



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

(11) (21) **PI 0504759-5 A**



(22) Data de Depósito: 01/09/2005  
(43) Data de Publicação: **12/06/2007**  
**(RPI 1901)**

**(51) Int. Cl.:**  
**C07C 67/02 (2007.01)**  
**C07C 67/48 (2007.01)**

**(54) Título: PROCESSO CATALÍTICO PARA  
TRANSESTERIFICAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS E  
GORDURAS UTILIZANDO-SE CATALISADORES  
SÓLIDOS BÁSICOS**

**(71) Depositante(s):** Universidade Federal do Rio de Janeiro  
(BR/RJ)

**(72) Inventor(es):** Donato Alexandre Gomes Aranda, Guilherme  
Luis Monteiro de Souza, Shizhong Zhao, David P. Tolle, Rafael Richard  
João, Rafael Thomaz Pergentino Santos

**(74) Procurador:** Armenio dos Santos Evangelista

**(57) Resumo:** PROCESSO CATALÍTICO PARA TRANSESTERIFICAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS E GORDURAS UTILIZANDO-SE CATALISADORES SÓLIDOS BÁSICOS. Refere-se a presente invenção a um processo de transesterificação de mono, di e triglicerídeos presentes nos óleos vegetais e gorduras animais, os quais são transesterificados com álcoois de 1 a 3 átomos de carbono utilizando-se catalisadores sólidos básicos heterogêneos, sendo os produtos da reação são utilizados como combustível, ou aditivo para combustível, como solventes, como tenso-ativos, intermediários de tenso-ativos ou como detergentes.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção: PROCESSO CATALÍTICO PARA TRANSESTERIFICAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS E GORDURAS UTILIZANDO-SE CATALISADORES SÓLIDOS BÁSICOS.

5

HISTÓRICO DA INVENÇÃO

I. Campo da Invenção

A presente invenção está relacionada ao processo de transesterificação de óleos vegetais ou gorduras animais. Os mono, di e triglicerídeos presentes nos óleos e gorduras são transesterificados com álcoois de 1 a 3 átomos de carbono pela utilização de catalisadores sólidos básicos heterogêneos nesse processo.

15

II. Descrição da Técnica Correlacionada

O biodiesel, composto de ésteres de ácidos graxos, é um combustível alternativo obtido a partir de fontes renováveis, como óleos vegetais e gorduras animais. Em relação ao diesel proveniente do petróleo (petro-diesel), o biodiesel é um combustível ambientalmente limpo, pois reduz as emissões de poluentes atmosféricos e material particulado, além de ser biodegradável e atóxico. Por apresentar propriedades físico-químicas semelhantes ao petro-diesel, o biodiesel pode ser

25

usado diretamente no motor sem maiores modificações mecânicas ou gastos em manutenção.

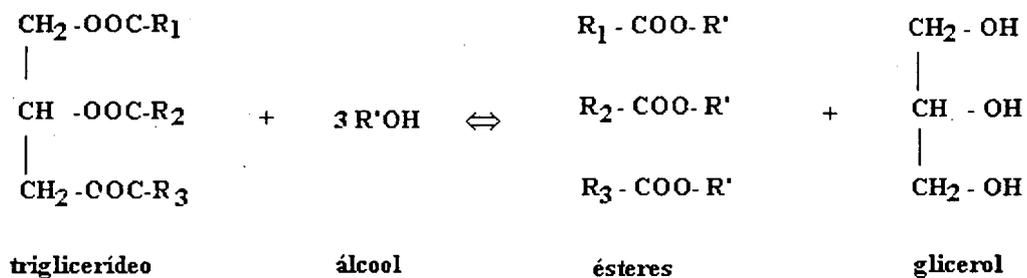
O biodiesel pode ser produzido a partir de uma série de plantas oleaginosas, como soja, girassol, canola, colza, mamona, amendoim, dendê, algodão, nabo forrageiro, pinhão manso, entre outras. Do mesmo modo, pode-se utilizar gordura animal como matéria-prima para o biodiesel. Os óleos e gorduras são substâncias hidrofóbicas, insolúveis em água, constituídas de 1 mol de glicerol e 3 moles de ácidos graxos, chamadas de triglicerídeos. Existem quatro formas clássicas de obtenção de biodiesel a partir dos triglicerídeos (F. Ma e M.A. Hanna, *Bioresource Technology* 70 (1999) 1-15): uso direto dos óleos vegetais, microemulsões, craqueamento térmico (pirólise) e transesterificação.

A utilização direta dos óleos vegetais *in natura* como combustível apresenta uma série de inconvenientes, tais como alta viscosidade, baixa volatilidade e presença de ácidos graxos livres. Os principais problemas associados ao uso dos óleos vegetais *in natura* como combustíveis são: a combustão incompleta, levando à formação de depósitos de carbono no motor, e o espessamento do óleo devido à polimerização dos ácidos graxos insaturados. O problema da alta viscosidade dos óleos vegetais pode ser remediado pela preparação de microemulsões, utilizando-se álcoois normais como surfactantes, principalmente metanol e etanol. Entretanto, o

uso dessas emulsões é limitado pela instabilidade a altas temperaturas e pela tendência do álcool de absorver umidade do ar, o que exige tanques especiais de armazenamento para manter o combustível seco.

5 O craqueamento térmico dos triglicerídios leva à formação de parafinas, olefinas e ésteres metílicos insaturados, com composição similar àquela dos derivados de petróleo. Quanto maior a temperatura da pirólise, maior o rendimento de hidrocarbonetos leves. Esse processo  
10 normalmente provoca a formação de mais gasolina que diesel, e a eliminação de oxigênio durante o craqueamento térmico, remove parcialmente os benefícios ambientais do uso de um combustível oxigenado, como o biodiesel.

Comercialmente, o processo mais utilizado para a  
15 obtenção do biodiesel é a transesterificação dos triglicerídeos com um álcool, formando ésteres, que constituem o combustível, e glicerol:



Nesse processo são usados álcoois, especificamente metanol e etanol. Na Europa, o metanol é o mais utilizado devido a seu baixo custo comparado com o etanol. Normalmente o álcool é utilizado em excesso a fim de deslocar o equilíbrio para um máximo rendimento de éster. A reação pode ser catalisada por bases (NaOH, KOH, carbonatos ou alcóxidos), ácidos (HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e ácidos sulfônicos) ou enzimas (lipases). A catálise básica homogênea é a mais empregada comercialmente.

10 Após a transesterificação, os produtos são uma mistura de ésteres, glicerol, álcool, catalisador e tri-, di- e monoglicerídios. O excesso de álcool é recuperado por destilação e o glicerol separado por decantação. O éster é purificado por lavagem e destilação. A transesterificação  
15 resulta numa significativa redução da viscosidade, enquadrando-se dentro da especificação do óleo diesel, e melhorando a atomização do combustível.

A transesterificação catalisada por bases homogêneas requer que o conteúdo de ácidos graxos livres seja baixo, e  
20 que os glicerídios e álcool sejam anidros. A presença de ácidos livres exige uma maior quantidade de catalisador, a fim de neutralizá-los, gerando sabões solúveis. A água, por sua vez, provoca uma saponificação ainda mais intensa, diminuindo o rendimento de ésteres. A formação de sabão causa  
25 aumento da viscosidade, formação de gel e solubilização do

óleo ou gordura no glicerol, dificultando assim a separação dos ésteres.

A patente US 2.383.601, recomenda o uso de álcool anidro quando o teor de ácidos graxos livres é alto. Mesmo assim, 5 utilizando-se insumos completamente isentos de água, óleos vegetais de acidez inferior a 0,1% e catalisadores homogêneos como hidróxido de sódio ou potássio, metilato ou etilato de sódio ou de potássio, o processo apresenta alguns problemas. A solubilidade, ainda que parcial, dos catalisadores 10 homogêneos no biodiesel, exige uma lavagem cuidadosa do produto, empregando-se soluções de ácido cítrico ou outro ácido orgânico que produzirão quantidades significativas de efluentes que demandam custos para o tratamento. Outro aspecto relevante é a qualidade do glicerol, importante sub- 15 produto gerado no processo de transesterificação, cujo valor está diretamente relacionado à pureza. No processo convencional, por catálise homogênea, a maior parte do catalisador fica na fase do glicerol após o final da reação. Para purificar o glicerol, necessita-se neutralizar o 20 catalisador com ácido forte, seguido de lavagens para remoção dos sais formados. Portanto, o catalisador utilizado no processo é completamente perdido nas operações unitárias de purificação do biodiesel e do glicerol.

A utilização de catalisadores básicos heterogêneos 25 minimiza os custos de separação e purificação do biodiesel e

da glicerina, trazendo ainda maior atratividade a esse processo pela menor geração de efluentes e reutilização do catalisador.

A patente Européia nº 0924185 A1, descreve a utilização  
5 de óxidos e aluminatos de zinco como catalisadores heterogêneos para produzir biodiesel. Já a patente US 6.570.030, descreve a utilização de vários óxidos como CaO, MgO, SnO, entre outros nessa reação. Catalisadores heterogêneos a base de guanidina foram descritos por  
10 Scuchardt et al.: J. Braz. Chem. Soc. Vol 9 (1) 199-210(1998).

### III. Sumário da Invenção

15 A presente invenção refere-se ao processo catalítico, apresentando as faixas de condições ótimas de reação em termos de temperatura, pressão, tempo espacial e concentração dos reagentes, para a transformação eficiente de óleos e gorduras em ésteres metílicos ou etílicos.

20 A presente invenção diz respeito também à utilização de catalisadores sólidos, na forma de pó ou granulados ou extrudados em diferentes tamanhos e formas, à base de sítios básicos no processo de transesterificação.

Os objetivos da presente invenção incluem um processo  
25 para a transesterificação de óleos vegetais e gorduras

animais e a utilização de catalisadores sólidos básicos nesse processo.

#### IV. Descrição da Invenção

5

De forma exemplificativa, e portanto, sem restringir a invenção, são mostradas as tabelas de 1 a 5 que descrevem as condições de reação empregadas respectivamente nos exemplos de 1 a 5, bem como os resultados obtidos na transesterificação de óleos de soja e girassol. As reações foram realizadas em reator batelada autoclave do tipo Parr (Parr Instruments) com controle digital de temperatura, pressão e agitação. As amostras de catalisadores sólidos empregadas foram na forma de extrudados cilíndricos de 10 diâmetro externo de 1,5 mm ou na forma esférica de diâmetro externo de 3,0 mm ou extrudados quadralobes de diâmetro externo de 2,54 mm. As análises de conversão foram feitas por cromatografia gasosa e apresentaram valores satisfatórios para um único passo de reação. Dois ou três passos de reação 15 são suficientes para atingir a especificação do produto (biodiesel).

De acordo com a presente invenção, catalisadores sólidos básicos são utilizados para a transesterificação de misturas de mono, di e tri-glicerídeos, definidos como ésteres de 25 glicerol e ácidos carboxílicos com cadeias contendo entre 10

e 22 átomos de carbono, com ou sem duplas ligações entre carbonos, podendo tais compostos graxos serem transesterificados com álcoois metílico ou etílico.

5 A utilização de catalisadores sólidos básicos no processo de transesterificação de glicerídeos da presente invenção, pressupõe que os catalisadores sólidos podem ser utilizados na forma de pó ou granulados ou extrudados em diferentes tamanhos e formas, e a existência de sítios básicos capazes de promover a reação.

10 Conforme ficará demonstrado na presente invenção, a adição do álcool em excesso estequiométrico é de fundamental importância.

No atual estágio de homologação internacional do biodiesel, metanol e etanol são os principais álcoois empregados. Porém, outros produtos poderão ser utilizados tanto para a formação de biodiesel, como de aditivos para aumento de lubricidade, índice de cetano ou mesmo como tensoativos para misturas entre combustíveis polares e apolares (por exemplo, misturas álcool-diesel). Os ésteres  
15 assim formados poderão ser empregados também como solventes, tensoativos ou intermediários de tensoativos ou detergentes.  
20

A fim de obter-se altas conversões e altas seletividades para os ésteres, deve-se utilizar razões molares álcool/óleos vegetais ou álcool/gorduras animais entre 3 e 15, sendo preferencialmente empregadas razões entre 4 e 12.  
25

Diante desse ambiente reacional, necessita-se de um catalisador que promova a reação de transesterificação nas menores temperaturas possíveis, a fim de que a reação seja viável economicamente e não haja decomposição térmica dos reagentes. O processo envolve temperaturas na faixa de 80 à 250° C, sendo preferencialmente empregada à faixa de 120 a 230 °C.

A pressão elevada favorece a reação, porém não é indispensável. No caso de álcoois mais voláteis, como metanol e etanol, a faixa de temperatura reacional descrita acima faz com que a pressão do processo seja obrigatoriamente bem acima da pressão atmosférica.

As reações envolvem componentes na fase líquida e sítios ativos localizados no interior das partículas de catalisadores sólidos, sendo, portanto, sujeitas à limitação por transferência de massa. Deve-se trabalhar com uma agitação alta o suficiente para minimizar esse problema. Velocidades de agitação entre 400 e 1500 rpm são adequadas para este propósito. Alternativamente, pode-se empregar reatores de leito-fixo, operando-se com valores de Reynolds equivalente aos obtidos nos sistemas agitados.

Quaisquer catalisadores sólidos básicos que possuam estabilidade térmica e basicidade nas condições de reação poderão ser empregados. Preferencialmente são utilizados os seguintes catalisadores:

a) Catalisadores a base de Hidrotalcitas com razão Mg/Al entre 0,2 e 700. Preferencialmente são utilizadas razões de 0,38 a 500. Esses catalisadores podem ser misturados a alumina num teor de hidrotalcita de 15 a 99%. A alumina por sua vez pode possuir pelo menos um dos aditivos óxidos a seguir: MgO, CaO, BeO, BaO, SrO, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CeO<sub>2</sub>, Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SmO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Cs<sub>2</sub>O, Rb<sub>2</sub>O, e ZrO<sub>2</sub>. O teor desses óxidos introduzidos na alumina pode ser de 5 a 90%. As amostras de catalisadores devem ser calcinadas entre 250 e 900 °C. Preferencialmente esses catalisadores são calcinados entre 300 e 750 °C. Os catalisadores podem estar sob a forma de pó, ou granulados, ou extrudados com diferentes formatos;

b) Alumina dopada com metais alcalinos ou alcalinos terrosos (teor de dopante entre 3% e 70%). A alumina pode ser dopada com pelo menos um dos aditivos óxidos a seguir: MgO, CaO, BeO, BaO, SrO, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CeO<sub>2</sub>, Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SmO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Cs<sub>2</sub>O, Rb<sub>2</sub>O, e ZrO<sub>2</sub>, pré-calcinada entre 200 e 900 °C. Preferencialmente esses catalisadores são calcinados entre 300 e 700 °C. Os catalisadores podem estar sob a forma de pó, ou granulados ou extrudados com diferentes formatos;

O processo de transesterificação sobre catalisadores heterogêneos objeto da presente invenção pode ser operado em batelada, em reator contínuo do tipo tanque com mistura, como também em reatores de leito fixo. No caso do sistema contínuo, o tempo espacial em relação ao óleo vegetal é de 5

a 1000 min, sendo preferencialmente de 20 a 150 min. No caso de um processo em batelada, é interessante a utilização de pelo menos dois reatores operando intermitentes. Enquanto ocorre a reação num reator, o outro é utilizado como vaso de flash para recuperação do álcool em excesso. Desse modo, apenas uma bateria de trocadores de calor será necessária para os dois reatores.

Tanto no processo batelada, como contínuo, novos passos reacionais poderão ser necessários visando um maior rendimento global. Idealmente deve remover-se parte da fase glicerínica produzida na primeira etapa da transesterificação, a fim de favorecer o deslocamento do equilíbrio químico no sentido direto. No caso do processo contínuo, vários reatores em série podem ser utilizados a fim de atingir-se de forma mais eficiente, as conversões necessárias para atendimento à especificação do produto. Todos esses reatores devem possuir leito fixo com os catalisadores heterogêneos de transesterificação.

A seguir serão apresentados alguns exemplos de aplicação do processo objeto da presente invenção.

Exemplo 1 - Tabela 1

Catalisador	Alumina Básica
Massa de Catalisador (g)	2,0
Diâmetro Externo das esferas (mm)	3,0
Área Superficial (m <sup>2</sup> /g)	180

Temperatura (°C)	200
Pressão (psi)	175
Massa de óleo de girassol (g)	100
Massa de etanol hidratado (96%) (g)	15
Conversão após 1 hora (%)	82

Exemplo 2 - Tabela 2

Catalisador	Hidrotalcita Dopada
Massa de Catalisador (g)	2,0
Diâmetro externo do extrudado cilíndrico (mm)	1,5
Área Superficial (m <sup>2</sup> /g)	64
Temperatura (°C)	200
Pressão (psi)	175
Massa de óleo de girassol (g)	100
Massa de metanol (g)	15
Conversão após 1 hora (%)	83

Exemplo 3 - Tabela 3

Catalisador	Hidrotalcita Dopada
Massa de Catalisador (g)	2,0
Diâmetro externo do Extrudado cilíndrico (mm)	1,5
Área Superficial (m <sup>2</sup> /g)	64
Temperatura (°C)	200
Pressão (psi)	175
Massa de óleo de soja (g)	100

Massa de etanol (g)	20
Conversão após 1 hora (%)	82

Exemplo 4 - Tabela 4

Catalisador	Alumina Básica
Massa de Catalisador (g)	2,0
Diâmetro Externo das esferas (mm)	3,0
Área Superficial (m <sup>2</sup> /g)	180
Temperatura (°C)	200
Pressão (psi)	175
Massa de óleo de soja (g)	100
Massa de metanol (g)	20
Conversão após 1 hora (%)	85

5

Exemplo 5 - Tabela 5

Catalisador	CaO + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Massa de Catalisador (g)	2,0
Diâmetro externo do extrudado quadralobe (mm)	2,54
Área Superficial (m <sup>2</sup> /g)	78
Temperatura (°C)	200
Pressão (psi)	175
Massa de óleo de soja (g)	100
Massa de metanol (g)	20
Conversão após 1 hora (%)	87



## REINVIDICAÇÕES

1. Processo catalítico para transesterificação de óleos vegetais e gorduras no qual misturas de mono, di e triglicerídeos  
5 são transesterificados com álcool em presença de catalisadores para obtenção de ésteres e glicerol, caracterizado pelo fato de utilizar álcoois de 1 a 3 átomos de carbono em excesso estequiométrico, catalisadores sólidos básicos, razões molares álcool/triglicerídeos entres 3 e 15, temperaturas entres 80 e  
10 250°C, pressão maior que a pressão atmosférica, velocidades de agitação entre 400 e 1500 rpm, tempo de residência ou tempo espacial de 5 a 1000 minutos.

2. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato do álcool ser metanol.

15 3. Processo de acordo com o reivindicado em 1 e 2, caracterizado pelo fato do metanol anidro.

4. processo de acordo com o reivindicado em 1 e 2, caracterizado pelo fato do metanol ser hidratado com teor de água de 0,01 a 5%.

20 5. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato do álcool ser etanol.

6. Processo de acordo com o reivindicado em 1 e 5, caracterizado pelo fato do etanol ser anidro.

25 7. Processo de acordo com o reivindicado em 1 e 5, caracterizado pelo fato do etanol ser hidratado com teor de água de 0,1 a 10%.

8. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato do catalisador sólido básico ser à base de hidrotalcitas com razão Mg/Al entre 0,2 e 700.

5 9. Processo de acordo com o reivindicado em 1 e 8, caracterizado pelo fato da razão molar Mg/Al ser preferencialmente entre 0,38 a 500.

10 10. Processo de acordo com o reivindicado em 1 e 8, caracterizado pelo fato do catalisador à base de hidrocalcitas serem misturados à alumina num teor de hidrotalcita de 15 a 99%.

10 11. Processo de acordo com o reivindicado em 1 e 10, caracterizado pelo fato da alumina possuir pelo menos um aditivo óxido entre MgO, CaO, BeO, BaO, SrO, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CeO<sub>2</sub>, Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SmO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Cs<sub>2</sub>O, Rb<sub>2</sub>O, e ZrO<sub>2</sub>.

15 12. Processo de acordo com o reivindicado em 11, caracterizado pelo fato do teor dos óxidos introduzidos na alumina serem de 5 a 90%.

13. Processo de acordo com o reivindicado em 1 e 8, caracterizado pelo fato do catalisador ser calcinado entre 250 e 900 °C.

20 14. Processo de acordo com o reivindicado em 13, caracterizado pelo fato do catalisador ser calcinado entre 300 e 750 °C.

25 15. Processo de acordo com o reivindicado em 1 e 8, caracterizado pelo fato do catalisador podem estar sob a forma de pó, granulado ou extrudado.

16. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato do catalisador sólido básico ser Alumina dopada com metais alcalinos ou alcalinos terrosos.

5 17. Processo de acordo com o reivindicado em 1 e 16, caracterizado pelo fato da alumina ser dopada com pelo menos um aditivo óxido entre MgO, CaO, BeO, BaO, SrO, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CeO<sub>2</sub>, Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SmO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Cs<sub>2</sub>O, Rb<sub>2</sub>O, e ZrO<sub>2</sub>.

18. Processo de acordo com o reivindicado em 1 e 17, caracterizado pelo fato do teor de dopante ser entre 3% e 70%.

10 19. Processo de acordo com o reivindicado em 1 e 18, caracterizado pelo fato do catalisador ser calcinado entre 200 e 900 °C.

15 20. Processo de acordo com o reivindicado em 19, caracterizado pelo fato do catalisador ser calcinado entre 300 e 700 °C.

21. Processo de acordo com o reivindicado em 1 e 16, caracterizado pelo fato do catalisador estar sob a forma de pó, granulado ou extrudado.

20 22. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato do catalisador sólido básico ser a base de CaO, modificado por alumina.

23. Processo de acordo com o reivindicado em 1 e 22, caracterizado pelo fato do catalisador ter de 3 a 50% de alumina em sua composição.

25 24. Processo de acordo com o reivindicado 1 e 22, caracterizado pelo fato do catalisador ser calcinado entre 250 e 900 °C.

25. Processo de acordo com o reivindicado em 24, caracterizado pelo fato do catalisador ser calcinado entre 300 e 750 °C.

5 26. Processo de acordo com o reivindicado em 1 e 22, caracterizado pelo fato do catalisador estar sob a forma de pó, granulado ou extrudado.

28. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato da razão molar álcool/triglicerídeos ser preferencialmente entre 3 e 15.

10 29. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato da temperatura ser preferencialmente entre 140 a 220 °C.

30. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de ser operado em sistema de batelada.

15 31. Processo de acordo com o reivindicado em 1 e 30, caracterizado pelo fato de ser operado em sistema batelada com dois reatores funcionando intermitentemente com reação e vaso de flash.

32. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de ser operado em sistema contínuo.

20 33. Processo de acordo com o reivindicado em 1 e 32, caracterizado pelo fato do tempo espacial ser entre 5 e 120 minutos.

34. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato da concentração de catalisador ser entre 0,25% e 10%.

25 35. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato do éster ser um éster metílico.

36. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato do éster ser um éster etílico.

37. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato do éster ser um éster de álcoois de 1 a 3 átomos de carbono.

38. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato dos ésteres formados serem empregados como combustível ou aditivo para combustível.

39. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato dos ésteres formados serem empregados como solventes, como tenso-ativos, intermediários de tenso-ativos ou como detergentes.

40. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de utilizarem-se vários reatores de leito fixo em série, no processo batelada.

41. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de utilizarem-se vários reatores de leito fixo em série, no processo contínuo.

42. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de utilizarem-se vários reatores de leito fixo em série, com remoção de glicerol por decantação entre cada um dos reatores.

43. Processo de acordo com o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de utilizarem-se vários reatores de leito fixo em série, com remoção de glicerol por centrifugação entre cada um dos reatores.

44. Uso de catalisadores básicos sólidos básicos, caracterizado pelo fato de ser para transformação de misturas de

óleos vegetais e gorduras animais, em presença de álcool, em ésteres graxos de monoálcoois.

45. Uso de catalisadores de acordo com o reivindicado em 44, caracterizado pelo fato do álcool ser adicionado em excesso estequiométrico.

46. Uso de catalisadores de acordo com o reivindicado em 44, caracterizado pelo fato do álcool ser metanol.

47. Uso de catalisadores de acordo com o reivindicado em 44, caracterizado pelo fato do álcool ser etanol.

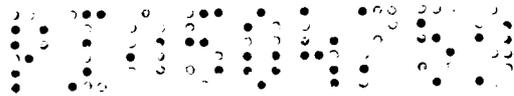
48. Uso de catalisadores de acordo com o reivindicado em 44 caracterizado pelo fato do álcool ter de 1 a 3 átomos de carbono.

49. Uso de catalisadores de acordo com o reivindicado em 44, caracterizado pelo fato dos ésteres formados serem empregados como combustível ou aditivo para combustível.

50. Uso de catalisadores de acordo com o reivindicado em 44, caracterizado pelo fato dos ésteres formados serem empregados como solventes, como tenso-ativos, intermediários de tenso-ativos ou como detergentes.

51. Processo de remoção do álcool utilizado em excesso e do glicerol formado no processo reivindicado em 1, caracterizado por utilizar o próprio reator como vaso de flash e decantador.

52. Processo de purificação do éster gerado no processo reivindicado em 1, caracterizado por ser através de etapas de lavagem com água para remoção de traços de impurezas.



## RESUMO

Patente de Invenção de PROCESSO CATALÍTICO PARA TRANSESTERIFICAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS E GORDURAS UTILIZANDO-SE CATALISADORES SÓLIDOS BÁSICOS.

5 Refere-se a presente invenção a um processo de transesterificação de mono, di e triglicerídeos presentes nos óleos vegetais e gorduras animais, os quais são transesterificados com álcoois de 1 a 3 átomos de carbono utilizando-se catalisadores sólidos básicos heterogêneos, sendo os produtos da reação são  
10 utilizados como combustível ou aditivo para combustível, como solventes, como tenso-ativos, intermediários de tenso-ativos ou como detergentes.