



República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e Comércio Exterior  
Instituto Nacional de Propriedade Industrial

(21) BR 10 2012 026045-0 A2



\* B R 1 0 2 0 1 2 0 2 6 0 4 5 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 11/10/2012  
(43) Data da Publicação: 14/10/2014  
(RPI 2284)

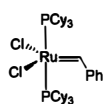
(51) *Int.Cl.*:  
C07C 6/02  
C07C 67/00  
C07C 5/02  
B01J 31/22  
B01J 31/16  
B01J 23/44

(54) **Título:** PROCESSO DE OBTENÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS A PARTIR DE ISUMOS RENOVÁVEIS

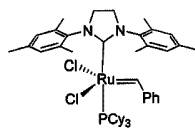
(73) **Titular(es):** Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

(72) **Inventor(es):** Henri Stephan Schrekker, Leonildo Alves Ferreira, Priscilla de Souza Lima

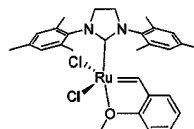
(57) **Resumo:** PROCESSO DE OBTENÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS A PARTIR DE ISUMOS RENOVÁVEIS. Este relatório descreve um processo para obtenção de biocombustíveis a partir de óleos vegetais e derivados, através da sequência: metátese de olefinas, transesterificação e hidrogenação. Preferencialmente, o óleo vegetal deve ter um alto grau de insaturação como, por exemplo, nos óleos de oliva, amendoim e canola, não limitantes. Os produtos obtidos através do processo descrito na presente patente apresentam uma ampla gama de utilizações, tais como: biogasolina/bioquerosene com especificações suficientes perto de gasolina/querosene fósseis, eliminando a necessidade de adaptar os motores existentes.



G1



G2



HG2

## **Relatório Descritivo de Patente de Invenção**

### **PROCESSO DE OBTENÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS A PARTIR DE INSUMOS RENOVÁVEIS**

#### **Campo da invenção**

Este relatório descreve um processo para obtenção de biocombustíveis a partir de óleos vegetais e derivados, através de metátese de olefinas, transesterificação e hidrogenação. Preferencialmente, o óleo vegetal deve ter um alto grau de insaturação como, por exemplo, nos óleos de oliva, amendoim e canola, não limitantes. Os produtos obtidos através do processo descrito na presente patente apresentam uma ampla gama de utilizações, tais como: biogasolina/bioquerosene com especificações suficientes perto de gasolina/querosene fósseis, eliminando a necessidade de adaptar os motores existentes.

#### **Estado da técnica**

Atualmente, nossa sociedade é extremamente dependente de produtos derivados do petróleo. Sendo o petróleo uma fonte não renovável a sua provável escassez no futuro representa uma ameaça. Essa fonte é a atual força motora da economia mundial, porém devido à escassez e a ausência de fontes alternativas para sua substituição ela é capaz de ocasionar crises econômicas e conflitos políticos. Considerando essa situação, se torna necessária a busca por novas tecnologias capazes de transformar as atuais refinarias em biorrefinarias e assim obter uma economia sustentável. (Gruber, P.R.; Kamm, M.; *Biorefineries - Industrial Processes and Products*, Willey-VCH, 2006).

Como consequência busca-se a transformação de biomassa em produtos químicos, energia e materiais. Neste contexto os óleos vegetais representam uma fonte de matéria-prima renovável e atrativa (Meier, A.R.M.; *Lipid Technol.* **2008**, *20*, 84-87).

5 A reação de metátese de olefinas consiste em uma redistribuição da cadeia carbônica na qual as ligações insaturadas carbono-carbono são reorganizadas na presença de metais de transição contendo uma ligação metal carbeno (Esquema 1) (Blackwell, H.E.; O'Leary .J.D.; Chatterjee, A.K.; Washenfelder, R.A.; Bussmann, D.A.; Grubbs, R.H.; *J. Am. Chem. Soc.* **2000**,  
10 122, 58-71).

As reações de metátese de olefinas catalisadas por metais de transição apresentam-se como uma ferramenta muito útil para a formação de ligações carbono-carbono na química de polímeros e em síntese orgânica. Quando uma das olefinas utilizadas é o eteno essa reação é chamada de etenólise  
15 (Fürstner, A.; *Angew. Chem., Int. Ed.* **2000**, *39*, 17, 3012; Trnka, T.M.; Grubbs, R.H.; *Acc. Chem. Res.* **2001**, *34*, 18; Schrock, R.R.; Hoveyda, A.H.; *Angew. Chem., Int. Ed.* **2003**, *42*, 4592; Grubbs, R.H.; *Tetrahedron* **2004**, *60*, 7177; Matos, J.M.; Batista, N.C.; Carvalho, R.M.; Santana, S.A.; Puzzi, P.N.; Sanchas, M.; Lima, B.S.; *Quim.Nova* **2007**, *30*, 431-435).

20 Transesterificação é a reação química entre um álcool e um éster que resulta em um novo álcool e outro éster. Na oleoquímica esta reação é realizada com óleos e é utilizada para reduzir a viscosidade dos triglicerídeos (Meher, L.C.; Sagar, D.V.; Naik, S.N.; *Renew. Sust. Energ. Rev.* **2006**, *10*, 248-

268). A transesterificação de triglicerídeos produz ésteres de ácidos graxos e glicerol (Esquema 2). Os ésteres de ácidos graxos obtidos podem ser utilizados em diversas aplicações como, por exemplo, combustíveis.

A hidrogenação consiste na adição do hidrogênio molecular ( $H_2$ ) em uma  
5 ligação dupla na presença de um catalisador. Na oleoquímica essa reação converte óleos insaturados em óleos saturados.

Partindo-se de óleos vegetais insaturados, a sequência das reações de metátese cruzada com eteno (etenólise), transesterificação e hidrogenação produz compostos renováveis, com propriedades apropriadas para utilização  
10 como combustíveis, e matérias-primas renováveis aplicáveis em diferentes setores da indústria química (Esquema 3).

Foram encontrados no estado da técnica alguns documentos de patente relatando o uso de óleos vegetais para a obtenção de biocombustíveis, porém nenhuma tecnologia relatada no estado da técnica compromete a invenção ora  
15 descrita neste relatório descritivo.

1) WO2011119778 (A2) – 29/09/2011 – METHOD FOR IN-SITU FORMATION OF METATHESIS CATALYSTS: Este invento relata sobre uma metodologia para a preparação de catalisadores de metátese.

2) MX2011005524 (A) – 06/06/2011 – METHODS OF PRODUCING JET FUEL  
20 FROM NATURAL OIL FEEDSTOCKS THROUGH METATHESIS REACTIONS: Este invento relata sobre uma estratégia para a obtenção de hidrocarbonetos como bioquerosene, utilizando 1-buteno e óleos vegetais ou seus ésteres de ácidos graxos na reação de metátese, seguida por uma hidrogenação. A

hidrogenação foi utilizada para transformar as olefinas em alcanos e os ésteres em alcanos. Nesse processo os produtos da reação de metátese não são transesterificados e ocorre a reação de isomerização dos alcanos obtidos. Esse trabalho é diferente da nova tecnologia proposta, pois envolve reações de isomerização e não envolve reações de transesterificação.

3) US2011113679 (A1) – 19/05/2011 – METHODS OF REFINING AND PRODUCING FUEL FROM NATURAL OIL FEEDSTOCKS: Este invento relata a utilização das mesmas reações catalíticas, sendo a metátese, a hidrogenação e a transesterificação, porém, a estratégia aplicada resulta na obtenção de produtos distintos. Ocorre uma separação/destilação dos produtos da reação de metátese (separam-se os alcenos dos ésteres produzidos na reação de metátese). As transesterificações acontecem somente após a separação dos alcanos/alcenos dos ésteres. Na tecnologia proposta, primeiro realiza-se a reação de transesterificação em seguida a mistura de ésteres e alcenos é hidrogenada obtendo-se uma mistura de alcanos e ésteres como produto final.

4) US2008229654 (A1) – 25/09/2008 - FUEL COMPOSITION: Este invento relata um processo de termodegradação de óleos vegetais para a obtenção de biocombustíveis.

5) WO2008101200 (A2) – 21/08/2008 – INTEGRATED MULTISTAGE SUPERCRITICAL TECHNOLOGY TO PRODUCE HIGH QUALITY VEGETABLE OILS AND BIOFUELS: Este invento relata um processo para a obtenção de biodiesel, através da transesterificação de óleos vegetais.

6) WO2006115284 (A1) – 02/11/2006 - BIOFUEL CONVERSION PROCESS:

Este invento relata a decomposição de óleos vegetais para a obtenção de biodiesel.

7) US2005081435 (A1) – 21/04/2005 - Continuous flow method and apparatus

5 for making biodiesel fuel: Este invento relata um processo para a obtenção de biodiesel, através da transesterificação de óleos vegetais.

### **Sumário da invenção**

Este relatório descreve um processo para obtenção de combustíveis a partir de óleos vegetais e derivados, através de metátese de olefinas, transesterificação e hidrogenação. Preferencialmente, o óleo vegetal deve ter  
10 um alto grau de insaturação como, por exemplo, nos óleos de oliva, amendoim e canola, não limitantes. Os produtos obtidos através do processo descrito na presente patente apresentam uma ampla gama de utilizações, tais como: biogasolina/bioquerosene com especificações suficientes perto de  
15 gasolina/querosene fósseis, eliminando a necessidade de adaptar os motores existentes.

### **Descrição detalhada das figuras**

Figura 1: Estrutura dos catalisadores de: Grubbs primeira geração (G1), catalisador de Grubbs segunda geração (G2) e catalisador Hoveyda-Grubbs  
20 segunda geração (HG2)

Figura 2: Caracterização por RMN-<sup>1</sup>H das etapas envolvidas: a) Óleo de oliva; b) Produto da etenólise; c) Após transesterificação; d) Após hidrogenação.

Esquema 1. Ilustração genérica da reação de metátese entre duas olefinas.

Esquema 2. Reação de transesterificação com triglicerídeos.

Esquema 3. Estratégia utilizada para a transformação de óleos vegetais insaturados em combustíveis e matérias primas renováveis.

### **Descrição detalhada da invenção**

A presente invenção consiste de um processo de transformação química de óleos vegetais insaturados em produtos com características de biocombustíveis. O processo de obtenção destes biocombustíveis compreende basicamente três etapas distintas:

I) Metátese das olefinas presentes nos óleos vegetais e inclui as seguintes sub-etapas:

a) uma purificação do substrato; b) inserção do substrato em reator adequado e pressurização com gás reagente (etileno); c) adição de catalisador adequado; d) adição de reagente de terminação (butilvinil éter).

II) Transesterificação que inclui as seguintes sub-etapas:

a) catálise básica; b) catálise ácida; c) remoção de subprodutos; d) purificação.

III) Hidrogenação. A etapa de hidrogenação compreende o uso de um catalisador capaz de reduzir o substrato e gás redutor.

Na etapa (I) das reações de metátese cruzada com eteno podem ser utilizados como substratos os óleos de canola, de oliva, de amendoim, linhaça e abacate utilizados puros ou em misturas entre si em quaisquer combinações, em condições de pressão de eteno que variaram de 0,5 até 50 bar. A agitação

do reator pode variar de 200 até 800 rpm. Os tempos reacionais utilizados variaram de 20 até 1200 minutos. Podem ser utilizados diferentes tipos de catalisadores específicos para as reações de metátese, tais como catalisador de Grubbs de primeira geração, catalisador de Grubbs de segunda geração e catalisador Hoveyda Grubbs, não limitantes. O invento pode ser realizado na faixa de temperatura de 25°C até 75°C. Na adição do reagente de terminação, que reage com o catalisador e termina a reação de metátese, podem ser utilizados o butil vinil éter e etil vinil éter, não limitantes.

A etapa (II) de transesterificação pode ser realizada utilizando os produtos da reação de metátese como substratos, reagindo os mesmos com uma solução que envolve o catalisador e um álcool (metanol ou etanol). A concentração dessa solução será proporcional à quantidade de substrato utilizada (produtos da reação de metátese). A temperatura utilizada pode variar de 35 até 65 °C. O tipo de catalisador utilizado pode ser básico, ácido ou uma combinação de catálise ácida e básica utilizando mais de uma etapa. Os produtos da reação de transesterificação formam duas fases, essa mistura é colocada em um funil de separação e deixada em repouso por um tempo adequado até que as fases se separem. Os subprodutos da reação são separados e os produtos passam por um processo de purificação. A purificação consiste em uma lavagem com porções de água deionizada em uma temperatura de 5-10 °C. Em seguida adiciona-se aos produtos dessa reação um agente secante que pode ser o sulfato de sódio ou sulfato de magnésio e a



mistura é filtrada. Após a filtração os produtos são secos utilizando a bomba de vácuo por um período que pode variar de 1 até 3 horas.

A etapa (III) de hidrogenação, realizada após a metátese e a transesterificação, utiliza uma quantidade de catalisador de Pd/C mínima de 0,5% em relação à quantidade de amostra, dissolvida em um solvente que pode ser tolueno ou diclorometano. A pressão de hidrogênio utilizada pode variar de 3 até 6 bar em temperaturas que variaram de 80 até 110 °C. A velocidade de agitação do reator pode variar de 100 até 300 rpm e os tempos reacionais utilizados podem variar de 30 até 120 minutos.

A invenção pode ser mais bem compreendida pelos exemplos não limitativos abaixo descritos. Embora a invenção seja descrita com base em exemplos, fica entendido que modificações poderão ser introduzidas por técnicos no assunto, permanecendo dentro dos limites do conceito inventivo.

### **Exemplos**

**Exemplo 1: Metátese de Olefinas:** Dois procedimentos distintos foram utilizados para a purificação dos substratos (óleo vegetal ou éster de ácido graxo-FAME (*Fatty acid methyl ester - Ésteres metílicos de ácidos graxos*)):

(1) Óleo vegetal (15 g) foi passado por uma coluna contendo celite e alumina básica e desgaseificado.

(2) Óleo vegetal (30 g) foi dissolvido em diclorometano e foram adicionados 5 g de carvão ativado e deixou-se a mistura em agitação por 12 horas. Em seguida, a mistura foi filtrada em papel de filtro e passada através de uma coluna de sílica e outra de óxido de alumínio básico; e posteriormente

secou-se a mistura resultante com sulfato de magnésio seco. Após remoção do solvente, secou-se o substrato a 50 °C sob vácuo por 6 horas e desgaseificou-se o mesmo com ciclos de congelamento/descongelamento sob vácuo.

Ao reator Parr foi adicionado, sob atmosfera inerte, o substrato, uma  
 5 pressão de etileno de 1,5 bar foi aplicada e em seguida o reator foi pré-  
 aquecido até 50 °C. Em seguida, diminuiu-se a pressão e adicionou-se o  
 catalisador de metátese (G1, G2 ou HG2) (6,8 µmol) sob um pequeno fluxo de  
 etileno. Em seguida, aplicou-se a pressão de etileno de interesse, fechou-se o  
 sistema e iniciou-se a contagem de tempo. A agitação foi mantida em 500 rpm.  
 10 Após completar a reação, removeu-se a pressão de etileno e adicionou-se  
 butilvinil éter e manteve-se a agitação por 10 minutos. Em seguida, resfriou-se  
 o reator até 10 °C e passou-se a mistura reacional através de uma coluna de  
 sílica-gel. As conversões foram calculadas a partir de RMN-<sup>1</sup>H.

**Tabela 1.** Aperfeiçoamento das condições de etenólise de óleo de oliva à 50  
 15 °C.<sup>a</sup>

|          | <b>Razão molar tolueno:óleo</b>    | <b>Catalisador</b> | <b>Razão molar óleo:catalisador</b> | <b>Pressão etileno (bar)</b> | <b>Tempo (min)</b> | <b>Conversão (%)<sup>b</sup></b> |
|----------|------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|------------------------------|--------------------|----------------------------------|
| <b>1</b> | sem tolueno adicional              | <b>G1</b>          | 2000:1                              | 45                           | 120                | 14                               |
| <b>2</b> | 13:1                               | <b>G1</b>          | 2000:1                              | 45                           | 120                | 23                               |
| <b>3</b> | sem tolueno adicional              | <b>G1</b>          | 100:1                               | 45                           | 120                | 52                               |
| <b>4</b> | sem tolueno adicional <sup>c</sup> | <b>G1</b>          | 2000:1                              | 45                           | 120                | 37                               |
| <b>5</b> | 13:1                               | <b>G1</b>          | 333:1                               | 1                            | 30                 | 29                               |
| <b>6</b> | 63:1 <sup>c</sup>                  | <b>G1</b>          | 333:1                               | 1                            | 30                 | 50                               |
| <b>7</b> | 63:1 <sup>c</sup>                  | <b>G2</b>          | 333:1                               | 1                            | 30                 | 48                               |
| <b>8</b> | 63:1 <sup>c</sup>                  | <b>HG2</b>         | 333:1                               | 1                            | 30                 | 19                               |
| <b>9</b> | 63:1 <sup>c</sup>                  | <b>G1</b>          | 333:1                               | 1                            | 60                 | 49                               |

|   |                   |    |       |   |    |    |
|---|-------------------|----|-------|---|----|----|
| 1 | 63:1 <sup>c</sup> | G1 | 333:1 | 2 | 60 | 70 |
| 0 |                   |    |       |   |    |    |
| 1 | 63:1 <sup>c</sup> | G1 | 333:1 | 3 | 60 | 64 |
| 1 |                   |    |       |   |    |    |
| 1 | 63:1 <sup>c</sup> | G1 | 333:1 | 4 | 60 | 63 |
| 2 |                   |    |       |   |    |    |

<sup>a</sup> G1 = catalisador Grubbs de 1<sup>a</sup> geração; G2 = catalisador Grubbs de 2<sup>a</sup> geração; HG2 = catalisador Hoveyda-Grubbs de 2<sup>a</sup> geração.<sup>b</sup> Determinado através de RMN-<sup>1</sup>H.<sup>c</sup> Óleo de oliva purificado com carvão ativado.

O aperfeiçoamento das reações de metátese resultaram nas seguintes conversões, utilizando, respectivamente, (1) óleo vegetal ou (2) FAME como substrato:

(1) Conversão = 70%: Óleo de oliva; razão molar tolueno:óleo = 63:1; catalisador de Grubbs de 1<sup>a</sup> geração; razão molar óleo:catalisador = 333:1; temperatura = 50 °C; tempo de reação = 60 min; pressão de etileno = 2 bar.

(2) Conversão = 48%: Oleato de metila; catalisador de Grubbs de 1<sup>a</sup> geração; razão molar óleo:catalisador = 2000:1; temperatura = 50 °C; tempo de reação = 240 min; pressão de etileno = 45 bar.

**Exemplo 2: Transesterificação:** O procedimento foi realizado através de duas etapas consecutivas que envolviam catálise básica e ácida. Partiu-se do produto da metátese onde foram adicionados uma solução básica de 0,044 M KOH em metanol na temperatura de 45 ± 5 °C. Após a mistura a agitação foi mantida constante e a temperatura foi elevada a 60 ± 5 °C, quando essa temperatura foi alcançada a reação foi mantida por 1 hora. Após esse tempo o sistema foi resfriado até 25 ± 5 °C. A segunda etapa do procedimento foi

realizada através da adição de 18 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> aquosa e metanol, a temperatura novamente foi programada para 60 ± 5 °C sob agitação constante e o tempo reacional dessa segunda etapa também foi de uma hora. Terminada a reação a glicerina foi retirada e o biodiesel formado foi lavado com 5 porções de H<sub>2</sub>O  
5 deionizada gelada em uma temperatura de aproximadamente 8 ± 4 °C. Após a lavagem o produto foi seco com sulfato de sódio e seco na bomba de vácuo a 60 °C por uma hora. Conversões quantitativas foram obtidas em todas as transesterificações.

**Exemplo 3: Hidrogenação:** Essa reação foi aplicada após as reações de  
10 etenólise e transesterificação dos óleos vegetais. Em uma amostra de 10 g para ser hidrogenada foi adicionada uma quantidade de 0,5 g de catalisador de Pd/C, juntamente com 10 mL de tolueno. A pressão foi ajustada para 5 bar de H<sub>2</sub> e a temperatura para 100 ± 5 °C com uma velocidade de agitação de 200 rpm. Após o reator chegar à temperatura programada a reação foi mantida por  
15 100 minutos. Ao final da reação o conteúdo do reator foi filtrado com papel filtro para a retirada do catalisador, o tolueno da amostra foi retirado através de destilação fracionada, para concentrar os produtos da hidrogenação. Conversões quantitativas foram obtidas em todas as hidrogenações.

*Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio - RMN-<sup>1</sup>H:* Os espectros de  
20 RMN-<sup>1</sup>H (Figura) foram adquiridos em clorofórmio deuterado com TMS como padrão na marcação do deslocamento químico, à temperatura ambiente, em espectrômetro Inova300 operando a 300 MHz. Experimentos de RMN-<sup>1</sup>H quantitativos foram realizados com ângulo de pulso de 45 graus, 64 repetições

e tempo de relaxação de 1,0 s.

*Cromatografia Gasosa Acoplada a Espectrômetro de Massas:* As análises de cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massas foram realizadas em um cromatógrafo Shimadzu QP2010-GCMS equipado com detector do tipo FID. Foi utilizada uma coluna RTX-5MS de 30 metros com fase estacionária contendo 5% de fenil-metilpolisiloxano.

**Tabela 2.** Composição dos biocombustíveis produzidos a partir óleo de oliva através de uma sequência de reações de etenólise, transesterificação e hidrogenação.

| Conversão na Etenólise (%) <sup>a</sup>                               | 9    | 24   | 34   |
|---|------|------|------|
| <i>Componentes (C<sub>10</sub>-C<sub>18</sub>) do Biocombustível:</i> | 1    | 2    | 3    |
| Decano  | 7,9  | 15,8 | 19,1 |
| Decanoato de Metila   | 10,4 | 25,9 | 27,0 |
| Hexadecanoato de Metila   | 11,9 | 11,0 | 13,2 |
| Octadecanoato de Metila   | 68,8 | 45,0 | 36,5 |
| %Biogasolina/Bioquerosene (C <sub>10</sub> ) no biocombustível        | 18,3 | 41,7 | 46,0 |
| %Biodiesel (C <sub>16</sub> -C <sub>18</sub> ) no biocombustível      | 80,7 | 56,0 | 49,6 |

<sup>a</sup> Determinado através de RMN-<sup>1</sup>H. <sup>b</sup> Composições determinados através de CG-MS.

### **Reivindicações**

1) Processo de obtenção de biocombustíveis a partir de insumos renováveis, **caracterizado** por consistir das etapas de:

5 I) Metátese das olefinas presentes nos óleos vegetais e inclui as seguintes subetapas:

a) purificação do substrato

b) inserção do substrato em reator adequado e pressurização com gás reagente

c) adição de catalisador adequado

10 d) adição de reagente de terminação (butilvinil éter)

II) Transesterificação que inclui as seguintes sub-etapas:

a) catálise básica

b) catálise ácida

c) remoção de subprodutos

15 d) purificação

III) Hidrogenação. A etapa de hidrogenação compreende o uso de um catalisador capaz de reduzir o substrato e gás redutor.

2) Processo de obtenção de biocombustíveis a partir de insumos renováveis de acordo com a etapa I da reivindicação 1, **caracterizado** por compreender  
20 reações de metátese cruzada entre eteno e óleos de canola, de oliva, de amendoim, linhaça e abacate utilizados puros ou em misturas entre si em quaisquer combinações e proporções.

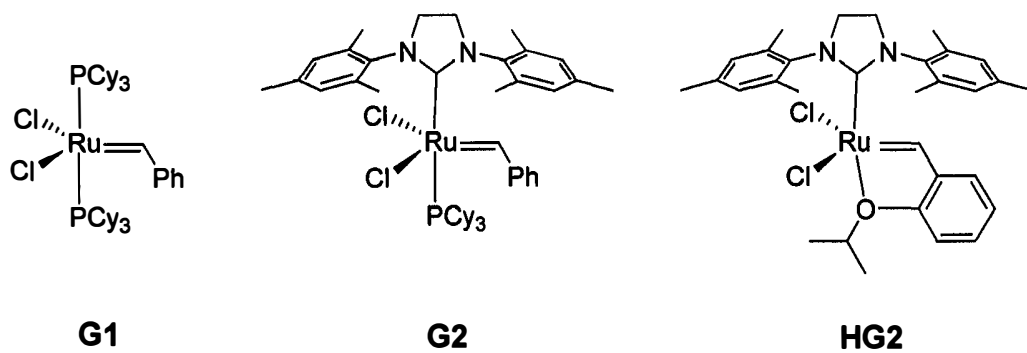
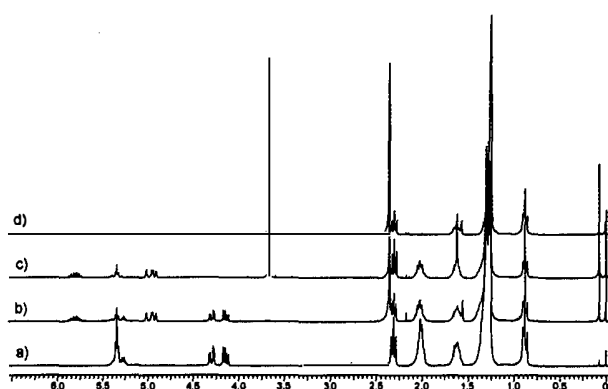
- 3) Processo de obtenção de biocombustíveis a partir de insumos renováveis de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelas condições de pressão de eteno poderem variar de 0,5 até 50 bar.
- 4) Processo de obtenção de biocombustíveis a partir de insumos renováveis de acordo com reivindicação 2, **caracterizado** pela agitação do reator poder variar de 200 até 800 rpm em tempos reacionais de 20 até 1200 minutos.
- 5) Processo de obtenção de biocombustíveis a partir de insumos renováveis de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** por compreender diferentes tipos de catalisadores específicos para as reações de metátese, tais como catalisador de Grubbs de primeira geração, catalisador de Grubbs de segunda geração e catalisador Hoveyda Grubbs, não limitantes.
- 6) Processo de obtenção de biocombustíveis a partir de insumos renováveis de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pela temperatura de reação estar compreendida na faixa de 25 °C até 75 °C.
- 7) Processo de obtenção de biocombustíveis a partir de insumos renováveis de acordo com as etapas I e II da reivindicação 1, **caracterizado** pela transesterificação poder ser realizada utilizando os produtos da reação de metátese como substratos, reagindo os mesmos com uma solução que envolve catalisador e um álcool de cadeia pequena.
- 8) Processo de obtenção de biocombustíveis a partir de insumos renováveis de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pela concentração da solução ser proporcional à quantidade de substrato utilizada e a temperatura estar compreendida na faixa de 35 até 65 °C.

- 9) Processo de obtenção de biocombustíveis a partir de insumos renováveis de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo catalisador utilizado poder ser básico, ácido ou uma combinação de catálise ácida e básica utilizando mais de uma etapa em quaisquer ordem.
- 5 10) Processo de obtenção de biocombustíveis a partir de insumos renováveis de acordo com a etapa II da reivindicação 1, **caracterizado** por compreender uma etapa de remoção de sub produtos que consiste em uma separação física das fases formadas.
- 10 11) Processo de obtenção de biocombustíveis a partir de insumos renováveis de acordo com a etapa II da reivindicação 1, **caracterizado** por compreender uma purificação que consiste em uma lavagem com porções de água deionizada em uma temperatura de 5-10 °C; em seguida adiciona-se aos produtos dessa reação um agente secante e a mistura é filtrada; após a filtração os produtos são secos por remoção dos solvente a vácuo ou por  
15 evaporação.
- 12) Processo de obtenção de biocombustíveis a partir de insumos renováveis de acordo com a etapa III da reivindicação 1, **caracterizado** pela hidrogenação ser realizada após a metátese e a transesterificação utilizando uma quantidade de catalisador de Pd/C mínima de 0,5% em relação à quantidade de amostra,  
20 dissolvida em um solvente adequado a hidrogenação.
- 13) Processo de obtenção de biocombustíveis a partir de insumos renováveis de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pela pressão de hidrogênio



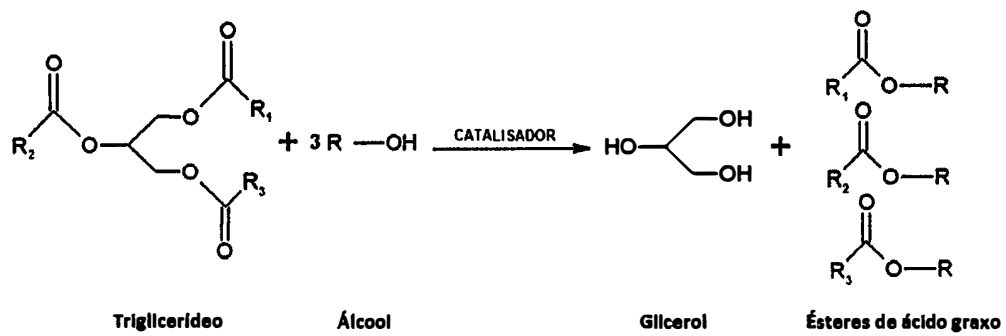
estar compreendida na faixa de 3 até 6 bar e temperaturas de reação que podem variar de 80 até 110 °C.

- 14) Processo de obtenção de biocombustíveis a partir de insumos renováveis de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pela velocidade de agitação do reator poder variar de 100 até 300 rpm e os tempos reacionais utilizados poderem variar de 30 até 120 minutos.

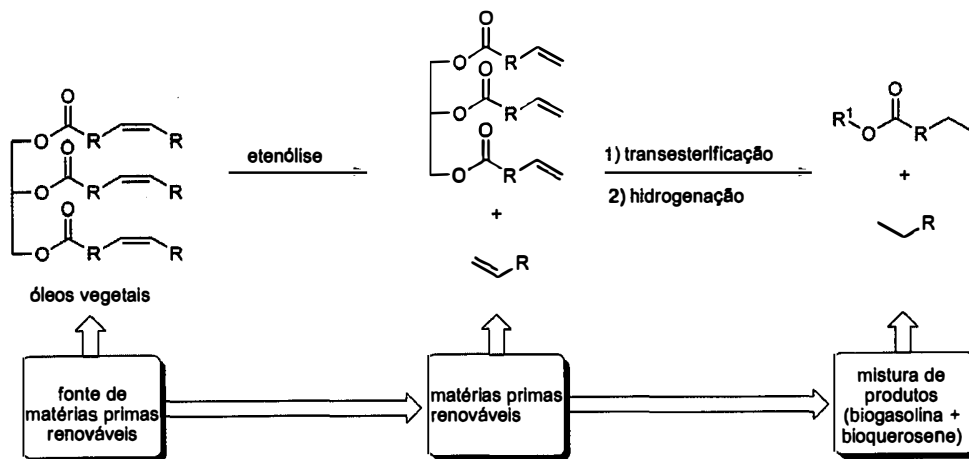
**Figuras****Figura 1****Figura 2**



Esquema 1



Esquema 2



Esquema 3

### **Resumo**

#### **PROCESSO DE OBTENÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS A PARTIR DE INSUMOS RENOVÁVEIS**

Este relatório descreve um processo para obtenção de biocombustíveis a partir de óleos vegetais e derivados, através da sequência: metátese de olefinas, transesterificação e hidrogenação. Preferencialmente, o óleo vegetal deve ter um alto grau de insaturação como, por exemplo, nos óleos de oliva, amendoim e canola, não limitantes. Os produtos obtidos através do processo descrito na presente patente apresentam uma ampla gama de utilizações, tais como: biogasolina/bioquerosene com especificações suficientes perto de gasolina/querosene fósseis, eliminando a necessidade de adaptar os motores existentes.