



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

(21) **PI 0713072-4 A2**

(22) Data de Depósito: 02/07/2007
(43) Data da Publicação: 17/07/2012
(RPI 2167)



(51) *Int.Cl.:*
C10L 1/18

(54) **Título:** MÉTODO PARA PRODUZIR UMA COMPOSIÇÃO DE COMBUSTÍVEL, E, COMPOSIÇÃO DE COMBUSTÍVEL

(30) **Prioridade Unionista:** 30/06/2006 US 60/806305

(73) **Titular(es):** University Of North Dakota

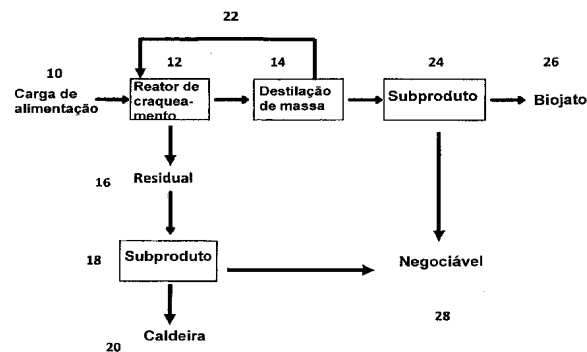
(72) **Inventor(es):** Ted Aulich, Wayne Seames

(74) **Procurador(es):** Momsen, Leonardos & CIA.

(86) **Pedido Internacional:** PCT US2007015349 de 02/07/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/105798de 04/09/2008

(57) **Resumo:** MÉTODO PARA PRODUZIR UMA COMPOSIÇÃO DE COMBUSTÍVEL, E, COMPOSIÇÃO DE COMBUSTÍVEL. Óleos de plantas ou de animais são processados para produzir um combustível que opere em temperaturas muito frias e seja adequado como um combustível de turbinas de aviação, um combustível diesel, uma mistura combustível de estoque, ou qualquer combustível que tenha um baixo ponto de turvação, ponto de fluidez ou ponto de congelamento. O processo baseia-se no craqueamento dos óleos de plantas ou de animais ou seus ésteres associados, conhecidos como biodiesel, para gerar compostos químicos mais leves que tenham substancialmente menores pontos de turvação, de fluidez e/ou de congelamento do que o óleo original ou biodiesel. O óleo craqueado é processado com o uso de etapas de separação junto com análise para coletar frações com propriedades desejadas de baixas temperaturas mediante a remoção de compostos indesejáveis que não possuam as propriedades de temperatura desejadas.



“MÉTODO PARA PRODUZIR UMA COMPOSIÇÃO DE COMBUSTÍVEL, E, COMPOSIÇÃO DE COMBUSTÍVEL”

REFERÊNCIA A PEDIDO COPENDENTE

5 Este pedido reivindica prioridade do Pedido Provisório nº 60/806.305, depositado em 30 de junho de 2006, o qual fica incorporado como referência.

FUNDAMENTOS

10 Um dos desafios chaves que a sociedade industrializada moderna enfrenta são as fontes limitadas de combustível fóssil, que estão acelerando o desenvolvimento de fontes renováveis de combustíveis. Várias novas fontes têm sido procuradas durante os 20 anos passados, e uma das fontes mais atrativas é o combustível derivado de biomassa, referido como biocombustível. Tem-se especulado que até 30 por cento do combustível de transporte corrente serão substituídos pelo biocombustível nos próximos 5 a 15 10 anos. Não obstante o biocombustível tenha sido introduzido com sucesso no mercado, certas de suas propriedades têm restringido o uso de maiores quantidades dele para diversas aplicações de transportes.

20 A classe de biocombustíveis de maior sucesso é o biodiesel que é produzido de óleos de plantações ou de gorduras animais. Infelizmente, o biodiesel não funcionará como uma substituição de combustível fóssil diesel para uma turbina de aviação, por causa das limitações em suas propriedades dependentes da temperatura nas temperaturas atmosféricas experimentadas durante o vôo. Por exemplo, as especificações militares requerem que o combustível da turbina de aviação seja completamente resistente à formação de cristais sólidos em temperaturas tão baixas quanto -47°C, o que 25 corresponde a uma altitude de 9500 metros ou cerca de 31.000 pés. De forma inaceitável, os biodiesel de éster metílico de canola (“CME”) e de éster metílico de soja (“SME”) têm pontos de turvação típicos de 1,0°C e de 3,0°C, respectivamente, e pontos de fluidez de -9,0°C e de -3,0°C, respectivamente

(Graboski, M. *et al.*, *Prog. Energy Combust. Sci.*, 24, 1998, 125-164). De forma semelhante, o biodiesel não funcionará como uma substituição do combustível fóssil para motores a diesel nas temperaturas frias. As propriedades químicas dos biocombustíveis correntemente no mercado são tais que formam sólidos na solução combustível em temperaturas frias, referidas como zonas de “turvação”. A turvação do combustível pode fazer com que os filtros de combustível, os carburadores ou quaisquer orifícios pequenos sejam entupidos, resultando em dano significativo e despesas de reparos e, possivelmente, resultando em morte do operador e dos passageiros.

Três classes gerais de estratégias têm sido pesquisadas para superar estas limitações da circulação fria. Estas envolvem um ou mais métodos para “adaptar às temperaturas hibernais” o combustível, mediante remoção física dos componentes químicos que solidificam acima do ponto alvo de congelamento, o uso de aditivos para inibir a solidificação, ou a manipulação química da composição de combustível para modificar as propriedades do combustível.

Um tipo de processo de adaptação às temperaturas hibernais para o combustível biodiesel envolve primeiro o esfriamento ou a destilação parcial dos combustíveis seguida por resfriamento e, subsequente, separação por filtração de quaisquer sólidos precipitados (Publicação da Patente U.S. nº 2004/0231236). Neste método, os componentes de elevado ponto de fusão do biodiesel são removidos para reduzir o ponto de congelamento do combustível tornando-o comparável aos combustíveis diesel com base em petróleo. Esta técnica tipicamente requer a refrigeração do biodiesel através de períodos de tempo extensos, por exemplo 16 horas ou mais, na temperatura de circulação fria alvo, seguida pela filtração dos cristais sólidos. A remoção dos triglicerídeos parcialmente solidificados reduz o ponto de turvação e o ponto de fluidez do biodiesel; entretanto, a composição não se conforma aos padrões desejados. Além disso, este método é demorado

e comercialmente dispendioso.

Em ainda outra abordagem de adaptação às temperaturas hibernais, o biodiesel é submetido a uma série de processos de fracionamento em que o material de volatibilidade mais baixa é separado do combustível. O material de volatibilidade mais baixa tende a ter um ponto de congelamento mais elevado. Pela remoção deste material, as propriedades de circulação fria do biocombustível são intensificadas. Este método produz um ponto de fluidez entre -15°C e -24°C . Entretanto, esta faixa de temperatura fica acima da faixa requerida para combustível de aviação ou para um combustível diesel para regiões muito frias. Este método de adaptação às temperaturas hibernais dá rendimentos muito baixos ($< 30\%$ em peso), números de cetano reduzidos (uma medida da qualidade de um combustível para motores a diesel e de turbina), e reduções na resistência à oxidação que causam perda na qualidade da combustão que pode levar a problemas de durabilidade do motor, bem como um aumento nas emissões de exaustão nocivas (Dunn, R. *et al.*, “*Low Temperature Properties of Triglyceride based Diesel Fuels*”, *J. American Oil Chemists Soc*, 72, 1995).

A segunda classe geral dos métodos para melhorar as características de circulação fria dos combustíveis à base de óleo de plantas, é a adição de compostos que atuam para melhorar as propriedades de circulação fria. Aditivos comerciais desenvolvidos para melhorar a circulação fria da turbina convencional e os combustíveis diesel, são amplamente ineficazes para biodiesel. Estes são produtos químicos adicionados em quantidades muito pequenas (0,1 a 0,2% em volume) que podem reduzir o ponto de turvação. Tipicamente eles assim se comportam principalmente pela ligação às moléculas congeladas quando o combustível cai abaixo do ponto de turvação, assim impedindo aquelas moléculas da ligação/ligação cruzada com outras moléculas congeladas. Portanto, os aditivos são benéficos com respeito à inibir a nucleação e o crescimento cristalino das moléculas do biodiesel. Em

geral, as propriedades destes aditivos são inadequadas porque eles afetam principalmente o ponto de fluidez, ao invés do ponto de turvação, ou têm um impacto mínimo sobre o ponto de turvação. O ponto de turvação é reconhecido como sendo uma propriedade mais crítica do que o ponto de fluidez para melhorar as propriedades de circulação de baixa temperatura, tendo em vista que ele é um indicador da operabilidade em baixa temperatura (Dunn, R. O. “*Alternative Jet Fuels From Vegetable Oils*”, American Society of Agricultural Engineers, Volume 44(6), 2001, pp. 1751-1757).

A terceira classe dos métodos para reduzir as propriedades de temperatura fria de um biocombustível é quimicamente modificar o óleo vegetal ou biodiesel. Várias invenções baseiam-se em modificar o processo de transesterificação que converte o óleo de ácido graxo livre em biodiesel. A abordagem mais comum é usar álcoois de cadeia ramificada para esterificar o óleo vegetal, tal como o isopropanol, o isobutanol e o 2-butanol, ao invés do metanol (Lee, I. *et al.*, “*Use of Branched-Chain Esters to Reduce the Crystallization Temperature of Biodiesel*”, *Journal of the American Oil Chemists’ Society*, 72, 1995, 1155-1160). Os ésteres ramificados têm pontos de congelamento mais baixos na forma pura e mostraram melhorar o ponto de turvação e o ponto de fluidez dos combustíveis biodiesel. Por exemplo, o soiato de isopropila tem um ponto de turvação de -9°C e o soiato de 2-butila tem um ponto de turvação de -12°C . Em comparação, o ponto de turvação do soiato de metila é de 0°C . Entretanto, nenhum processo de esterificação foi desenvolvido que pudesse obter as necessárias propriedades de circulação no frio para combustíveis de turbinas de aviação.

Em outra variação deste método, a reação de transesterificação é realizada em metanol e/ou etanol, porém com a adição dos acetatos de metila ou de etila dos ácidos graxos e um solvente inerte (Publicação da Patente U.S. nº 2003/0167681). Isto é seguido pelas etapas de separação e de mistura para produzir um biodiesel com propriedades melhoradas em baixas

temperaturas. Entretanto, o ponto de congelamento variou de -10°C a -17°C e ainda não é uma substituição adequada para o combustível de aviação JP-8. Aplicações detalhadas para o JP-8 podem ser encontradas em MIL-DTL-83133E.

5 Embora todas estas invenções ofereçam melhoramentos através do óleo não tratado de plantações para desempenho na temperatura de um produto biocombustível, nenhum destes métodos leva em conta um produto biocombustível que atenda às exigências comerciais de baixa temperatura. Além disso, estes métodos sofrem de desvantagens inerentes que
10 limitam sua exequibilidade econômica no mercado.

SUMÁRIO

A invenção aqui descrita leva em conta um biocombustível adequado para uso nas turbinas de aviação ou nos motores de biodiesel usados em terra ou no mar, em uma ampla faixa de temperaturas, incluindo as
15 temperaturas muito baixas, e um método melhorado para a produção de um tal biocombustível. O método usa o craqueamento, o processamento do óleo, e os métodos de separação para originar um biocombustível com um ponto de turvação de menos do que -10°C dos óleos de plantas, lipídeos biologicamente gerados e/ou gorduras de animais.

20 A invenção inclui um método para produzir uma composição de combustível derivada de biomassa, que seja estável em baixas temperaturas. Um óleo ou éster de óleo obtidos da planta (incluindo algas) ou de biomassa de animais, são adicionados a um vaso do reator. O óleo ou éster de óleo são aquecidos no reator até uma temperatura de cerca de 100°C a
25 cerca de 600°C em uma pressão que varia das condições próximas ao vácuo a cerca 3000 psia (20,7 MPa.abs) por um tempo suficiente para craquear o óleo ou o éster de óleo. Durante o processo, o material indesejável, o óleo não reagido ou os ésteres de óleo, e as extremidades leves são removidos do óleo craqueado ou éster de óleo. Os componentes desejáveis do combustível do

óleo craqueado ou do éster de óleo são separados e coletados. Os componentes desejáveis do combustível apresentam baixos pontos de turvação e geralmente incluem alcanos C4 a C16, alquenos, aromáticos, cicloparafinas ou álcoois; os ácidos graxos C2 a C16, e os ésteres metílicos de ácidos graxos C2 a C16. Os componentes de combustível desejáveis coletados são coletados e combinados para formar uma composição de combustível que tenha um ponto de turvação de menos do que -10°C .

A invenção também inclui uma composição de combustível tendo um ponto de turvação em baixa temperatura, em que um óleo ou éster de óleo derivado da biomassa é craqueado em um reator, processado para remover os componentes indesejáveis, e separados para se coletar as frações desejáveis do combustível que, quando combinadas, tenham um ponto de turvação de menos do que -10°C .

A invenção ainda inclui uma composição de combustível derivada unicamente das plantas ou da biomassa de animais, que contenha um componente de hidrocarboneto e um componente de ácido graxo em que a composição de combustível tenha um ponto de turvação de menos do que -10°C .

A invenção ainda inclui uma composição de combustível que é uma mistura de um biocombustível derivado unicamente de plantas ou da biomassa de animais, e um combustível à base de petróleo, em que a composição de combustível misturada tem um ponto de turvação de menos do que -10°C .

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 é um diagrama ilustrando a formação de radicais livres de uma molécula única.

A Figura 2 é um diagrama de fluxo de bloco simplificado de um processo de um biocombustível de jato.

A Figura 3 apresenta uma comparação cromatográfica gasosa

do combustível de aviação JP-8 e do biocombustível de jato produzido de éster metílico de canola.

DESCRIÇÃO DETALHADA

5 “Biodiesel” significa um combustível equivalente a diesel processado a partir da biomassa. O biodiesel pode ser óleo transesterificado derivado de óleo vegetal e/ou gordura animal. A forma comercializada mais comum do biodiesel é produzida pela transesterificação de um óleo de plantações ou de gordura animal com o uso de um produto químico doador de hidróxido, tal como o metanol ou o etanol.

10 “Biocombustível” significa qualquer combustível que seja derivado de plantas ou de biomassa de animais.

15 “Estoque de mistura de biocombustível” é uma mistura de produtos químicos derivados da biomassa, que é misturada com outros produtos químicos dentro de um produto combustível final. Misturas preferidas de combustíveis envolvendo um biocombustível são misturas de estoques de misturas de biocombustíveis variando na concentração de 5% a 95% em volume com um combustível geologicamente transformado.

20 “Biomassa” significa qualquer material orgânico não fóssil que seja derivado da massa de qualquer organismo biológico, excluindo a massa que tenha sido transformada por processos geológicos em substâncias tais como carvão ou petróleo.

25 “Biocombustível de jato” significa qualquer combustível derivado da biomassa que atenda as especificações de ponto de turvação, ponto de fluidez e ponto de fulgor do Jato A JP-8 militar ou comercial, e tendo propriedades operacionais aceitáveis quando utilizado como a força motivo de energia em uma turbina.

“Éster metílico de canola” é um biodiesel produzido pela transesterificação do óleo de canola com metanol.

“Catalisador” significa aquelas substâncias que aceleram o

grau ou a facilidade de uma reação química..

“Craqueamento catalítico” significa um processo de craqueamento que utiliza um catalisador.

5 “Turvação” significa um combustível que tem uma aparência turva tendo em vista estar abaixo do ponto de turvação.

“Ponto de turvação” significa a temperatura em que os cristais cerosos em um combustível se separam ou formam uma aparência turva. O ponto de turvação é um indicador da tendência de vedar um filtro ou orifício em uma temperatura fria de operação.

10 “Craqueamento” significa qualquer processo que mude a composição química de um produto químico orgânico ou mistura química mediante clivagem de uma ou mais ligações de carbono-carbono em uma ou mais moléculas.

15 “Safra” significa qualquer planta e, preferivelmente, um cereal.

“Biodiesel estável no frio” significa um biodiesel que tenha um baixo ponto de turvação, em que o combustível misto apresente um ponto de turvação de menos do que -10°C , mais preferível de menos do que -20°C , e o mais preferível de menos do que -30°C .

20 “Diesel” significa um combustível produzido comercialmente para veículos acionados a diesel.

25 “Diesel nº 2” significa um combustível que se conforma às exigências de especificações para o combustível diesel de Graduação nº 2-D na ASTM D975. Quando usado em outras aplicações, estes combustíveis podem ser conhecidos como óleo combustível nº 2 ou combustível gasoso de turbina 2-GT; estas graduações do combustível tendo especificações levemente diferentes, porém composições comparáveis.

“Diesel nº 1” significa um combustível que se conforma às exigências de especificações para o combustível diesel de Graduação nº 1-D

na ASTM D975, e é com frequência comumente referido como querosene. Em outras aplicações, estes combustíveis podem ser conhecidos como óleo combustível gasoso de turbinas nº 1-GT ou Combustível de Turbinas de Aviação a Jato A; estas graduações dos combustíveis têm especificações
5 levemente diferentes, porém composições comparáveis.

“Ácido Graxo” significa um ácido carboxílico que é saturado ou insaturado, o qual tipicamente contenha uma cauda alifática.

“Planta” significa qualquer organismo vivente que seja um membro do reino das Plantas ou da divisão *Chlorophyta* (algas verdes).

10 “Óleo de plantas” significa lipídeos que sejam derivados de fontes de plantas. Exemplos de óleo de plantas incluem os óleos de plantações ou sementes oleosas e óleos vegetais.

15 “Ponto de fluidez” significa a temperatura em que um combustível não mais se escoará. Ponto de fluidez é uma medida da resistência do combustível em escoar nas temperaturas frias.

“Éster metílico de soja” é um biodiesel produzido pela transesterificação do óleo de soja com metanol.

20 “Craqueamento térmico” significa um processo de craqueamento que envolve a adição de energia na forma de energia térmica, medida por um aumento na temperatura da substância que esteja sendo craqueada.

25 A presente invenção é direcionada à produção de um biocombustível melhorado estável ao frio derivado dos óleos das plantas, lipídeos biologicamente gerados, ou gorduras de animais que possam ser usados para uma variedade de aplicações como um combustível de transporte ou estacionário ou estoque de mistura combustível que possam ser utilizados em temperaturas muito frias. Os pontos de turvação e os pontos de fluidez do biocombustível são preferivelmente abaixo de -10°C , mais preferível abaixo de -20°C , e o mais preferível abaixo de -30°C . Esta invenção resolve

problemas com biocombustíveis correntes que operam em temperaturas muito frias, através da modificação química e processamento de um óleo de plantações, lipídeos biologicamente gerados, gorduras de animais, biodiesel ou misturas destes. As modificações químicas, com base no craqueamento e técnicas de separação, são projetados para produzir um combustível ou estoque de misturas combustíveis com combustão e outras propriedades de operação aceitáveis para turbinas e motores a diesel que operam em temperaturas muito frias. Surpreendentemente, a despeito das limitações das propriedades químicas dos biocombustíveis correntes para operações de elevada altitude ou temperaturas muito frias, e das invenções anteriores e dos desenvolvimentos associados com a utilização de técnicas de craqueamento para manipular as propriedades dos óleos de plantações ou seus derivados transesterificados, um método não foi desenvolvido para a produção de um biocombustível estável ao frio que atendesse às exigências de operação em temperaturas frias de um combustível de turbinas de aviação ou motores a diesel em ambientes de baixa temperatura.

De acordo com a presente invenção, foi verificado que um combustível de turbina de aviação pode ser produzido de modo que satisfaça às especificações de circulação fria primária e às propriedades de combustão análogas ao combustível comercial de turbina de aviação derivado do petróleo militar JP-8 ou Jet A. A invenção utiliza tecnologias de craqueamento térmico ou catalítico conhecidas daqueles habilitados na técnica, acopladas com as tecnologias de separação utilizadas para combustíveis fósseis, tais como destilação, filtração, extração de solventes e tecnologias relacionadas, mas a combinação destas tecnologias com seleção de propriedades de pontos de turvação inferiores não foi ainda usada para os fins específicos de produzir um combustível de turbina de aviação a partir do óleo de plantações, lipídeos biologicamente gerados, óleo graxo de animais, ou combinações destes.

O material bruto para este novo processo em qualquer óleo de

planta, lipídeos biológicos como algas, gorduras de animais, ou um material modificado produzido de fontes de biomassas. Os óleos de plantas contêm uma variedade de ácidos graxos (carboxílicos naturalmente sintetizados), os quais podem ser purificados, separados, e quimicamente modificados para uso como uma fonte de alimentos ou carga de alimentação química ou como um combustível de transporte potencial. Os óleos de plantas incluem, porém sem limitar, os óleos de linho, soja, girassol, sésamo, canola, colza, pinhão manso, prímola, papoula, camelina, *crambe*, oliveira, coco, algodão, milho, soja e nozes. Ácidos graxos típicos contidos nos óleos de plantações incluem os ácidos graxos saturados e insaturados. Os ácidos graxos saturados não contêm quaisquer ligações duplas ou outros grupos funcionais. Os ácidos graxos insaturados contêm dois ou mais átomos de carbono tendo uma ligação dupla de carbono-carbono. Os ácidos saturados incluem o esteárico (C18; 18:0), o palmítico (C16; 16:0), o mirístico (C14; 14:0) e o láurico (C12; 12:0). Os ácidos insaturados incluem aqueles tais como o linolênico (cis, cis, cis C18; 18:3), o linoleico (cis, cis C18; 18:2), o oleico (cis C18; 18:1), o hexadecanóico (cis, cis C16; 16:2), o palmitoleico (cis C16; 16:1), e o miristoleico (cis C14; 14:1) (Fangrui, M. *et al.*, “*Biodiesel Production: A Review*”, Bioresource Technology, 70, 1999, 1 a 15). As composições dos principais óleos de plantações comercialmente disponíveis acham-se listadas na Tabela 1.

Tabela 1: Composições de óleos típicos de plantas

Safrá		% de poliinsaturados			% de mono	% de saturado		
Nome	% de lipídeos	18:3	18:2	22:1	18:1	18:0	16:0	Total
Milho	4	-	59	-	24	17	-	17
Crambe	26-38	5	9	55-60	17	-	-	3
Linho	35	58	14	-	19	4	5	9
Soja	20	7	50	-	26	3	12	15
Soja Oleica Média	20	0,5	28	-	60	4	9	13
Açafroa	59	-	75	-	13	12	-	12
Girassol	47	-	74	-	23	3-4	7	10-11

Girassol NuSun	45-50	-	15-35	-	50-75	3-4	4-5	7-9
Girassol Oleica Elevada	45-50	-	7	-	83	4	5	9
Prímula	17	-	81	-	11	2	6	8
Sésamo	49,1	-	45	-	42	13	-	13
Canola	30-35	8	22	1	64	3	1	4
Colza	30-35	8	22	30-45	19	4	1	5
Oliveira	20	-	8	-	75	16	-	16
Coco	35	-	3	-	6	-	91	91
Palma	35	-	2	-	13	-	85	85
Camelina	31	31,2	23,1	2,8	16,8	3,0	7,8	10,8

É conhecido o fato de que o biodiesel derivado da biomassa de plantas com o uso de óleo de soja esterificado ou éster metílico de soja, referido como “SME”, pode ser utilizado como um combustível de aviação apenas em condições de baixa altitude (Corporan, E. *et al.*, “*Impacts of Biodiesel on Pollutant Emissions of a JP-8-Fueled Turbine Engine*”. J. Air & Waste Manage Assoc, 55, 1995, 940-949). Igualmente, o biodiesel derivado de muitos óleos de plantações diferentes ou de gorduras de animais também tem sido uma substituição aceitável para o combustível diesel 2. O diesel 2 é um produto à base de petróleo que possui propriedades aceitáveis em temperaturas acima de 0 °F (-18°C). Entretanto, o biodiesel, incluindo a maioria dos biodiesel comuns usando “ésteres metílicos”, apresenta problemas de propriedade de circulação fria abaixo dos 32 °F (0°C).

Em outra variação usada para produzir biodiesel, uma reação de transesterificação foi realizada com metanol e/ou etanol, mas com a adição de acetatos de metila ou de etila de ácidos graxos com um solvente inerte (Publicação da Patente U.S. nº 2003/0167681). Entretanto, as propriedades de baixa temperatura deste biocombustível não são adequadas para qualificar-se como uma substituição comercial para o JP-8 ou o combustível de aviação A de Jato.

A presente invenção utiliza métodos de craqueamento térmico ou catalítico acoplados com tecnologias de separação e análise química para produzir óleo de plantas, combustíveis lipídicos biologicamente gerados, ou à

base de gordura animal, que podem ser utilizados em condições de elevada altitude e/ou de temperaturas muito frias. No processo de craqueamento, energia é usada para romper as ligações de carbono-carbono. Cada átomo de carbono termina com um único elétron e radicais livres são formados como
5 mostrado na Figura 1. Quaisquer reações dos radicais livres podem levar a vários produtos. O rompimento das moléculas orgânicas grandes em moléculas menores e mais úteis, pode ser obtido mediante o uso de altas pressões e/ou temperaturas com um catalisador (craqueamento catalítico) ou sem (craqueamento térmico). Pesquisa anterior mostrou que os óleos e o
10 biodiesel de plantações são compatíveis para os processos de craqueamento, com o uso ou do craqueamento térmico ou do catalítico (Ooi, Y. *et al.*, “*Catalytic Conversion of Palm Oil-Base Fatty Acid Mixtures to Liquid Fuel*”, *Biomass & Bioenergy*, 27, 2004, 477-484; Katikaneni, S. *et al.*, “*Catalytic Conversion of Canola Oil to Fuels and Chemicals Over Various Cracking Catalysts*”, *Canadian J. Chem. Eng.*, 73, 1995, 484-497). Estas técnicas foram
15 usadas em invenções anteriores e estudos para modificar a composição química dos óleos ou biodiesel de plantações; entretanto, elas não foram usadas para produzir um biocombustível que operasse aceitavelmente em temperaturas muito frias.

20 Um diagrama de bloco simplificado do processo de produção de biocombustível da invenção presente é mostrado na Figura 2. O óleo vegetal, lipídio, ou carga de alimentação de gordura de animais, 10, são produzidos por processos ora disponíveis ou que podem ser inventados no futuro. Esta carga de alimentação bruta pode ser pré-aquecida ou diretamente
25 alimentada ao reator de craqueamento, 12. Mediante a variação do tempo, da temperatura e da pressão sobre os quais uma carga de alimentação particular permaneça sob condições de craqueamento, o grau de craqueamento (conversão) pode ser controlado. A temperatura e o tempo (tempo de permanência) são as variáveis mais importantes do processo, com a pressão

desempenhando um papel secundário. Os produtos do processo de craqueamento são dependentes das condições de craqueamento e da composição original do óleo da carga de alimentação (Bhaskar, B. K., “*Modern Petroleum Refining Process*”, Oxford e IBH publishing Co. Pvt. Ltd., 303-405) e do ambiente gasoso presente no reator de craqueamento. As condições de craqueamento variam com base na análise química detalhada e na avaliação da estabilidade de baixa temperatura da carga de alimentação e dos produtos de craqueamento, de modo a produzir um biocombustível de jato aceitável. A presença de um catalisador pode ser usada para melhorar a produção dos produtos desejáveis, reduzir a formação de produtos indesejáveis, ou aumentar a eficiência da reação de craqueamento devida às exigências de menor pressão, temperatura ou tempo de permanência. Os catalisadores incluem, porém sem limitar, zeólitos e metais raros tais como o paládio, o nióbio, molibdênio, platina, titânio, alumínio, cobalto, outro, e misturas destes.

Nas aplicações de craqueamento modificadas, um aditivo de combustível diesel é produzido com propriedades de combustão favoráveis medidas pelo número de cetano dos óleos de plantações com o uso de craqueamento na presença de hidrogênio, conhecido como hidrocraqueamento Patente U.S. nº 4.992.605). Outra invenção relacionada utiliza hidrocraqueamento para se obter um aditivo semelhante do talóleo ou das misturas de talóleo/óleo de plantações (Patente U.S. nº 5.705.722). Em ainda outra versão desta técnica, o biodiesel é submetido a craqueamento catalítico e depois misturado com combustível diesel como um aditivo para prover propriedades combustíveis melhoradas (Patente U.S. nº 5.578.090). Qualquer destas aplicações de craqueamento modificadas pode ser usada como um método de craqueamento na presente invenção.

Embora todas estas invenção sejam melhoramentos através do óleo vegetal puro ou biodiesel para o desempenho em temperaturas mais

baixas, cada método tem desvantagens inerentes que limitam a exequibilidade do método para a produção em larga escala de um combustível de jato de aviação do óleo vegetal ou biodiesel, ou porque o método não produza um produto que atenda às exigências do ponto de turvação e do ponto de fluidez equivalentes às especificações do JP-8 ou do Jato A, ou, alternativamente, o custo da produção seja desfavorável. Assim, existe uma necessidade de desenvolver um método que possibilite um óleo vegetal, um lipídeo biologicamente gerado, ou carga de alimentação de óleo de gordura de animais a ser transformada em um produto que funcione eficazmente como combustível ou carga de alimentação combustível de turbinas e/ou motores a diesel, e que também atenda às exigências da propriedade de circulação ao frio do combustível de aviação. A presente invenção utiliza tecnologias de separação acopladas com técnicas de craqueamento térmico/catalítico de modo a desenvolver combustíveis à base de óleos de plantações, de lipídeos biologicamente gerados, ou de gorduras de animais, que possam ser utilizados em condições de elevada altitude e temperaturas muito frias.

Na Figura 2, a produção de craqueamento é submetida a uma variedade de etapas de processo, 14, dependentes do material gerado. A produção do reator de craqueamento depende do projeto de reator específico empregado. Seguem exemplos dos tipos de reator conhecidos daqueles versados na técnica: batelada, fluxo atravessante contínuo, leito recheado por fluxo atravessante, e leito fluidizado. O material gerado no reator de craqueamento consiste de quatro classes gerais: extremidades leves, componentes químicos 26 de biocombustível de jato, materiais brutos não reagidos, e materiais residuais ou resíduo 16.

As extremidades leves consistem do material de fase de vapor não reagido que tenha sido adicionado ao reator para manipular a reação de craqueamento, tal como hidrogênio, nitrogênio ou vapor de água, mais produtos químicos orgânicos de pequeno peso molecular e hidrocarbonetos

gerados no reator de craqueamento. Os produtos químicos orgânicos de pequeno peso molecular e os hidrocarbonetos, tais como metano, metanol, etano, etanol, *n*-pentano, *i*-pentano, penteno, pentanol, *n*-butano, *i*-butano, butanol, butano, éster metílico, éster etílico, etc., têm propriedades químicas e físicas (tais como sendo muito voláteis) que são indesejáveis quando presentes em concentrações substanciais em um combustível de turbina de aviação ou diesel de circulação fria. As extremidades leves são separadas dos outros materiais que deixam o reator mediante separação das fases gasosa-líquida, destilação, condensação, ou outros processos 24.

10 Os componentes químicos 26 do biocombustível de jato são aquelas porções do material gerado no reator de craqueamento que contribuem para as propriedades químicas e físicas desejáveis do biocombustível de jato. Por exemplo, os combustíveis fósseis de jato e diesel, tais como aqueles que atendem às especificações dos combustíveis para JP-8, 15 são principalmente compostos de hidrocarbonetos de alcano de cadeia reta ou ramificada C6 a C12 ou hidrocarbonetos aromáticos, em que "C" se refere a carbono, e os números 6 ou 12 referem-se ao número de átomos de carbono na molécula. Compostos típicos desejáveis gerados no reator de craqueamento incluem alcanos C4 a C16, alquenos, aromáticos, cicloparafinas e álcoois; 20 ácidos graxos C2 a C16; e ésteres metílicos de ácido graxo C2 a C16. As frações de biocombustíveis selecionadas preferivelmente consistem de alcanos C4 a C12, alquenos, aromáticos, cicloparafinas e álcoois; ácidos graxos C2 a C12; e ésteres metílicos de ácidos graxos C2 a C12 e, mais preferivelmente, consistem de alcanos C4 a C8, alquenos, aromáticos, 25 cicloparafinas e álcoois; ácidos graxos C2 a C8; e ésteres metílicos de ácido graxo C2 a C8.

Os materiais brutos não reagidos são produtos químicos que entram no reator de craqueamento, mas por alguma razão não se transformam em compostos químicos com cadeias de carbono mais curtas do que C16.

Estes materiais têm algumas propriedades químicas e físicas que são indesejáveis em uma turbina de aviação ou em combustível diesel de circulação fria. Os materiais brutos não reagidos são separados dos componentes químicos do biocombustível de jato mediante destilação ou outras técnicas de separação 14.

5 Estes materiais brutos não reagidos ou não craqueados 22 podem então ser devolvidos ao reator de craqueamento, alimentados a um segundo reator de craqueamento ou utilizados para alguma outra finalidade.

O material residual ou resíduo 16 consiste de produtos químicos produzidos durante as reações de craqueamento que têm um peso
10 molecular mais elevado e/ou volatibilidade inferior e/ou valor de aquecimento menor, do que são desejáveis para o produto de biocombustível de jato. Alguns dos componentes residuais podem ser separados dos componentes químicos de biocombustível de jato juntamente com os materiais brutos não reagidos e processados com estes materiais brutos não reagidos. Outros
15 componentes residuais, tipicamente aqueles de peso molecular mais elevado, estarão na forma de material sólido após a reação de craqueamento. Estes compostos são tipicamente conhecidos como "coque". O coque pode conter compostos químicos valiosos, tais como o combustível 20 de caldeiras ou outros subprodutos 28 que possam ser extraídos do resíduo por vários métodos 18 do processo, incluindo a extração de solventes, destilação etc. Dependendo do projeto do reator de craqueamento, o coque pode não ser tratável por outro processamento. Este coque pode ser oxidado ou comburido ou de outra forma removido do reator de craqueamento ou craqueando-se os catalisadores por métodos conhecidos daqueles habilitados na técnica.

25 Em uma forma de realização de exemplo da invenção, um óleo vegetal de ácido graxo livre, lipídeos biologicamente gerados, ou óleo de gordura de animais, ou seu derivado transesterificado, é aquecido a uma temperatura variando de 300°C a 500°C, em um vaso, conhecido como reator de craqueamento, nas pressões variando das condições de vácuo a 3000 psia

(20,7 MPa.abs), na presença de um ambiente gasoso que possa conter um gás inerte tal como nitrogênio, vapor de água, hidrogênio, uma mistura de produtos químicos orgânicos de fase de vapor, ou qualquer outra substância gasosa, e nos tempos de permanência variando de um a 180 minutos, para afetar as reações de craqueamento que modificam a composição química dos conteúdos do reator de craqueamento. O vapor que deixa o reator de craqueamento 12, conhecido como o craqueado, é submetido a processamento de jusante que pode incluir o resfriamento e a condensação parcial, a separação de vapor/líquido, a extração dos produtos químicos dos subprodutos mediante extração de solventes ou outra manipulação das propriedades químicas/físicas, a reação *in situ*, a destilação ou separação-relâmpago para produzir um combustível de turbina de aviação aceitável. O líquido e os sólidos que deixam o reator 12, conhecidos como o resíduo, são submetidos a processamento de jusante, que pode incluir o resfriamento ou o aquecimento, a separação de líquidos/sólidos, a separação de vapor/líquido, a separação de vapor/sólido, a extração de subprodutos químicos mediante extração do solvente, ou outras manipulações de propriedades químicas/físicas para produzir um subproduto ou subprodutos combustíveis aceitáveis. O material não reagido e parcialmente reagido separado de qualquer craqueado ou do resíduo, pode ser reciclado para o reator de craqueamento 12 ou enviado para reatores adicionais de craqueamento.

Exemplo 1: Biocomposições de combustíveis do éster metílico de canola

Um sistema de reator de craqueamento de batelada em escala de laboratório de um galão (3,78 g) foi usado como um reator de craqueamento. A produção do reator de craqueamento, conhecida como craqueado, foi então ainda processada. Os hidrocarbonetos leves foram removidos através de uma etapa de despressurização após a condensação dos líquidos na pressão atmosférica e um aparelho de destilação de escala de laboratório foi usado como um separador de etapa única para os líquidos

condensados. Deste equipamento foi produzido um combustível de qualidade de aviação do éster metílico de canola, um tipo de biodiesel. Estas experiências foram realizadas com o uso da técnica de craqueamento térmico tanto sob as condições de vácuo quanto na presença de uma atmosfera de hidrogênio de 500 psig (3,45 MPa.abs). A Tabela 2, colunas 1 e 2, apresentam composições químicas típicas obtidas do craqueamento e processamento do éster metílico de canola sob vácuo e pressão de hidrogênio, respectivamente. Pontos de turvação e pontos de fluidez típicos dos combustíveis produzidos são apresentados na Tabela 3. Notavelmente, tanto os pontos de turvação quanto os pontos de fluidez do biodiesel de canola submetido a craqueamento térmico, tanto sob condições de vácuo quanto na presença de hidrogênio e pressão, foram significativamente menores do que -30°C . Ao contrário, o ponto de turvação e o ponto de fluidez para a carga de alimentação de éster metílico de canola de partida, foram de 1°C e de -9°C , respectivamente. Estes dados demonstram que o novo método pode ser usado para desenvolver biocombustível de aviação e biodiesel para motores operando em altas altitudes e/ou em climas muito frios.

Tabela 2: Composições de biocombustíveis de materiais brutos de soja e de canola

Tipo	CME ¹ Vac	CME ² H ₂	SME ³ H ₂	Óleo de canola ⁴ Vac	Óleo de canola ⁵ H ₂	Óleo de soja ⁶ H ₂
Alcanos Totais	17,5	23,5	15,4	25,1	22	16,7
Alquenos Totais	0	0	0,4	0	0	0
FAMES ² Saturado	54,4	50,6	44,3	-		
FA saturado	-	-	-	37,7	29,5	60,3
BTX total	2,1	2,4	2,8	1,8	1,8	0,6
Desconhecidos	26,0	23,5	37,1	35,4	46,7	22,4
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Alcanos Totais: C₇-C₁₈;

Alquenos Totais: C₉-C₁₅;

FAMES Saturados: ésteres metílicos de ácidos graxos C₄-C₂₂;

FA Saturado: ácido graxo saturado C₄-C₁₂;

BTX: Benzeno, toluenos, xilenos e etilbenzeno

¹ Éster metílico de canola craqueado sob condições de vácuo

² Éster metílico de canola craqueado sob pressão de hidrogênio de 500 psig (3,45 MPa.abs)

³ Éster metílico de soja craqueado sob pressão de hidrogênio de 500 psig (3,45 MPa.abs)

⁴ Óleo de canola craqueado sob condições de vácuo

⁵ Óleo de canola craqueado sob pressão de hidrogênio de 500 psig (3,45 MPa.abs)

⁶ Óleo de soja craqueado sob pressão de hidrogênio de 500 psig (3,45 MPa.abs)

Tabela 3: Comparação das propriedades de circulação fria para biocombustível de jato para combustível de jato, óleo vegetal e biodiesel

Substância	Ponto de turvação (°C) ASTM D2500	Ponto de fluidez (°C) ASTM D97	Ponto de Fulgor (°C) ASTM D93	Valor de aquecimento (Mj/kg)
Petróleo JP-8 [1]	-48	-53	46	40,93
Óleo de soja virgem	-4	-12	218	39,63*
Óleo de soja craqueado - H ₂	-19	-24	NA	40,2
Biocombustível de jato derivado de óleo de soja	-39	-61	72	40,49
Biodiesel de éster metílico de soja (SME)	0	-2	179	39,8**
SME craqueado - H ₂	-20	-25	NA	36,91
Biocombustível de jato derivado de SME	-43	-61	72	36,05
Óleo de canola virgem	1	-9	280	39,73*
Óleo de canola craqueado	-10	-18	NA	37,06
Vácuo biocombustível de jato derivado de óleo de canola	-41	-61	55	37,9
Óleo de canola craqueado - H ₂	-2	-10	NA	37,12
Biocombustível de jato derivado de H₂ de óleo de canola craqueado	-42	-63	62	38,1
Biodiesel de éster metílico de canola (CME)	1	-9	163	40,45**
CME craqueado - vácuo	-21	-26	NA	35,25
Biocombustível de jato derivado de CME vácuo craqueado	-43	-60	53	37,9
CME craqueado - H ₂	-18	-20	NA	36,48
Biocombustível de jato derivado de CME vácuo craqueado	-37	-62	65	35,29

1 Medido

* Conversão e controle de energia, Vol. 41, pp. 1609, 2000

** JAOC, Vol. 68, nº 1, 1991

A Figura 3 apresenta uma comparação da análise do detector de ionização de chama por cromatografia de gás para o JP-8 e o biocombustível de jato produzido do éster metílico de canola. As análises do éster metílico de canola processado mostram que ele tem uma composição química semelhante àquela do combustível de aviação à base de petróleo JP-8 com exceção de que a composição do éster metílico de canola processado seja principalmente uma combinação de compostos de éster metílico de cadeia curta com alcanos, enquanto a composição do JP-8 sejam essencialmente toda de alcanos. Os cromatogramas ilustram que ambos os combustíveis contêm produtos químicos não identificados em concentrações muito baixas que não afetam materialmente a capacidade do fluido de funcionar como um

combustível.

Exemplo 2: Composições de biocombustíveis do éster metílico de soja

O aparelho descrito no Exemplo 1 foi usado para produzir um combustível de qualidade para aviação, proveniente do éster metílico de soja, um tipo de biodiesel. A Tabela 2, coluna 3, apresenta uma composição química típica obtida do craqueamento e processamento do éster metílico de soja sob pressão de hidrogênio. Semelhante ao éster metílico da canola, o ponto de turvação e o ponto de fluidez do biodiesel de soja processada ficaram abaixo de -30°C , como mostrado na Tabela 3.

Exemplo 3: Composições de biocombustíveis do óleo de canola sob condições de craqueamento em vácuo e pressão de hidrogênio

O aparelho descrito no Exemplo 1 foi usado para produzir um combustível de qualidade para aviação, proveniente do óleo de canola. A Tabela 2, colunas 4 e 5, apresenta composições químicas típicas obtidas diretamente do craqueamento e processamento do óleo de canola sob vácuo e pressão de hidrogênio, respectivamente. O ponto de turvação e o ponto de fluidez típicos dos combustíveis produzidos são apresentados na Tabela 3.

Exemplo 4: Composições de biocombustíveis provenientes do óleo de soja

O aparelho descrito no Exemplo 1 foi usado para produzir um combustível de qualidade para aviação, proveniente do óleo de soja. A Tabela 2, coluna 6, apresenta uma composição química típica obtida do craqueamento e processamento do óleo de soja. O ponto de turvação e o ponto de fluidez típicos do combustível produzido são mostrados na Tabela 3.

Estes resultados demonstram claramente que os combustíveis de aviação e de temperaturas frias, tendo pontos de turvação e pontos de fluidez abaixo de -10°C , podem ser produzidos de diferentes espécies de plantações com o uso do método da invenção descrita neste relatório descritivo.

OUTRAS FORMAS DE REALIZAÇÃO

A descrição das formas de realização específicas da invenção é apresentada para fins de ilustração. Não se pretende que sejam exaustivas nem limitem o escopo da invenção às formas específicas aqui descritas. Não obstante a invenção tenha sido descrita com referência a várias formas de realização, será entendido por uma pessoa de habilidade normal na técnica que várias modificações poderão ser feitas, sem que se afaste do espírito e do escopo da invenção, como apresentados nas reivindicações. Todas as patentes, pedidos de patentes e publicações aqui mencionadas ficam por este intermédio incorporadas como referência.

Outras formas de realização se acham dentro das reivindicações. Embora a presente invenção tenha sido descrita com referência às formas de realização preferidas, os técnicos habilitados reconhecerão que poderão ser feitas mudanças na forma e nos detalhes, sem que se afaste do espírito e do escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para produzir uma composição de combustível que seja estável em baixas temperaturas, em que a composição de combustível é derivada da biomassa, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

(a) adicionar um óleo ou éster de óleo, em que o óleo ou éster de óleo seja obtido de planta, lipídeo biológico, ou biomassa de animais, a um vaso de reator;

(b) aquecer o óleo ou éster de óleo no vaso do reator a uma temperatura variando de cerca de 100°C a cerca de 600°C, em uma pressão variando aproximadamente das condições de vácuo a cerca de 3000 psia (20,7 MPa.abs) por um tempo suficiente para craquear o óleo ou o éster de óleo;

(c) remover o material indesejável, o óleo e o éster de óleo não reagidos, e as extremidades leves do óleo ou do éster de óleo craqueados;

(d) separar o óleo ou éster de óleo craqueados e coletar as frações do óleo ou éster de óleo craqueados, incluindo pelo menos um dentre alcanos C₄ a C₁₆, alquenos, aromáticos, cicloparafinas, ou álcoois; ácidos graxos C₂ a C₁₆, ou ésteres metílicos de ácidos graxos C₂ a C₁₆; e

(e) combinar as frações coletadas do óleo ou éster de óleo craqueado, para produzir uma composição de combustível tendo um ponto de turvação de menos do que -10°C.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o ponto de turvação da composição de combustível é inferior a -20°C.

3. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o ponto de turvação da composição de combustível é inferior a -30°C.

4. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o ponto de fluidez da composição de combustível é inferior a

-40°C.

5 5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o óleo ou o éster de óleo são um óleo vegetal selecionado de um grupo consistindo de óleo de soja, óleo de canola, óleo de palma, óleo de girassol, óleo de milho, óleo de semente de linho, óleo de pinhão manso, óleo de semente de algodão, óleo de açafrão, óleo de *crambe*, óleo de onagra, óleo de sésamo, óleo de colza, azeite, óleo de coco, camelina, e combinações destes.

10 6. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o óleo ou éster de óleo é um biodiesel gerado através da transesterificação do óleo vegetal, lipídeo biológico, óleo de gordura animal, ou qualquer combinação ou mistura destes.

15 7. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a temperatura no vaso do reator situa-se entre 300°C e 500°C.

8. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o óleo ou éster de óleo é aquecido no vaso do reator por um tempo variando de um a 180 minutos.

20 9. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o aquecimento no vaso do reator ocorre em um ambiente gasoso em que o ambiente gasoso inclui pelo menos um gás inerte, nitrogênio, vapor de água, hidrogênio, ou uma mistura de produtos químicos orgânicos de fase de vapor.

10. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um catalisador é adicionado ao vaso do reator.

25 11. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o catalisador melhora a produção das frações coletadas, reduz a formação do material indesejável, do óleo não reagido ou das extremidades leves, ou aumenta a eficiência do craqueamento.

12. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado

pelo fato de que o vaso do reator é de um tipo selecionado de um grupo consistindo de batelada, fluxo atravessante contínuo, leito recheado de fluxo atravessante, e leito fluidizado.

5 13. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as frações de separação e de coleta do óleo ou do éster de óleo craqueados incluem a análise química.

10 14. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as frações de óleo ou de éster de óleo separadas e coletadas incluem pelo menos um dentre alcanos C_4 a C_{12} , alquenos, aromáticos, cicloparafinas ou álcoois; ácidos graxos C_2 a C_{12} ; e ésteres metílicos de ácidos graxos C_2 a C_{12} .

15 15. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que as frações de óleo ou de éster de óleo separadas e coletadas incluem pelo menos um dentre alcanos C_4 a C_8 , alquenos, aromáticos, cicloparafinas ou álcoois; ácidos graxos C_2 a C_8 ; e ésteres metílicos de ácidos graxos C_2 a C_8 .

20 16. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que ainda compreende misturar a composição de combustível com combustível de turbina à base de petróleo, selecionado de um grupo consistindo de Jato A, JP-4, JP-5, JP-8 e combinações destes nas relações variando de mais do que 0% a menos do que 100% de combustível de turbina à base de petróleo, para produzir um estoque de mistura de combustível de turbina.

25 17. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a composição de combustível tem propriedades de combustão e propriedades de temperatura fria aceitáveis para um motor a diesel, e é equivalente a um combustível de transporte diesel 1.

18. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que ainda compreende misturar a composição de combustível

com diesel 1 padrão, diesel 2, ou uma combinação destes, combustível diesel à base de petróleo nas relações variando de mais do que 0% a menos do que 100% de combustível diesel à base de petróleo, para produzir um estoque de mistura de combustível para motores a diesel.

5 19. Composição de combustível, caracterizada pelo fato de que tem um ponto de turvação em baixa temperatura, em que um óleo ou éster de óleo derivados da biomassa, são craqueados em um vaso do reator, processados para remover o material residual, o óleo não reagido e as extremidades leves, e separados para coletar as frações de combustível que,
10 quando combinadas, tenham um ponto de turvação de menos do que -10°C .

20. Composição de combustível, caracterizada pelo fato de que compreende:

(a) uma composição de biocombustível derivada unicamente de planta ou da biomassa de animais, e tendo um ponto de turvação de menos
15 do que -10°C , e incluindo:

(1) um componente de hidrocarboneto consistindo essencialmente de alcanos C_4 a C_{16} , alquenos, aromáticos, cicloparafinas e álcoois; e

(2) um componente de ácido graxo consistindo essencialmente
20 de pelo menos um dentre ácidos graxos C_2 a C_{16} e ésteres metílicos de ácidos graxos C_2 a C_{16} .

21. Composição de combustível de acordo com a reivindicação 20, caracterizada pelo fato de que tem um ponto de turvação de menos do que
-20°C.

25 22. Composição de combustível de acordo com a reivindicação 20, caracterizada pelo fato de que tem um ponto de turvação de menos do que
-30°C.

23. Composição de combustível de acordo com a reivindicação 20, caracterizada pelo fato de que tem um ponto de fluidez de menos do que

-40°C.

24. Composição de combustível de acordo com a reivindicação 20, caracterizada pelo fato de que o componente de hidrocarboneto e o componente de ácido graxo, juntos, constituem pelo menos 50% em volume dos compostos químicos identificados conhecidos na composição de combustível.

25. Composição de combustível de acordo com a reivindicação 20, caracterizada pelo fato de que ainda compreende:

(b) combustível de turbina à base de petróleo, selecionado de um grupo consistindo de Jato A, JP-4, JP-5, JP-8 e combinações destes, nas relações variando de mais do que 0% a menos do que 100% de combustível de turbina à base de petróleo;

em que a composição de combustível é um estoque de mistura de combustível para turbina;

26. Composição de combustível de acordo com a reivindicação 20, caracterizada pelo fato de que ainda compreende:

(b) diesel #1 padrão, diesel #2, ou uma combinação destes, combustível diesel à base de petróleo nas relações variando de mais do que 0% a menos do que 100% de combustível diesel à base de petróleo;

em que a composição de combustível é um estoque de mistura de combustível para motores a diesel.

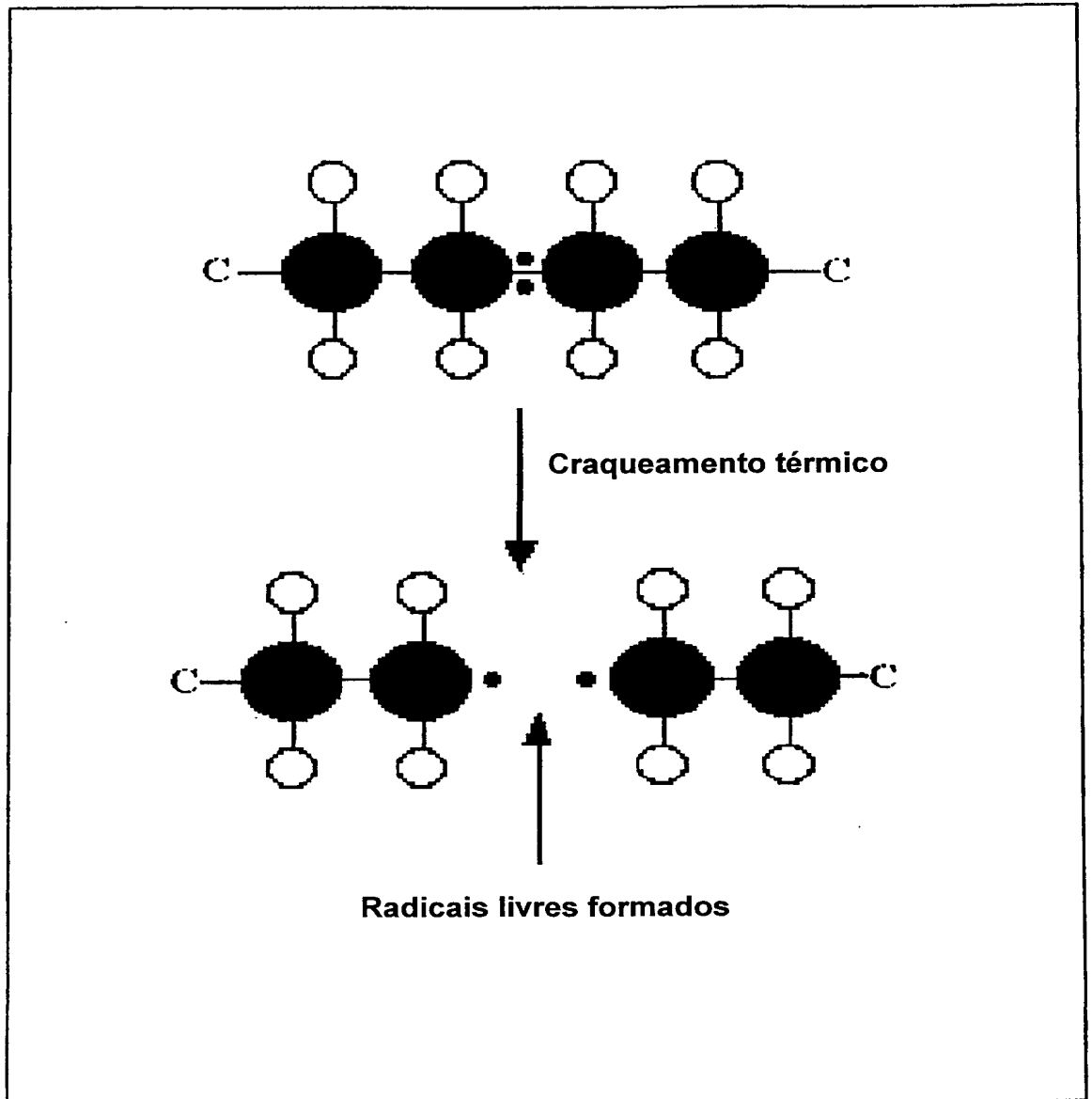
Fig. 1

Fig. 2

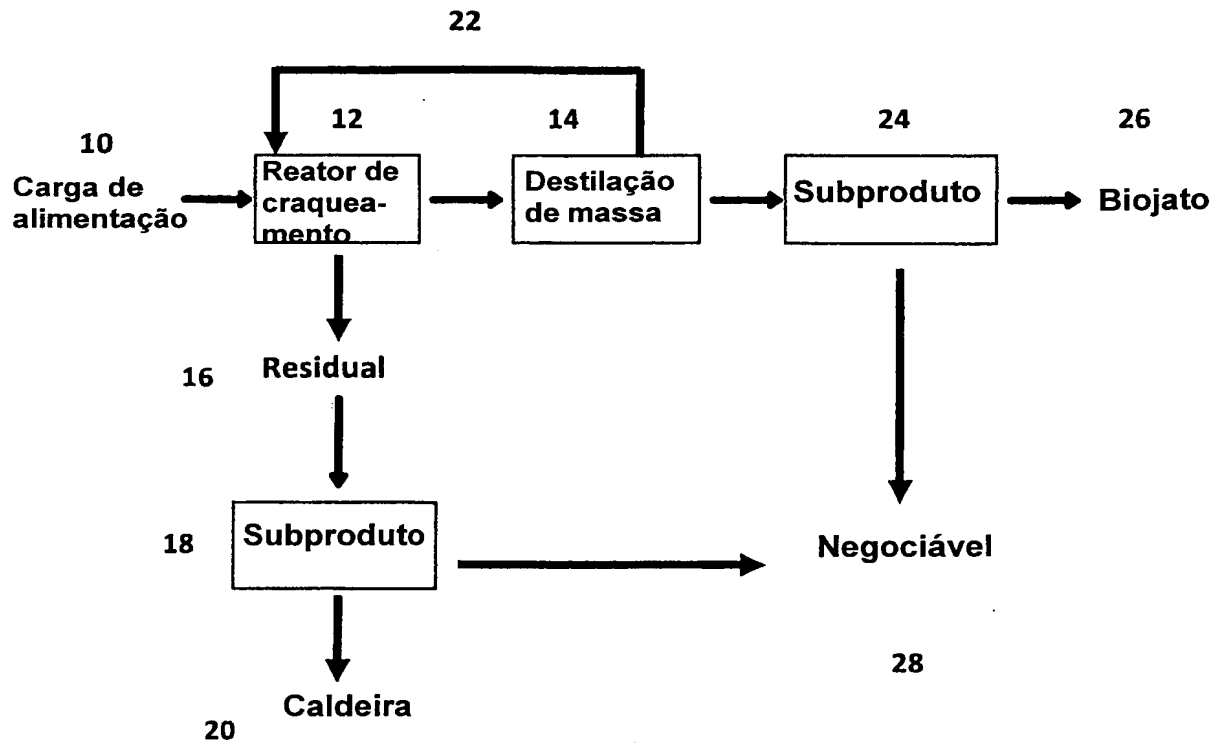
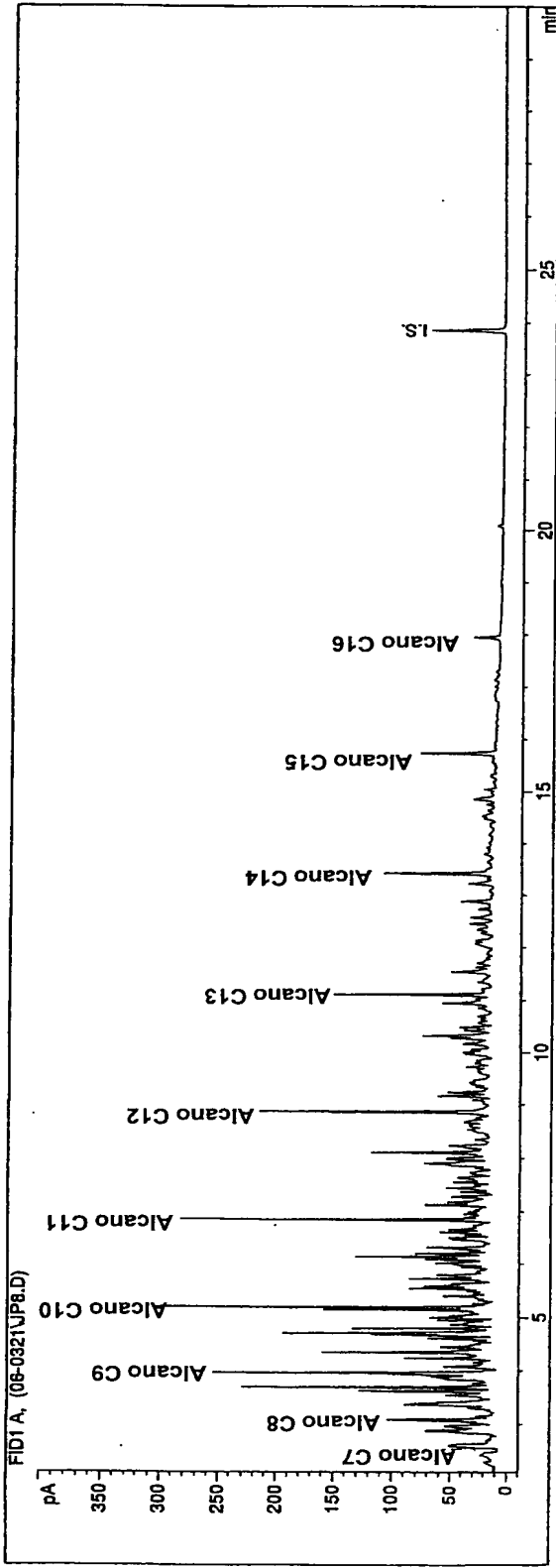
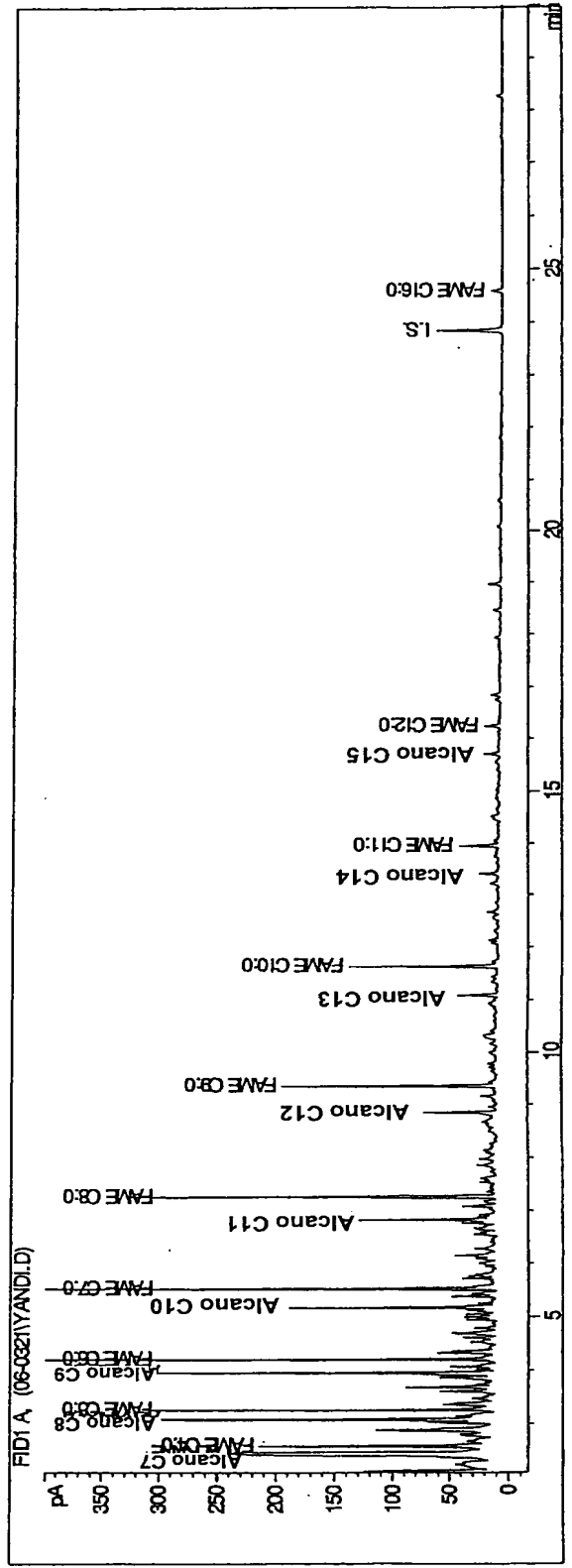


Fig. 3



combustível de aviação JP-8



combustível de debiojato

RESUMO

“MÉTODO PARA PRODUZIR UMA COMPOSIÇÃO DE COMBUSTÍVEL, E, COMPOSIÇÃO DE COMBUSTÍVEL”

Óleos de plantas ou de animais são processados para produzir um combustível que opere em temperaturas muito frias e seja adequado como um combustível de turbinas de aviação, um combustível diesel, uma mistura combustível de estoque, ou qualquer combustível que tenha um baixo ponto de turvação, ponto de fluidez ou ponto de congelamento. O processo baseia-se no craqueamento dos óleos de plantas ou de animais ou seus ésteres associados, conhecidos como biodiesel, para gerar compostos químicos mais leves que tenham substancialmente menores pontos de turvação, de fluidez e/ou de congelamento do que o óleo original ou biodiesel. O óleo craqueado é processado com o uso de etapas de separação junto com análise para coletar frações com propriedades desejadas de baixas temperaturas mediante a remoção de compostos indesejáveis que não possuam as propriedades de temperatura desejadas.