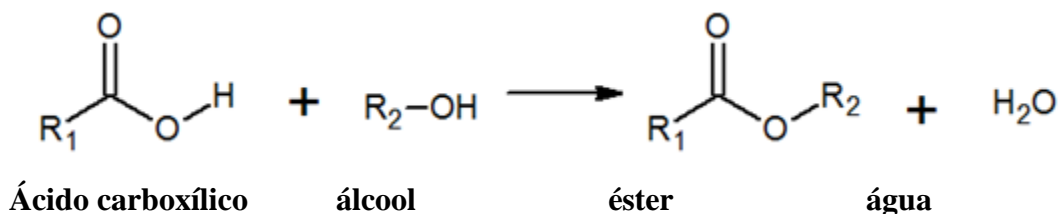
conversão de ácidos graxos livres em ésteres, enquanto a segunda se refere à conversão de triglicerídeos em ésteres e glicerol.

Os ésteres são finalmente conhecidos como biodiesel. A esterificação é uma reação de pré-tratamento dos óleos e gorduras para reduzir a saponificação. Nem sempre é necessário que ocorram estas duas reações, depende da qualidade da matéria prima. O processo utilizado para produzir biodiesel é a transesterificação, porém a esterificação tem sido aplicada em combinação com transesterificação para aproveitar os subprodutos, ácidos graxos ou matérias-primas de baixa qualidade para potencializar a produção de biodiesel. A reação de esterificação envolve a reação de um ácido graxo livre com álcool (geralmente de baixa peso molecular) para produzir um alquil-éster (biodiesel) e água, esta reação é conhecida como esterificação de Fischer⁴.

2.1.3 Reação de Esterificação

A reação de esterificação é um processo reversível, obtendo como produto principal um éster específico. Entre os diversos métodos que podem ser utilizados para sintetizar os ésteres, um bom exemplo é a reação de esterificação de Fischer (1895), na qual, sob aquecimento, um ácido carboxílico reage com um álcool (produzindo éster e água). Esta reação, quando processada em temperatura ambiente, é lenta, mas pode ser acelerada com o emprego de aquecimento e/ ou catalisador (exemplo, o ácido sulfúrico H_2SO_4)¹.(Figura 3)

Figura 3: Reação de Esterificação de um Óleo ou Gordura para obtenção de Biodiesel



Fonte: Lima¹⁴

2.2 Transesterificação de Óleos Vegetais e Gorduras

O uso de óleos vegetais transformados (transesterificados) tem sido uma alternativa na substituição de combustíveis derivados de petróleo, além de ser uma fonte de grande impacto



econômico e social. Rudolph Diesel, inventor do motor a diesel, já havia testado seu uso, todavia sem muito sucesso, possivelmente devido à alta viscosidade.⁵

A transesterificação é uma opção para melhorar o desempenho dos óleos vegetais como combustíveis, cujo é denominado de biodiesel, terá características similares ao óleo diesel obtido do petróleo. Assim definimos o biodiesel como mono-álquil éster de ácidos graxos. A transformação de triglicerídeos em moléculas menores de ésteres de ácidos graxos.

Esse processo em que um triglicerídeo reage com um álcool de cadeia curta como o metanol ou etanol em excesso na presença de um catalisador ácido ou alcalino produzindo uma mistura de ésteres alquílicos de ácidos graxos e glicerol.⁵

A utilização de catalisadores ácidos ou básicos facilita a conversão de éster em outro e melhora o rendimento.⁶

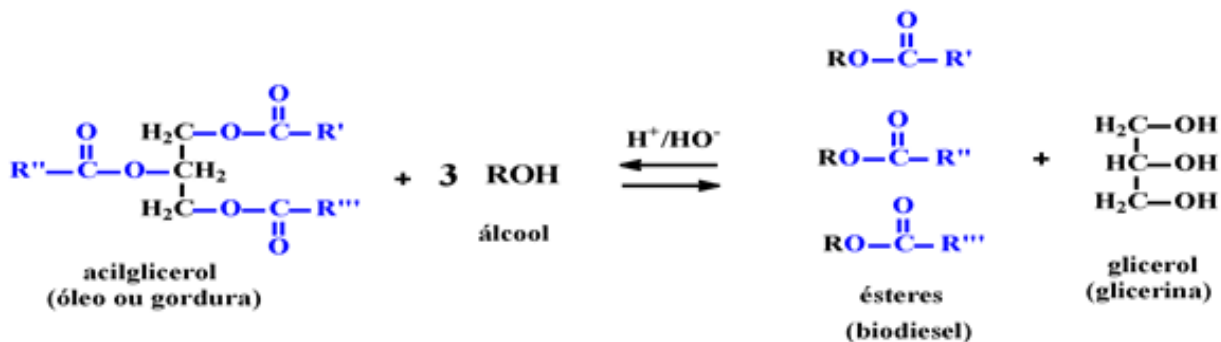
Os catalisadores mais comuns são hidróxido de sódio ou potássio, embora carbonato de potássio já tenha sido usado na tentativa de evitar uma reação paralela indesejada, a saponificação.

2.2.1 Reação de Transesterificação

A transesterificação mostra-se como uma opção para melhorar o desempenho dos óleos vegetais como combustíveis, sendo um processo cujo produto denominado de éster alquílico, tem característica similares ao óleo diesel obtido do petróleo⁵.

A reação de transesterificação é a etapa da conversão, propriamente dita, do óleo ou gordura, em ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, que constitui o biodiesel. A reação pode ser representada pela seguinte equação química (Figura4).

Figura 4: Reação de Transesterificação de um Óleo ou Gordura para obtenção de Biodiesel





Fonte: Melo¹⁵

2.3 Resolução ANP nº 45

Publicado no Diário Oficial (26 ago 2014), dispõe sobre a especificação do biodiesel contida no Regulamento técnico ANP nº 3 de 2014 e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializam o produto em todo território nacional.

2.3.1 Propriedades Físicas e Químicas do Biodiesel

No Brasil, a especificação dos padrões de qualidade do biodiesel foi realizada segundo a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e normas internacionais como a American Society for Testing and Materials (ASTM), International Organization for Standardization (ISO) e Comité Européen de Normalisation (CEN), sendo as mesmas regulamentadas pela ANP.

Várias propriedades físicas e químicas foram padronizadas, tais como massa específica, viscosidade cinemática, ponto de fulgor, teor de enxofre, número de cetano, teor de glicerina livre e total, teor de acilgliceróis, dentre outras. É de grande importância que o biodiesel brasileiro atenda às especificações mínimas de qualidade, o que não somente preservaria a integridade dos veículos automotores, mas também atenderia aos padrões internacionais do produto.⁷

A seguir serão descritas as principais propriedades físicas e químicas do biodiesel.

Através destas propriedades, podem ser observadas se o biodiesel produzido a partir do ROF está dentro das especificações exigidas pela ANP.

2.3.2 Destacam-se as Seguintes Propriedades

a) Viscosidade e Densidade: As propriedades fluido dinâmicas de um combustível, importante no que diz respeito ao funcionamento de motores de injeção por compressão



(motores diesel), são a viscosidade e a densidade. Tais propriedades exercem grande influência na circulação e injeção do combustível.

b) Lubricidade: A lubricidade é uma medida do poder de lubrificação de uma substância, sendo uma função de várias de suas propriedades físicas, destacando a viscosidade e a tensão superficial.

c) Ponto de Névoa e de Fluidez: O ponto de névoa é a temperatura em que o líquido, por refrigeração, começa a ficar turvo, e o ponto de fluidez é a temperatura em que o líquido não mais escoa livremente.

d) Ponto de Fulgor: É a temperatura em que um líquido torna-se inflamável em presença de uma chama ou faísca.

e) Índice de Cetano: O índice de octano ou octanagem dos combustíveis está para motores do ciclo Otto, da mesma forma que o índice de cetano ou cetanagem está para os motores do ciclo Diesel.

2.3.3 Propriedades Químicas

Dentre as propriedades químicas do biodiesel podem ser destacadas as seguintes:

a) Teor de Enxofre: Como os óleos vegetais e as gorduras de animais não possuem enxofre, o biodiesel é completamente isento desse elemento.

b) Teor de Óxidos Nítricos (NOx): Em relação ao diesel convencional, o biodiesel apresenta um aumento nas emissões de NOx .

c) Estabilidade Oxidativa: O biodiesel é susceptível à oxidação quando exposto ao ar.

3 METODOLOGIA

3.1 Métodos Analíticos para Avaliação da Qualidade do ROF

Para caracterização do ROF, utiliza-se o ensaio de índice de acidez, é uma partida para determinar o método utilizado para a transformação em biodiesel.



O índice de acidez (IA) é determinado a partir da quantidade de hidróxido de potássio, em miligramas, utilizada para neutralizar os ácidos graxos contidos em um grama de gordura ou óleo. O IA pode ser definido como a porcentagem em massa de ácidos graxos livres (%AGL) em relação a um ácido graxo específico.⁸

Conforme Tabela 1, coletou-se uma amostragem do óleo (ROF) que chega à empresa ADN - Biodiesel, e analisada no laboratório do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de Lençóis Paulista - SENAI.

Tabela 1: Valor da Acidez do ROF coletado da empresa ADN - Biodiesel

CARACTERÍSTICA	UNIDAD E	VALOR ENCONTRADO
Índice de acidez, máx.	mg KOH/g	7.2313

3.2 Métodos Analíticos para Avaliação da Qualidade do Biodiesel

3.2.1 Análises Realizadas no Laboratório Conforme as Normas ABNT

3.2.2 Local do Ensaios

Para realização dos ensaios, utilizaram-se as dependências do laboratório do SENAI de Lençóis Paulista, que atua na área de análise de lubrificantes, tintas e combustíveis.

O Laboratório contém ensaios acreditados pelo CEGCRE/INMETRO, pioneiro nas análises totalizando 82 ensaios nessas áreas atendendo todo o território nacional como mostra na (Figura 5).

Figura 5: Vista externa e interna do Laboratório



Acervo Pessoal¹⁶

3.2.3 Amostragem

As amostras foram produzida pela empresa ADN Biodiesel da cidade de Agudos - SP, Situada no distrito industrial desde 2012 que realiza a transformação de resíduos de óleos vegetais frituras (ROF) em novos produtos como os ésteres que dão origem ao biodiesel, como segue na (Figura 6).

Figura 6: Vista interna da ADN – Biodiesel



Acervo Pessoal¹⁶

3.2.4 Aspecto

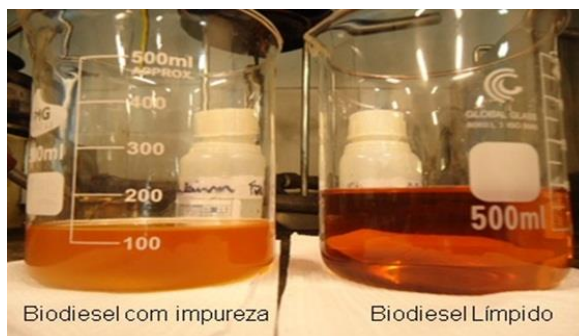
O aspecto do biodiesel é um parâmetro considerado apenas na RANP 07/08, trata-se de uma análise preliminar, onde se procura verificar a presença de impurezas que possam ser



identificadas visualmente, como materiais em suspensão, sedimentos ou mesmo turvação na amostra de biodiesel, que pode ser decorrente da presença de água.⁹

A análise foi realizada visualmente no laboratório como segue (figura 7).

Figura 7: Aspecto visual do Biodiesel



Acervo Pessoal¹⁶

3.2.5 Cálcio e Magnésio

O valor máximo para a soma das concentrações de cálcio e magnésio é 5 mg /kg^{-1} , estabelecido na RANP 07/08 e na norma EN 14214. O método analítico indicado por esses dois padrões de qualidade é o EN 14538, onde os metais são determinados por espectrometria⁹.

3.2.6 Sódio e Potássio

A determinação de sódio e potássio em biodiesel também está prevista por espectrometria. O teor máximo permitido nesses padrões de qualidade para a soma das concentrações de sódio e potássio é de 5 mg kg^{-1} .⁹

3.2.7 Teor de Fósforo e Enxofre

O conteúdo de fósforo no biodiesel é proveniente dos fosfolipídios encontrados tanto nos óleos vegetais como na gordura animal.



Um alto teor de fósforo tem como consequência emissões grandes de materiais particulados que poderão influenciar na operação de conversores catalíticos automotivos⁹.

As análises foram realizadas em um espectrofotômetro de emissão atômica modelo Espectroil M como segue na (Figura 8).

Figura 8: Espectrofotômetro Emissão Análise de elementos químicos



Acervo Pessoal¹⁶

3.2.8 Massa Específica

A densidade do biodiesel está diretamente ligada com a estrutura molecular das suas moléculas. Quanto maior o comprimento da cadeia carbônica do alquiléster, maior será a densidade, no entanto, este valor decrescerá quanto maior for o número de insaturações presentes na molécula.

A presença de impurezas também poderá influenciar na densidade do biodiesel como, por exemplo, o álcool ou substâncias adulterantes.⁹

A análise foi realizada em um densímetro digital modelo DA 650-CHD ICR3 como segue na (figura 9).

Figura 9: Densímetro Digital, análise de Massa específica





Acervo Pessoal¹⁶

3.2.9 Cinzas Sulfatadas

A concentração de contaminantes inorgânicos no biodiesel pode ser avaliada com base no teor de cinzas sulfatadas. O método baseia-se na queima da amostra na presença de ácido sulfúrico, a fim de converter as impurezas metálicas em seus sulfatos correspondentes, reduzindo a perda de material por volatilização.⁹

As análises foram realizadas nos equipamentos como seguem na (figura 10)

Figura 10: Mufla utilizada na calcinação de substâncias por aquecimento até 1800°C.



Acervo Pessoal¹⁶

3.2.10 Contaminação Total Máxima

Um volume conhecido de combustível (800 mL) é filtrado através de um filtro de membrana de teste previamente pesado e o aumento da massa de filtro de membrana é determinado o peso após a lavagem e secagem. A amostra é filtrada através de uma membrana de teste utilizando vácuo.¹⁰

As análises são realizadas como segue na (figura 12).

Figura 12: Aparelhagem para análise de contaminação total



Acervo Pessoal¹⁶

3.2.11 Corrosividade ao Cobre

O ensaio de corrosividade ao cobre é um parâmetro estabelecido para determinar a capacidade potencial de o combustível causar corrosão em peças metálicas, que podem ser do motor ou do tanque de armazenamento. Esta propriedade está associada à presença de ácidos ou de compostos de enxofre.⁹

As análises foram realizadas no equipamento específico e comparado com o padrão da ASTM D130 como seguem na (figura 13 e 14).

Figura 13: Padrão de corrosão segundo a ASTM D130



Acervo Pessoal¹⁶

Figura 14: Equipamento de análise de corrosão de lâmina de cobre



Acervo Pessoal¹⁶

3.2.12 Estabilidade à Oxidação

A estabilidade oxidativa do biodiesel está diretamente relacionada com o grau de insaturação dos alquilésteres presentes, como também, com a posição das duplas ligações na cadeia carbônica.

A alta temperatura e a exposição ao ar são fatores importantes que afetam a estabilidade do biodiesel, contudo, esta é significativamente afetada quando estes dois fatores estão presentes ao mesmo tempo. A presença de água no biodiesel pode também promover a oxidação (oxidação hidrolítica), no entanto, em menor extensão.⁹

As análises foram realizadas no equipamento como seguem na (figura15).

Figura 15: Equipamento para análise de estabilidade a oxidação





Acervo Pessoal¹⁶

3.2.13 Viscosidade Cinemática a 40 °C

A viscosidade do biodiesel aumenta com o comprimento da cadeia carbônica e com o grau de saturação e tem influência no processo de queima na câmara de combustão do motor. Alta viscosidade ocasiona heterogeneidade na combustão do biodiesel, devido à diminuição da eficiência de atomização na câmara de combustão, ocasionando a deposição de resíduos nas partes internas do motor.

Os sabões residuais, bem como os glicerídeos não reagidos (mono-, di- e triglicerídeos) e os produtos da degradação oxidativa do biodiesel, aumentam a viscosidade do biodiesel. Estes contaminantes podem, portanto, ser monitorados indiretamente através da determinação da viscosidade cinemática a 40 °C.⁹

As análises foram realizadas no equipamento como segue (figura 16).

Figura 16: Viscosímetro Automático modelo Herzog



Acervo Pessoal¹⁶

3.3 Definição do Padrão conforme Resolução ANP 45

No Brasil, a especificação dos padrões de qualidade do biodiesel foi realizada segundo a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e normas internacionais como a American Society for Testing and Materials (ASTM), International Organization for 33



Standardization (ISO) e Comité European de Normalisation (CEN), sendo as mesmas regulamentadas pela ANP.

Várias propriedades físicas e químicas foram padronizadas, tais como massa específica, viscosidade cinemática, ponto de fulgor, teor de enxofre, número de cetano, teor de glicerina livre e total, teor de acilgliceróis, dentre outras. É de grande importância que o biodiesel brasileiro atenda às especificações mínimas de qualidade, o que não somente preservaria a integridade dos veículos automotores, mas também atenderia aos padrões internacionais do produto.⁷

Na tabela 2, segue os ensaios e metodologias para adequação do biodiesel como combustível conforme resolução 45.

Tabela 2: Valores Limites para Enquadrar como Biodiesel

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE	ABNT - NBR
Aspecto	*	*	*
Cálcio+magnésio, máx.	mg/Kg	5	15553
Cinzas , máx.	% massa	0,02	6294
Contaminação Total, máx.	mg/Kg	24	15995
Corrosividade ao cobre, 3h a 50°C, máx.	*	1	14359
Diacilglicerol, máx.	% massa	0,20	15342
Enxofre total, máx.	mg/Kg	10	15867
Estabilidade à oxidação a 110°C, min.	h	6	*
Fósforo, máx.	mg/Kg	10	15553
Glicerol livre, máx.	% massa	0,02	15771
Glicerol total, máx.	% massa	0,25	15344
Índice de acidez, máx.	mg KOH/g	0,50	14448
Índice de lodo	g/100g	Anotar	*
Massa específica a 20°C	Kg/m ³	850 a 900	7148 - 14065
Metanol / Etanol, máx.	% massa	0,20	15343
Monoacilglicerol, máx.	% massa	0,7	15344
Número Cetano.	*	Anotar	*
Ponto de entupimento de filtro a frio, máx.	°C	-9	14747
Ponto de fulgor, mín.	°C	100	14598
Sódio+ potássio, máx.	mg/Kg	5	15554
Teor de água, máx.	mg/Kg	200,0	*
Teor de éster, mín.	% massa	96,5	15764
Triacilglicerol, máx.	% massa	0,20	15344
Viscosidade Cinemática a 40°C	mm ² /s	3,0 a 6,0	10441

Fonte: LEGISWEB¹⁵. Resolução da ANP Nº 45, DE 26/08/2014



3.3.1 Dos Resultados Encontrados

Resultados das amostras de biodiesel que foram produzidos pelos métodos de esterificação e transesterificação realizado pela empresa ADN Biodiesel e analisadas no laboratório no SENAI-Lençóis Paulista, como segue em tabela 3.

Tabela 3: Valores Encontrados nos Ensaio Realizado

CARACTERÍSTICA	UNIDAD E	VALOR ENCONTRADO ESTERIFICAÇÃO	VALOR ENCONTRADO TRANSESTERIFICAÇÃO	LIMITE	ABNT-NBR
Aspecto	*	Límpido	Turvo	*	*
Cálcio + magnésio, máx.	mg/Kg	2	3	5	15553
Cinzas , máx.	% massa	0,01	0,01	0,02	6294
Contaminação Total, máx.	mg/Kg	26	32	24	15995
Corrosividade ao cobre, 3h a 50°C	*	1	1	1	14359
Diacilglicerol, máx.	% massa	0,17	0,19	0,20	15342
Enxofre total, máx.	mg/Kg	3	3	10	15867
Estabilidade à oxidação a 110°C, min.	h	3	4	6	*
Fósforo, máx.	mg/Kg	3	7	10	15553
Glicerol livre, máx.	% massa	0,02	0,01	0,02	15771
Glicerol total, máx.	% massa	0,23	0,19	0,25	15344
Índice de acidez, máx.	mg KOH/g	1,2	0,93	0,50	14448
Índice de lodo	g/100g	---	---	Anotar	*
Massa específica a 20°C	Kg/m ³	853	889	850 a 900	7148 - 14065
Metanol / Etanol, máx.	% massa	0,25	0,17	0,20	15343
Monoacilglicerol, máx.	% massa	0,7	0,6	0,7	15344
Número Cetano	*	---	---	Anotar	*
Ponto de entupimento de filtro a frio, mín.	°C	2	-3	-9	14747
Ponto de fulgor, mín.	°C	142	130	100	14598
Sódio+ potássio, máx.	mg/Kg	1	4	5	15554
Teor de água, máx.	mg/Kg	920,0	845,0	200,0	*
Teor de éster, mín.	% massa	93,7	94,8	96,5	15764
Triacilglicerol, máx.	% massa	0,16	0,15	0,20	15344
Viscosidade Cinemática a 40°C	mm ² /s	4,6	6,8	3,0 a 6,0	10441

Fonte: Autores (2015)



3.4. Análise e Discussões

Os resultados que estão em vermelho, não se enquadraram no regulamento técnico 3/2014 conforme demonstra a tabela 2 deste trabalho, que estabelece valores padrão para qualificação do biodiesel, verificou-se que na tabela 3, as seguintes características fora das especificações no método de esterificação, sendo a Contaminação Total, Estabilidade a Oxidação a 110°C, Índice de Acidez, Contaminação por Metanol, Ponto de Entupimento de filtro a frio, Teor de Água e Teor de Éster.

Ao verificar os resultados encontrados no método de transesterificação que se encontra na tabela 3, foi constatado que apresenta características fora de especificações sendo, Contaminação Total, Estabilidade a Oxidação a 110°C, Índice de Acidez, Ponto de Entupimento de Filtro a Frio, Teor de Água, Teor de Éster e Viscosidade Cinemática a 40°C.

Para que se possa obter o biodiesel nesses métodos apresentados, os ensaios que apresentaram os resultados fora das especificações devem ser tratados para obter o biodiesel conforme a resolução em questão.

4 CONCLUSÕES

O processo que a empresa ADN utiliza, não se obtém o biodiesel que enquadra na especificação do regulamento técnico nº3/2014 da ANP.

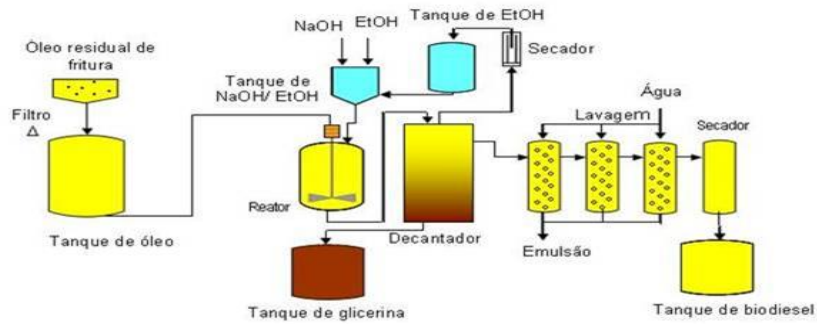
A produção de biodiesel em duas etapas, esterificação por meio ácido e transesterificação por meio básico, é um processo viável e foco de estudo de muitos autores que utilizam este procedimento com matérias-primas que possuem grande concentração de ácidos graxos livres. O uso de óleo de fritura como matéria-prima na produção de biodiesel é um processo possível.

Uma alternativa para melhorar o processo seria purificar inicialmente o óleo residual, outra forma também seria realizar a etapa de secagem do produto obtido na etapa de esterificação ácida, uma vez que eliminaria a água residual que interfere na produção do biodiesel.

Para atender todas as especificações técnicas deve-se realizar os processos de esterificação + transesterificação, posteriormente a lavagem e secagem do éster, assim forma-se o biodiesel que poderá atender as especificações conforme (figura 17).



Figura 17: Processo de obtenção de Biodiesel a partir do Óleo Residual de Fritura



Fonte: CHRISTOFF¹¹



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. KNOTHE, G. **Livro manual de biodiesel**. Tradução Luiz Pereira Ramos. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2006. 352 p.
2. MARTINEZ, Marina. **Cadeia Carbônica**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/autor/marina-martinez/236/>>. Acesso em: 04 setembro 2015, 15:55.
3. PARENTE, E. J. S. **Biodiesel: Uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza, CE. Tecbio, 2003; Prefeitura Municipal de Porto Alegre. CARRIS. Pioneirismo no uso do biodiesel rende prêmio à Carris. Matéria disponível em: < <http://www.carris.com.br/>>. Acesso em: 10 novembro de 2015, 20:30
4. LOTERO, E.; LIU, Y.; LOPEZ, D. E; SUWANNAKARN, K.; BRUCE, DA.; GOODWIN JR., J. G. **Syntheses of Biodiesel Via acid catalyses**. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 44, p. 5353-5363, 2005.
5. FROEHNER, S; LEITHOLD, J.; JÚNIOR, L. F. L. **Transesterificação de óleos vegetais: Caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade**. *Química Nova*, v. 30, n. 8, p. 2016-2019, 2007.
6. GERIS, R.; SANTOS, N. A. C.; AMARAL, B. A.; MAIA, I. S.; CASTRO, V. D.; CARVALHO, J. R. M. **Biodiesel de soja – Reação de transesterificação para aulas práticas de química**. *Química Nova*, v. 30, n. 5, p. 1369-1373, 2007.
7. DIB, F.H. **Produção de Biodiesel a partir de óleo residual reciclado e realização de testes comparativos com outros tipos de biodiesel e proporções de mistura em um motorizador – Ilha solteira, (Pós-Graduação) Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, 2010.**
8. NUNES, G. F. M. **Avaliação da modificação da composição e textura de um produto obtido por transesterificação enzimática da gordura de leite com óleo de soja**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2008.
9. LOBO, I. P; FERREIRA, L.C. **Biodiesel: parâmetros de qualidade e métodos analíticos**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010040422009000600044&script=sci_arttext>. Acesso em: 08 de setembro 2015, 21:35 .
10. EUROPEAN STANDARD, NORMA EN 12662, **Determinação de contaminação total, em destilados médios, combustíveis diesel e ésteres metílicos de ácido graxos**.
11. CHRISTOFF, P.; **Óleo Residual de Fritura da Associação Vira Combustível (Biodiesel)**, UNIFAE Centro Universitário Franciscano do Paraná, do Curso de Engenharia de Produção e de Engenharia Ambiental, Licenciado em Química pela UFPR e Mestre em Desenvolvimento de Tecnologia (Biocombustível), 2006. Artigo disponível em:<<http://www.fae.edu/inteligencia/includes/imprimir.asp?lngIdNoticia=90072>>. Acesso em: 13/10/2015, 17:15
12. BARRETO. I. **Tecnologias de Energia Renováveis Soluções Energéticas para Amazônia – 1. Ed. Brasília Ministério de minas e Energia, 2008. 158p.** 1ª Edição.
13. LIMA.L. **Oleo de Fritura para Esterificação e Transformação em Biodiesel**. Disponível em:<<http://www.scielo.br/img/revistas/qn/v32n3/a20fig02.gif>>. Acesso em 15 de novembro de 2015, 19:50.
14. MELO, J. C.; PACHECO, J. G. A.; STRAGEVITCH, L.; BARBOSA, F. L. P.; JUCÁ, J. F. T.; NEVES, A. M.; **Cinética da Transesterificação do Óleo de Algodão para a**



CONGRESSO NACIONAL DE
EXCELÊNCIA EM GESTÃO

ISSN 1984-9354



XII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO
& III INOVARSE – RESPONSABILIDADE SOCIAL APLICADA.

29 e 30 de setembro de 2016.

- Produção de Biodiesel**[online]. Disponível em:
<<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/producao/15.pdf>>. Acesso em 15/11/2015.
15. LEGISWEB informação rápida e confiável. **Resolução da ANP N° 45, DE 26/08/2014**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=274064>. Acesso em 08 de setembro 2015.
16. Acervo Pessoal dos Autores.