



**República Federativa do Brasil**  
Ministério da Indústria, Comércio Exterior  
e Serviços  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0803465-6 B1**

**(22) Data do Depósito: 11/09/2008**

**(45) Data de Concessão: 06/03/2018**



---

**(54) Título:** BIOQUEROSENE E PROCESSO DE OBTENÇÃO DO MESMO

**(51) Int.Cl.:** C07C 67/02; C10L 1/02

**(73) Titular(es):** UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP

**(72) Inventor(es):** MARIA REGINA WOLF MACIEL; RUBENS MACIEL FILHO; CÉSAR BENEDITO BATISTELLA; NÍVEA DE LIMA DA SILVA

## Relatório Descritivo de Patente de Invenção

### BIOQUEROSENE E PROCESSO DE OBTENÇÃO DO MESMO

#### Campo da Invenção

5 A presente invenção pertence ao campo dos biocombustíveis. Mais especificamente, o biocombustível da presente invenção é o bioquerosene obtido a partir da transesterificação de óleos vegetais na presença de um catalisador. Adicionalmente, a reação da presente invenção é uma reação que  
10 transcorre em 10 minutos e o processo de obtenção do bioquerosene compreende ainda uma etapa de purificação do produto obtido. Especificamente, o bioquerosene obtido na presente invenção tem potencial aplicação como combustível para aviação.

#### Fundamentos da Invenção

15 O biodiesel é definido pela American Society for Testing Materials (ASTM), como um combustível líquido sintético, originário de matéria prima renovável e constituída por mistura de ésteres alquílicos de ácidos graxos de cadeias longas, derivados de óleos vegetais ou gorduras animais.

20 O freqüente aumento do preço do petróleo e a possibilidade de esgotamentos dos combustíveis fósseis vêm motivando inúmeros pesquisadores pela busca de combustível alternativo. Essa preocupação também existe por parte dos ambientalistas visando reduzir a poluição provocada pelo uso do diesel e foi intensificada após o Protocolo de Kyoto.

25 A utilização do biodiesel como combustível vem apresentando um potencial promissor no mundo todo, sendo um mercado que cresce aceleradamente devido a inúmeras vantagens, tais como:

30 - é um combustível produzido a partir de fontes renováveis, como óleos vegetais, resíduos de fritura ou gordura animal. A utilização de resíduos como matéria-prima reduz os custos com tratamento de esgotos e disposição de resíduos.

- é biodegradável. Estudos mostram que o biodiesel de óleo de soja e canola são facilmente absorvidos pelo meio ambiente. A utilização de misturas contendo 20% v/v de biodiesel (B20) aumenta a biodegradabilidade do diesel em presença de água. Além disso, foi observado o crescimento de algas em tanques de estocagem de biodiesel.

- é um combustível não tóxico, pois a utilização de biodiesel provoca redução substancial na emissão de monóxido de carbono e material particulado. Além disso, é livre de enxofre e aromáticos, impede a formação de fuligem pois possui 10% v/v de oxigênio. A utilização de 20% v/v de biodiesel ao diesel reduz a emissão de dióxido de carbono em 15,66% v/v.

A transesterificação é a forma mais usual de produção de biodiesel. Essa reação consiste na mistura de um álcool, preferencialmente de baixo peso molecular, com um óleo vegetal ou gordura animal. Também chamada de alcoólise, a reação de transesterificação pode ocorrer na presença ou ausência de catalisador. A reação de transesterificação ocorre de forma mais rápida em presença de álcool de baixo peso molecular, como metanol e etanol.

A reação de transesterificação é acelerada por catalisadores homogêneos ou heterogêneos. Os catalisadores homogêneos podem ser ácidos, bases ou enzimas. Esses catalisadores têm como inconvenientes: a necessidade de purificação dos produtos (éster e glicerina) para retirada dos resíduos de catalisadores e a impossibilidade de seu reaproveitamento após a reação. Os catalisadores heterogêneos podem ser reaproveitados após reação e são facilmente removidos, tornando a etapa de purificação dos produtos (glicerina e éster) mais simples.

Nesse contexto, essa invenção descreve a produção de bioquerosene mediante transesterificação de óleo de côco. Esse combustível foi obtido com alto grau de pureza (99% em peso de ésteres) utilizando o protótipo do destilador molecular centrífugo de alto desempenho. O bioquerosene é proveniente de óleos vegetais e possui as mesmas características do querosene proveniente do petróleo. Ressalta-se que, o querosene de origem fóssil contribui para a poluição ambiental (efeito estufa). Nesse sentido,

pretende-se substituir o querosene por um produto similar de origem vegetal, renovável e que contribuirá significativamente para a redução da poluição.

A busca na literatura patentária apontou alguns documentos relevantes que serão descritos a seguir.

5 O documento US 2007/0194016 revela um método de obtenção de biocombustíveis como o biodiesel, a biogasolina, o bioquerosene dentre outros cujo processo de obtenção compreende a passagem das espécies químicas por uma estrutura macroscópica dielétrica para um susceptor permeável a gás recebendo energia eletromagnética. Vários tipos de óleos vegetais e animais  
10 podem ser utilizados neste processo. A presente invenção difere deste documento pelo fato do processo de produção compreender o uso de um catalisador.

O documento WO 2007/143803 revela um método de transesterificação para a produção de alquil ésteres, que compreende o uso de um material  
15 glicérido de origem vegetal e um catalisador básico ou ácido e um catalisador à base de guanidina. Os catalisadores básicos são NaOH, KOH, NaOCH<sub>3</sub>, NaOCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, KOCH<sub>3</sub>, KOCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, e os ácidos são H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl e os catalisadores à base de guanidina são: N-alquil guanidina, N,N'-de alquil guanidina; N,N - dialquil guanidina; N,N',N'' - trialquil guanidina; N, N, N'-  
20 trialquil guanidina; N<sub>5</sub> N N', N tetraalquil guanidina; N<sub>5</sub> N, N',N' tetraalquil guanidina e N, N, N', N'' pentaalquil guanidina. Especificamente, o alquil éster produzido pelo processo deste documento é o biodiesel. A presente invenção difere deste documento pelo fato do alquil éster produzido ser o bioquerosene.

O documento US 2006/0058540 revela um método de transesterificação  
25 de óleos vegetais com álcoois de cadeia curta na presença de um catalisador. Especificamente, o catalisador descrito neste documento é um sal ou uma base de um composto orgânico e um ácido carbônico. Especificamente, o composto orgânico é um composto contendo nitrogênio, e o composto básico é uma guanidina, como o carbonato de guanidina, e derivados da 1-aminoguanidina,  
30 como o 1-aminoguanidina hidrogenocarbonato. Especificamente, o produto obtido no processo deste documento é o biodiesel. A presente invenção difere

deste documento pelo fato de compreender uma etapa de purificação do produto obtido originando o bioquerosene.

O documento WO 2007/025360 revela um método de transesterificação que compreende a reação entre mono, di e triglicerídeos de óleos vegetais e gorduras animais e um álcool de cadeia curta em proporção molar que varia entre 3 e 15. Especificamente, a reação deste documento transcorre a temperaturas entre 80 e 250°C, pressões maiores que a pressão atmosférica, velocidades de agitação entre 400 e 1500 rpm, tempo de residência ou tempo espacial de 5 a 1000 minutos. Especificamente, o álcool utilizado é um álcool hidratado e o catalisador é um catalisador sólido básico à base de hidrotalcita que passa por um processo de calcinação entre 250 e 900 °C. A presente invenção difere deste documento pelo processo de transesterificação não compreender um catalisador à base de hidrotalcita.

O documento US 6,359,157 revela um processo de transesterificação de óleos e gorduras vegetais com álcoois de cadeia curta que compreende o uso de um catalisador que é um sal metálico de um aminoácido ou um derivado de aminoácido. Especificamente, o catalisador utilizado é um catalisador insolúvel no álcool de cadeia curta, sendo a catálise uma catálise heterogênea. A presente invenção difere deste documento pelo fato do catalisador ser um catalisador homogêneo e por não compreender um sal metálico de um aminoácido ou um derivado de aminoácido.

O documento US 6,137,939 revela um método de esterificação de ácidos graxos e de obtenção de combustíveis compreendendo ácidos graxos cuja reação com um álcool não compreende o uso de um catalisador. Especificamente, o álcool utilizado neste processo encontra-se em estado supercrítico e o produto obtido compreende o diesel, aditivos para combustíveis e óleos lubrificantes. A presente invenção difere deste documento pelo fato de não compreender o uso de álcool em estado supercrítico e pelo fato de compreender o uso de um catalisador.

Portanto, não foi encontrado na literatura nenhum documento que antecipe ou sequer sugira as particularidades da presente invenção.

### Sumário da Invenção

É um objeto da presente invenção, um combustível obtido de fonte vegetal renovável. Especificamente, o biocombustível da presente invenção é o bioquerosene.

5 Especificamente, o bioquerosene da presente invenção apresenta características semelhantes ao querosene derivado petróleo e pode ser utilizado como querosene de aviação.

É também um objeto da presente invenção um processo de obtenção do bioquerosene que compreende as etapas de:

- 10 a) reagir uma mistura compreendendo:
- um material rico em glicerídeos;
  - um álcool de cadeia curta C1-C5; e
  - pelo menos um catalisador homogêneo; e
- b) separar as fases éster e glicerina.

15 O tempo de reação da etapa a) pode variar de 5 minutos a 3 horas. Em uma realização preferencial, o tempo de reação da etapa a) é 10 minutos

O material rico em glicerídeos pode ser um óleo vegetal, um óleo animal, um óleo mineral bem como a mistura dos mesmos. Especificamente, o material glicerídeo da presente invenção é o óleo de côco e/ou babaçu e o álcool de

20 cadeia curta da presente invenção é o etanol.

### Descrição Detalhada da Invenção

Os exemplos mostrados a seguir não tem a intenção de limitar o escopo da invenção, mas apenas de mostrar uma das formas de concretização dentre várias possíveis.

25 O Bioquerosene da presente invenção foi obtido utilizando um óleo vegetal como matéria-prima, álcool etílico como solvente, e catalisadores. Em seguida, o bioquerosene foi purificado utilizando um destilador molecular.

#### Material Glicerídeo

30 A expressão "material glicerídeo" diz respeito a óleos e/ou gorduras vegetais e/ou animais que contenha triglicerídeos e/ou diglicerídeos e/ou monoglicerídeos e/ou ácidos graxos livres. Os materiais glicerídeos úteis para a

realização da invenção incluem, mas não se limitam a óleo de soja, óleo de algodão, óleo de côco, óleo de babaçu, óleo de milho, óleo de canola, óleo de macaúba (*Acrocomia aculeata* e/ou *Acrocomia totai mart*), óleo de palma (dendê), óleo de amendoim, óleo de pequi (*Cariocar brasiliensis* e/ou *Cariocar coriaceus*), óleo de ouricuri (*Syagrus coronata*), óleo de pinhão manso (*Jatropha curcas* e/ou *Jatropha marcocarpa*), demais gorduras vegetais e/ou animais, como por exemplo gorduras de frango, porco e/ou sebo bovino, incluindo-se também óleos e gorduras residuais de frituras. Adicionalmente, o "material glicerídeo" pode ser escolhido dentre óleos, neutros, ácidos, brutos, degomados, semi-refinados e/ou refinados bem como a mistura dos mesmos.

O óleo vegetal correspondeu especificamente a óleo de côco de praia ou de babaçu.

#### Álcool de cadeia curta

Os álcoois de cadeia curta da presente invenção são preferencialmente escolhidos dentre os álcoois com até 5 átomos de carbono. Exemplos de tais álcoois incluem, sem contudo limitar, metanol, etanol, propanol, butanol, isopropanol, 1-butanol, 2-butanol, isobutanol, amílico e/ou seus isômeros dentre outros possíveis, bem como a mistura dos mesmos.

Especificamente, o solvente da presente invenção deve apresentar proporção molar solvente: óleo vegetal variando de 3:1 a 15:1 (p/p).

Especificamente o solvente da presente invenção é o etanol utilizado na proporção 10:1 em relação ao óleo vegetal.

#### Catalisador Homogêneo e Heterogêneo

O catalisador da presente invenção é um catalisador escolhido do grupo que compreende os catalisadores básicos tais como o NaOH, KOH, NaOCH<sub>3</sub>, NaOCH<sub>2</sub> CH<sub>3</sub>, KOCH<sub>3</sub>, KOCH<sub>2</sub> CH<sub>3</sub>, dentre outras possíveis bem como a mistura das mesmas, as guanidinas tais como 1,5,7-triazabicyclo[4.4.0]dec-5-eno (TBD), 1,1,3,3-tetrametilguanidina (TMG), dentre outras possíveis, bem como a mistura das mesmas.

Especificamente, o catalisador é utilizado em proporção molar que varia de 0,01 a 3% em peso em relação ao óleo vegetal.

Especificamente, na presente invenção o catalisador homogêneo é o NaOH e KOH e o catalisador heterogêneo é a guanidina. Sendo utilizado uma massa de catalisador de até 1% em peso da massa de óleo vegetal.

Processo de produção do bioquerosene

5 O processo de produção do bioquerosene da presente invenção compreende as etapas de:

a) reagir uma mistura compreendendo:

- um material rico em glicerídeos;
- um álcool de cadeia curta C1-C5; e
- 10 - pelo menos um catalisador homogêneo; e

b) separar as fases éster e glicerina.

Diversos fatores influenciam o resultado do processo. Pode-se citar por exemplo o tempo de reação, a temperatura e proporção de reagentes. Em relação ao tempo de reação, ele deve ser ajustado de forma a consumir todos os reagentes. Ele pode variar dentro de uma faixa que vai de 5 minutos a 3 horas, sendo que preferencialmente a reação tem a duração de 10 minutos. A temperatura do processo é escolhida de forma a manter uma velocidade de reação adequada sem causar degradação aos reagentes. Preferencialmente a temperatura é escolhida dentro de uma faixa que vai de 20 e 80 °C. Em relação a razão entre os reagentes, a proporção molar entre o álcool de cadeia curta e o material rico em glicerídeos varia de 3:1 a 15:1 (p/p). Especificamente, a proporção molar da presente invenção é 10:1.

O processo de produção da presente invenção pode ser realizado em diversos tipos de reatores conhecidos do estado da técnica, bem como pode-se optar pelo por um processo em batelada ou um processo contínuo.

Separação de fases éster-glicerina

A separação das fases é realizada por qualquer método de separação de fases já descrito no estado da técnica como a lavagem, neutralização, métodos de destilação como a destilação em destilador molecular centrífugo, a purificação em coluna, dentre outros possíveis, bem como a mistura dos mesmos.

Especificamente, a purificação/separação da presente invenção é realizada pela lavagem com água acidificada a temperaturas entre 75°C e 90°C, que proporciona a neutralização do produto obtido, em seguida, a mistura é filtrada a vácuo, em presença de sulfato de sódio anidro (desumidificante), e destilação em destilador molecular à 150 – 70°C e pressão entre 4-90µbar. Especificamente, temperatura de 90°C e pressão de 70 µbar favoreceram uma maior concentração do produto desejado.

As condições operacionais que proporcionaram maior conversão reacional em menor tempo foram as correspondentes a 1% em peso de catalisador básico, razão molar etanol: óleo de côco de 10:1, tempo de reação de 10 minutos e temperatura de reação correspondente a 50°C.

### **Exemplo 1. Caracterização da matéria prima**

O bioquerosene foi produzido mediante transesterificação de óleo de côco de praia, em presença de catalisadores alcalinos, derivados de guanidina e álcool etílico. O óleo de côco (matéria prima) foi caracterizado utilizando as seguintes metodologias:

#### *Exemplo 1.1. Identificação dos ácidos graxos por cromatografia gasosa*

A identificação dos ácidos graxos foi realizada por cromatografia gasosa. Os ácidos graxos foram convertidos em ésteres metílicos (FAME) e analisados no cromatógrafo gasoso, utilizando uma coluna tipo DB23 (30 m x 0.53 mm) e detector de ionização de chamas. A Tabela 1 mostra a composição do óleo de côco. A determinação da composição do óleo de côco permitiu o cálculo do peso molecular desse óleo. Verifica-se na Tabela 1 que o óleo de côco é constituído em sua maioria de ácidos graxos de cadeia curta (entre C8-C14), o que possibilita a formação de ésteres de baixo peso molecular e características semelhantes ao querosene de aviação.

**Tabela 1 – Composição do óleo de côco**

Acido	(%)
Caprilico (C8:0)	3,03
Caprico (C10:0)	3,15
Láurico (C12:0)	37,46

Mirístico (C14:0)	22,87
Palmitico (C16:0)	14,41
Estearico (C18:0)	3,64
Oléico (C18:1)	12,00
Linoleico (C18:2)	3,43

### Exemplo 1.2. Determinação da acidez

A análise dos ácidos graxos livres foi realizada de acordo com a metodologia AOCS Ca 5a – 40. A amostra foi dissolvida em álcool etílico e titulada com hidróxido de sódio. A percentagem de ácidos graxos livres foi calculada em termos de ácido oléico, de acordo com a equação (1).

$$\%AGL = \frac{\text{mL de alcali} \times N \times 28,2}{\text{massa (g de amostra)}} \quad (1)$$

Nesta equação, mL de alcali representa o volume de hidróxido de sódio utilizado e N corresponde a normalidade do hidróxido de sódio. A constante 28,2 está relacionada ao peso molecular do ácido oléico. A acidez do óleo de côco foi correspondente a 0,131% ou 0,262 mg de KOH/g. Ressalta-se que, a determinação da acidez é de fundamental importância para a escolha do catalisador da reação, uma vez que acidez superior a 1% ocasionaria consumo do catalisador, formação de sabão e redução da conversão reacional.

### Exemplo 1.3. Cromatografia líquida

A análise da composição da reação de transesterificação foi realizada por cromatografia líquida por exclusão de tamanho, também conhecida como high-performance size-exclusion chromatography (HPSEC), essa análise permitiu a medida exata da composição da reação, ou seja, concentração de triglicerídeos, diglicerídeos, monoglicerídeos, ésteres e glicerina.

As colunas cromatográficas utilizadas formam duas colunas Waters Styragel® HR1 e HR2, em série. Foi utilizado detector de índice de refração. A fase móvel utilizada foi tetrahidrofurano, com fluxo de 1 mL / min, a 40°C. A preparação da amostra consiste na diluição de 100 mg da amostra em 10 mL desse solvente (tetrahidrofurano).

### Exemplo 2. Reação de Transesterificação

A reação de transesterificação é influenciada por diversas variáveis, tais como: nível de agitação, tempo de reação, temperatura de reação, concentração de catalisador, quantidade e qualidade da matéria-prima, concentração de álcool utilizado (medida em termos de razão molar etanol: óleo de côco). Visando obter uma alta conversão da reação num menor tempo foram testadas as seguintes condições operacionais:

- Temperatura de reação: 30, 40, 50, 60 e 75°C.
- Concentração de catalisador: 0,5 a 1,5% em peso do óleo de côco.
- Razão molar: 6:1 a 12:1

Para cada ensaio foram retiradas amostras nos seguintes intervalos: 0,5; 1; 2; 5; 7; 10; 12; 15; 20 e 30 minutos. Essas amostras foram analisadas no HPSEC, através do qual foi determinada a conversão em bioquerosene.

As condições operacionais que proporcionaram maior conversão reacional em menor tempo foram as correspondentes a 1% em peso de catalisador básico, razão molar etanol:óleo de côco de 10:1, tempo de reação de 10 minutos e temperatura de reação correspondente a 50°C. Nessas condições, foi atingida uma conversão de 97% em peso de bioquerosene, ou seja, para cada 400 gramas de óleo de côco utilizado restaram apenas 12 gramas de óleo de côco sem reagir (monoglicerídeo).

A obtenção do bioquerosene em escala de laboratório pode ser realizada da seguinte forma:

Inicialmente, o óleo de côco (400g), foi adicionado ao reator (reator com agitação mecânica de 1litro) e aquecido até a temperatura desejada. Em seguida, o catalisador (NaOH) foi diluído no etanol e adicionado ao óleo. Após o tempo desejado, foi interrompida a agitação e a mistura foi resfriada, finalizando a reação. Em seguida, a mistura foi para o rota-evaporador, nesse equipamento é realizada a destilação do excesso de álcool usado na reação. A concentração de catalisador correspondeu a 1% p/p da massa de óleo de côco, enquanto que, a quantidade de álcool etílico foi calculada com base no número de moles do óleo de côco, como detalhado na Equação 1. Foram testadas diversas razões molares entre o etanol e o óleo de côco, sendo que a

proporção 10:1 proporcionou maior conversão. Dessa forma, para cada 400 g de óleo de côco foi utilizado 253 g de álcool etílico e 4 gramas de catalisador.

$$mol_{coco} = \frac{m_{coco}}{Mw} \quad (1)$$

$$mol_{coco} = \frac{400}{722} = 0,55$$

$$5 \quad mol_{catalol} = mol_{coco} * 10$$

$$massa_{etanol} = mol_{etanol} * Mw_{etanol} = 0,55 * 10 * 46 = 253g$$

Onde:  $Mw_{coco}$  corresponde ao peso molecular do óleo de côco calculado com base na composição dos ácidos graxos.

10 A mistura obtida no rota-evaporador foi para um funil de separação, sendo obtidas duas fases. A fase inferior é rica em glicerina e possui coloração alaranjada em consequência do resíduo de catalisador. A fase superior é constituída de éster e impurezas e possui coloração amarelada.

### Exemplo 3. Purificação dos produtos formados

A purificação do bioquerosene foi realizada nas seguintes etapas:

#### 15 *Exemplo 3.1 Lavagem e neutralização*

Após a separação, a fase éster foi lavada com água acidificada e aquecida a 75°C. Uma quantidade mínima de água foi utilizada, correspondente a 10% do peso de éster, o que possibilitou uma diminuição das perdas de éster por lavagem. A água utilizada foi acidificada com gotas de ácido clorídrico. A água foi adicionada ao éster e, após agitação vigorosa, essa 20 mistura vai para um funil de separação e em seguida, foi medida a acidez da fase aquosa com o uso de papel indicador de pH. Normalmente, foram necessárias três lavagens para a obtenção de um pH neutro. Foram testadas várias temperaturas e concluiu-se que temperaturas entre 75°C e 90°C 25 permitiam uma separação mais rápida.

Em seguida, adicionou-se ao éster uma pequena quantidade de desumidificante (sulfato de sódio anidro), para retirada de resíduos de água. Após filtração a vácuo, determinou-se a umidade do éster por meio do Karl Fisher, foi encontrado um teor de água correspondente a 0,1%.

### *Exemplo 3.2. Destilação molecular*

A concentração dos ésteres de menor peso molecular foi feita no destilador molecular, ou destilação de passo curto (short path distillation) como também é conhecida, é um processo de separação não convencional indicado para a separação de misturas líquidas homogêneas que contenham substâncias termosensíveis de alto peso molecular (tipicamente superior a 180g/mol) e baixa volatilidade. Neste processo, a mistura é alimentada a um destilador que possui um evaporador dotado de um condensador interno. Este evaporador opera sob alto vácuo e fornece o calor necessário para que parte das moléculas alimentadas se volatilize. As moléculas que se volatilizaram migram para o condensador, tornam a se liquefazer e são retiradas do equipamento. Assim sendo, este processo origina duas correntes efluentes que são retiradas do processo. Uma constituída de material que não se volatilizou, chamada de resíduo, e outra formada pelas moléculas que se volatilizaram durante o processo, chamada de destilado.

A destilação do bioquerosene foi realizada a 90°C e pressão de 70µbar. Foi obtido o bioquerosene no destilado sem coloração (incolor) e no resíduo uma mistura de ésteres de maiores pesos moleculares com coloração amarelada. A destilação molecular permitiu a completa concentração dos ésteres mais leves (C8-C14) e completa eliminação dos resíduos provenientes da matéria prima (ácidos graxos, monoglicérides, diglicérides e triglicérides), promovendo um produto de alta pureza.

### *Exemplo 3.3. Determinação do rendimento*

O rendimento da reação foi determinado com base na massa de produto destilado e correspondeu a 90%.

### *Exemplo 3.4. Caracterização do produto*

Foram realizadas várias análises que possibilitaram a caracterização do bioquerosene, tais como:

- curva de destilação a pressão reduzida (realizada no IPT);
- análise de umidade (IPT e UNICAMP);
- composição (IPT e UNICAMP);

- ponto de fulgor (IPT)
- acidez (UNICAMP).

A Tabela 2 lista as análises realizadas e compara com as especificações da agência Nacional de Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

5

**Tabela 2 – Propriedades do Bioquerosene**

CARACTERÍSTICA	VALOR OBTIDO	LIMITE (ANP)	ABNT NBR	ASTM
<b>APARENCIA</b>				
Aspecto	límpido	claro, límpido e isento de água não dissolvida e material sólido à temperatura ambiente	Visual / -	Visual / D 4176 (Procedimento 1)
<b>COMPOSIÇÃO</b>				
Aromáticos, máx. (3) ou	0% volume	25,0% volume	14.932	D 1.319
Aromáticos totais, máx. (3)		26,5	-	D 6.379
Enxofre Total, máx.	0% massa	0,30 % massa	6.563 , 14.875 , 14.533 , -	D 1.266, D 1.552 D 2.622, D 4.294, D 5.453
Enxofre mercaptídico, máx. ou Ensaio Doctor (4)	0% massa	0,0030% massa	6.298	D 3.227
	Negativo	Negativo	14.642	D 4.952
Componentes na expedição da refinaria produtora (5)				
Fração hidroprocessada	0% volume	Anotar	-	-
Fração severamente hidroprocessada	0% volume	Anotar	-	-
<b>VOLATILIDADE</b>				
Destilação (6)			9.619	D 86
P.I.E. (Ponto Inicial de Ebulição)	251°C	anotar		
10% vol. Recuperados, máx.	°C	205,0		
50% vol.	°C	anotar		

Recuperados				
90% Recuperados	vol. °C	anotar		
P.F.E. (Ponto Final de Ebulição), máx.	343°C	300,0		
Resíduo, máx.	<0,05% volume	1,5		
Perda, máx.	% volume	1,5		
Ponto de Fulgor, mín.	50°C	40,0 ou	7.974	D 56
		38,0	-	D 3.828
Tecor de mono, di e triglicerídeos	0,5%	-	-	BS EM 14105-03
Massa Específica a 20°C (7)	834,8kg/m <sup>3</sup>	771,3 – 836,6	7.148 ou 14.065	D 1.298 ou D 4.052
<b>FLUIDEZ</b>				
Viscosidade a -20°C, máx.	3,02 (mm <sup>2</sup> /s) cst	8,0	10.441	D 445
<b>COMBUSTÃO</b>				
Naftalenos, máx.	0% volume	3,00	-	D 1.840

## Reivindicações

1. Processo de obtenção de bioquerosene caracterizado por compreender as etapas de:
  - 5 a. reagir uma mistura compreendendo:
    - i. um material rico em glicerídeos
    - ii. um álcool de cadeia curta C1-C5; e
    - iii. pelo menos um catalisador homogêneo e/ou heterogêneo;
  - b. separar as fases éster e glicerina;
  - 10 c. lavar e neutralizar com água acidificada a temperaturas entre 75°C e 90°C e filtração com sulfato de sódio anidro(desumidificante) que proporciona a retirada de traços água, e/ou destilação em destilador molecular à 50-180°C e pressão entre 1-1000µbar, e/ou destilação a vácuo entre 0,1 a 20 mbar e/ou destilação/evaporação em filme
  - 15 descendente ou centrifuga sob vácuo, entre 0,1 a 20 mbar.
2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo material rico em glicerídeos ser escolhido do grupo que compreende óleos e/ou gorduras vegetais e/ou animais que contenham triglicerídeos e/ou diglicerídeos e/ou monoglicerídeos e/ou ácidos graxos livres.
- 20 3. Processo, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo material rico em glicerídeos ser escolhido do grupo que compreende óleo de soja, óleo de algodão, óleo de côco, óleo de babaçu, óleo de milho, óleo de canola, óleo de macaúba, óleo de palma, óleo de amendoim, óleo de pequi, óleo de ouricuri, óleo de pinhão manso, gorduras de frango, porco e/ou sebo
- 25 bovino, gorduras residuais de frituras e combinações dos mesmos.
4. Processo, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo óleo ser uma mistura de óleo de coco de praia e óleo de babaçu.
5. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo álcool ser escolhido do grupo que compreende metanol, etanol, propanol, butanol,
- 30 isopropanol, 1-butanol, 2-butanol, isobutanol, amílico e mistura dos mesmos.
6. Processo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo álcool ser etanol.

7. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela proporção molar álcool: óleo vegetal estar compreendida na faixa que vai de 3:1 a 15:1 (p/p).
- 5 8. Processo, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pela proporção molar ser aproximadamente 10:1.
9. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo catalisador ser escolhido do grupo que compreende NaOH, KOH, NaOCH<sub>3</sub>, NaOCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, KOCH<sub>3</sub>, KOCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, guanidinas, 1,5,7-triazabicyclo[4.4.0]dec-5-eno (TBD), 1,1,3,3-tetrametilguanidina (TMG), e mistura das mesmas.
- 10 10. Processo, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo catalisador ser escolhido do grupo que compreende NaOH, KOH e guanidina.
11. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo catalisador estar presente em uma concentração de 0,01% a 3,0% em peso da massa de óleo vegetal.
- 15 12. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela temperatura de reação estar compreendida em uma faixa que vai de 20 e 80 °C.
13. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela etapa a) ocorrer dentro de uma faixa que vai de 5 minutos a 3 horas.
- 20 14. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por possuir:
  - a. 1% em peso de catalisador básico;
  - b. razão molar etanol: óleo de côco de 10:1;
  - c. tempo de reação de 10 minutos; e
  - d. temperatura de reação correspondente a 50°C.