



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

(11) PI 0705912-4 B1

(22) Data do Depósito: 02/02/2007

(45) Data de Concessão: 11/07/2017



(54) Título: MÉTODO PARA REMOÇÃO DE IMPUREZAS DO BIODIESEL

(51) Int.Cl.: B01D 15/08; B01D 37/00; C07C 67/56

(30) Prioridade Unionista: 02/02/2006 US 60/764.440

(73) Titular(es): CROWN IRON WORKS CO.. REG BIOFUELS, LLC

(72) Inventor(es): MYRON FRANCIS DANZER; TIMOTHY L. ELY; SCOTT ALAN KINGERY; JOHN MOSTEK; MATTHEW LEONARD SCHULTES; WAYNE MCCALLEY; WILLIAM MCDONALD

"MÉTODO PARA REMOÇÃO DE IMPUREZAS DO BIODIESEL"Referência Cruzada aos Pedidos Relacionados

[001]Este pedido reivindica prioridade sob 35 U.S.C. § 119 de um pedido provisional No. de Série 60/764.440 depositado em 2 de fevereiro de 2006, cujo pedido está desse modo incorporado por referência em sua totalidade.

Campo da Invenção

[002]A invenção refere-se a um processo melhorado para a produção de combustível de biodiesel. Mais particularmente, a qualidade do combustível de biodiesel é melhorada empregando-se um processo de filtração a frio para remover as impurezas de éster de não metila e outros contaminantes, tal como glicosídeos de estéril e outros não saponificáveis.

Antecedentes da Invenção

[003]Há interesse significativo em combustíveis alternativos que não sejam a base de petróleo por muitas razões, incluindo razões ambientais, econômicas, políticas e outras razões. O combustível biodiesel é uma alternativa com base em recursos renováveis. O biodiesel é um éster de monoalquila de ácidos graxos de cadeia longa, tal como éster de metila derivado de gorduras e óleos, e fornece emissões menores quando comparado com o combustível diesel com base em petróleo. O número de cetano, teor de energia, viscosidade, e alterações de fase de biodiesel são similares ao diesel de petróleo.

[004]O biodiesel é derivado de processos químicos de transesterificação onde carga de alimentação de triglicerí-

deo, tal como gordura ou óleo vegetal, é processada para conversão em ésteres de metila (biodiesel) e glicerina.

[005]A American Society for Testing Materials (ASTM) desenvolveu padrões para combustíveis biodiesel, com o mais comum sendo D-6751. D-6751 do padrão de ASTM estabelece as especificações de qualidade comercial requeridas para combustível biodiesel. O D-6751 padrão requer que a água e o sedimento sejam menos do que 0,50% em volume, como medido por D-2709 padrão de M. Entretanto, o biodiesel que atende aos padrões de ASTM de D-6751 pode ainda conter contaminantes que tendem a cristalizar e/ou se formam e se desprendem da solução como sedimento. Quando tais biodieseis são empregados em temperaturas mais baixas os precipitados criam problemas diminuindo-se o fluxo de combustível e obstruindo-se as tubulações do combustível, filtros e outros componentes dos motores queimando o combustível.

[006]Portanto, um objetivo primário da presente invenção é a provisão de um processo melhorado de produção de biodiesel que utilize filtração a frio para remoção de impurezas e contaminantes do biodiesel.

[007]Ainda outro objetivo da presente invenção é a provisão de um método para a melhora da qualidade do biodiesel removendo-se as partículas deste antes do armazenamento ou transporte.

[008]Ainda outro objetivo da presente invenção é a provisão e um processo de resfriamento e filtração de biodiesel para a remoção de sedimentos formados.

[009]Outro objetivo da presente invenção é a provisão de um processo melhorado de produção de biodiesel com um ou mais permutadores que possam ser rapidamente e facilmente limpos.

[0010]Esses e outros objetivos se tornarão evidentes a partir da seguinte descrição da invenção.

Breve Sumário da Invenção

[0011]O processo melhorado de produção de biodiesel da presente invenção usa filtração a frio para remover a impurezas e contaminantes do biodiesel. Após a carga de alimentação de triglicerídeo ser processada para a separação em ésteres de metila e glicerina, o biodiesel de éster de etila é resfriado a uma temperatura menor do que cerca de 38oC a fim de que as impurezas e contaminantes precipitem como partículas no líquido de biodiesel. A terra de diatomácea ou outro material de filtração é então adicionado ao biodiesel resfriado para formar uma lama, que é em seguida filtrada através de uma chapa de pressão ou outro tipo de filtro para remover as partículas. O biodiesel filtrado é em seguida passado por um filtro de polimento para remover qualquer terra diatomácea e sedimento restante, a fim de produzir o produto de biodiesel final.

Breve Descrição dos Desenhos

[0012]Figura 1 é uma vista esquemática mostrando uma modalidade preferida do processo de produção de biodiesel de acordo com a presente invenção.

[0013]Figura 2 é uma vista esquemática mostrando uma modalidade preferida da etapa de filtração a frio no processo de produção de biodiesel da presente invenção.

Descrição Detalhada da Modalidade Preferida

[0014]Figura 1 mostra um processo preferido para produção de biodiesel de qualidade melhorada, incluindo a nova etapa de filtração a frio da presente invenção. O processo inclui cinco etapas gerais, incluindo a etapa de pré-tratamento 10, a etapa de produção do biodiesel 12, a etapa de filtração a frio 14, a etapa opcional de hibernação 16, e a etapa opcional de fracionamento 18. A etapa de pré-tratamento 0, etapa de produção de biodiesel 12, e etapas de hibernação 16 e fracionamento 18 são conhecidas na indústria. O biodiesel de qualidade melhorada é um resultado da etapa de filtração a frio 14.

[0015]O propósito da etapa de pré-tratamento 10 é para remover os contaminantes e impurezas, tal como gomas de fosfolipídeos e ácidos graxos livres, da carga de alimentação de triglicerídeo, a fim de limpar a carga de alimentação na preparação para a etapa de produção de biodiesel 12. Tecnologia convencional é empregada nesta etapa de pré-tratamento 10, tal como desgomamento, refinamento cáustico, e filtração absorvente de sílica.

[0016]A etapa de produção de biodiesel 12 converte os triglicerídeos em ésteres de metila (também conhecido como biodiesel) e glicerina. A tecnologia convencional para esta etapa da produção 12 utiliza a reação de transesterificação

com metanol na presença de um catalisador de metóxido de sódio a fim de separar os ésteres de metila da glicerina.

[0017]A etapa de hibernação 16 é opcional, dependendo do clima no qual o biodiesel tem que ser usado. O propósito da hibernação é melhorar o fluxo frio e desempenho invernal do combustível. A etapa de hibernação 16 remove os ésteres de metila saturados, tal como C16:0 palmitato de metila e C18:0 estearato de metila, embora tal remoção seja indiscriminada. A tecnologia de hibernação é convencional, e utiliza a cristalização de saturados controlando-se o tempo, temperatura e agitação do biodiesel. Os cristais são em seguida removidos por decantação e filtração.

[0018]A etapa de fracionamento 18 é também opcional, dependendo das temperaturas nas quais o biodiesel tem que ser usado. O fracionamento melhora o fluxo frio e desempenho invernal do combustível, seletivamente separando-se os ésteres de metila em frações ou componentes individuais. A tecnologia de fracionamento individual é utilizada, incluindo fracionamento de uréia, fracionamento de solvente, ou destilação térmica.

[0019]O processo de produção de biodiesel da presente invenção melhora a qualidade do biodiesel adicionando-se a nova etapa de filtração a frio 14. O propósito da etapa de filtração a frio 14 é limpar o combustível de biodiesel removendo-se contaminantes traços, incluindo glicosídeos de esterol e outros não saponificáveis que estejam naturalmente presentes, bem como impurezas de éster de não metila. A etapa de filtração a frio 14 geralmente envolve resfriar o bio-

diesel a pelo menos cerca de 21oC, adicionando terra de diatomácea ou outro absorvente ao biodiesel para formar uma lama, e filtrar a lama através de uma chapa de pressão ou outro tipo de filtro para remover os sólidos formados durante o resfriamento do biodiesel.

[0020]A etapa de filtração a frio 14 é mostrada em maiores detalhes na Figura 2. O biodiesel 20 resultante da etapa de produção 12 é primeiro resfriado através de um ou mais estágios 2, como indicado pela seta A. Qualquer sistema de resfriamento convencional pode ser utilizado, tal como permutadores de calor 24. Tipicamente, o biodiesel produzido pela etapa de produção 12 é aproximadamente 143oC, ou mais. No final do estágio ou estágios de resfriamento 22, a temperatura é preferivelmente entre cerca de 4-38oC, com cerca de 18-27oC sendo preferido, com uma temperatura mais preferida de aproximadamente 22oC. Por exemplo, em uma modalidade, um economizador é empregado em um primeiro estágio de resfriamento a fim de reduzir a temperatura do produto de biodiesel de aproximadamente 143oC até aproximadamente 93-105oC, com cerca de 99oC sendo preferido, transferindo-se o calor para dentro de uma corrente de alimentação de extrator. Em um segundo estágio do resfriamento, um permutador de água de resfriamento é empregado para também reduzir a temperatura do produto de biodiesel 20 de aproximadamente 99oC até aproximadamente 26-33oC, com cerca de 30oC sendo preferido, transferindo-se o calor para dentro de um loop de recirculação de água de resfriamento. Em um terceiro estágio de resfriamento, um permutador de fluido gelado é empregado para ainda

reduzir a temperatura do produto de biodiesel 20 de aproximadamente 30oC até aproximadamente cerca de 18-24oC, com cerca de 22oC sendo preferido, transferindo-se o calor dentro de um loop de recirculação de fluido gelado, tal como uma solução de glicol e água. A temperatura resfriada final mínima deveria ser não menos do que 4oC, tal que as gorduras saturadas naturais do óleo não cristalizem.

[0021]Na conclusão do estágio de resfriamento (22), o produto de biodiesel é emitido para uma coluna e oscilação hidráulica de alimentação de filtro 26, como indicado pela seta B, durante um tempo suficiente para permitir que as impurezas e contaminantes se solidifiquem e precipitem na forma de partículas. Tipicamente, o tempo de permanência no tanque 26 é aproximadamente 1-1½ hora. Entretanto, as pessoas versadas na técnica facilmente apreciariam que o produto de biodiesel pode permanecer no tanque durante períodos mais curtos e mais longos de tempo dependendo de vários fatores, incluindo o grau de impurezas no produto, quantidade do produto, grau de pureza desejado, fatores de conveniência, etc. Dependendo do volume do tanque 26, o tanque pode ser insulado ou refrigerado para manter a temperatura do produto de biodiesel.

[0022]Após os sedimentos terem se formado no biodiesel, o produto de biodiesel é transferido para um tanque de alimentação de corpo 28, como representado pela seta C, onde um auxiliar de filtro de um alimentador 30 é adicionado ao biodiesel (set D), com cerca de 0,1-0,25% em peso de auxiliar de filtro sendo preferido. As pessoas versadas na técnica

facilmente entendem que mais ou menos auxiliares de filtro podem ser adicionados com base em vários fatores, incluindo a fonte da carga de alimentação, grau de filtração desejado, conveniência, custo, etc. Um auxiliar de filtro preferido é terra diatomácea. A terra diatomácea é caracterizada por porosidade elevada, pelo fato de que até 85% do volume de terra diatomácea é preparado de lacunas ou poros pequeninos conectados internamente. Desse modo, a terra diatomácea tem uma capacidade de absorção elevada, te 100% de seu peso em líquido, ao mesmo tempo em que ainda exibindo propriedades de um pó seco. Um agitador pode ser fornecido no tanque 28 para facilitar a mistura do biodiesel, sedimentos, e terra diatomácea em uma lama. Outros materiais de filtração convencionais podem também ser empregados ao invés de, ou além da terra diatomácea nesta etapa, incluindo areia, sílica, ou outros materiais finamente moídos. Tais materiais de filtração são bem conhecidos por pessoas versadas na técnica, e incluem sílica (de vários graus, tamanhos, e ou inerte ou quimicamente ativados), argila (tal como argila de branqueamento ativada por ácido), celulose, depósitos vulcânicos minados e moídos, minerais de todo os tipos (incluindo perlita), silicato de magnésio (tal como um vendido como Magnesol, pelo Dallas Group).

[0023]A mistura de biodiesel apanhada no tanque 28 pode ser removida por um desmisturador 32 (seta E) que sucessivamente é conectado a uma abertura externa 34 (seta F). Tais gotinhas da mistura podem estar presentes no escapamento de vapor do ar o qual é aberto durante as etapas de secagem da

torta e descarregamento do filtro (descritas abaixo), e preferivelmente é removido através do desmisturador 32 ou outros meios convencionais.

[0024]A lama de biodiesel é em seguida canalizada para o filtro 36 (setas G e H) para remoção das partículas. Preferivelmente, o filtro 36 é um filtro de chapa de pressão cujas peneiras de malha foram preferivelmente pré-revestidas com um meio similar como aquele empregado na etapa de filtração. Outros tipos de filtros adequados para esta etapa incluem, porém não estão limitados a, filtros de pressão tal como filtros de tubo e vela, filtros e pressão horizontal, ou prensas de filtro. A terra diatomácea ou outro material de filtração anteriormente adicionado ao biodiesel de volume atua como um alimento do corpo que permite a construção de uma torta de filtro sobre as chapas do filtro 36, desse modo efetivamente removendo o sedimento no biodiesel no nível de sub-micron, ao mesmo tempo em que permitindo o biodiesel líquido passar através da torta com uma queda de pressão mínima. Com uma adição de alimento de corpo de 0,1-0,25% de terra diatomácea em peso de alimento de biodiesel, por exemplo, o filtro 36 deveria ser esperado para funcionar de 4 a 12 horas antes da limpeza ser requisitada. A limpeza do filtro 36 é concluída empregando qualquer método conveniente conhecido na indústria. Outro equipamento de filtração empregando diferentes tipos de meios pode também ser utilizado, tal como carbono, carvão ativado, pano ou tecido (feito de materiais naturais ou sintéticos), e contas de resina de permuta de íon.

[0025]Após o produto de biodiesel passar através do filtro 36, a qualidade pode ser testada. Se a qualidade for insuficiente, o produto pode ser redirecionado para o tanque 28, como indicado pela seta I, com outra mistura com o material de filtração do alimentador 30 e também filtrando através do filtro 36.

[0026]Em uma série de testes preliminares utilizando 0,2% ou menos, em peso, de terra diatomácea, com biodiesel a uma temperatura resfriada a pelo menos 38oC, o filtro de chapa de pressão 36 reduziu água e sedimento do produto de biodiesel para menos do que 0,01% em peso. Os testes envolvem, e consertativamente suportam a utilização da taxa de alimentação de terra diatomácea de cerca de 186,6 gramas/minuto, com uma taxa de alimentação de biodiesel de aproximadamente 554 libras/ minuto para o filtro 36 (isto é, cerca de 0,019% de alimentação do corpo de terra diatomácea).

[0027]Um funcionamento de filtração inicial foi conduzido durante cerca de 6 horas na taxa de 245 kg/min (540 libras/ minuto) a fim de resultar em aproximadamente 89.360 kg (197.000 libras) de produto de biodiesel sendo alimentado pela montagem de filtração 36. O sedimento e/ou flutuantes durante este período foram observados como sendo totalmente ausentes. A perda de pressão através da montagem de filtração 36 foi observada em cerca de 5,51 kPa. Após a paralisação do filtro de chapa vertical 36, drenagem, e descarregamento de 3 minutos, as amostras foram obtidas, com testes importantes para o óleo de biodiesel residual, entretanto, a "torta" foi caracterizada como "seca".

[0028]O produto de biodiesel limpo saindo do filtro 36, e que não necessita ser novamente filtrado através da linha I, é então direcionado para um pulsador receptor de filtrado 38, como indicado pela seta J. O pulsador 38 é opcional, e prover a subsistência do controle da produção. O biodiesel limpo é em seguida direcionado para um filtro do produto final 40, como indicado pela seta K. Em uma modalidade, o filtro 40 pode ser filtros de soquete, que remove qualquer partícula final, incluindo terra diatomácea, no produto de biodiesel. Esta etapa final faz o polimento do biodiesel para clareza final e remove qualquer terra diatomácea residual ou torta de filtro que possa ter passado através das peneiras de malha do filtro de chapa 36. O biodiesel polido é enviado para o tanque de armazenamento 42 (seta L) para certificação e embarque. Periodicamente, o filtro de chapa 36 deve ser limpo. A limpeza ou mudança do filtro de chapa de pressão 36 consiste em retirar o filtro desligado, remover o líquido do recipiente, soprar o torrão do filtro seco com ar ou nitrogênio de a fonte 37 para minimizar a perda de produto de biodiesel no torrão de filtro gasto, e em seguida descarregar o torrão de filtro seco das peneiras. O filtro 36 deveria ser limpo após um período de pré-ajuste de tempo, e quando a queda de pressão excessiva através do filtro é notada durante a operação. Após a limpeza, o filtro 36 deve ser recarregado com o material de filtração sobre as folhas da malha. Tal recarregamento pode ser concluído circulando-se a lama do material de filtração/ biodiesel de um alimentador de pré-revestimento 44 que fornece o material de filtração a um

tanque de pré-revestimento de biodiesel 46, como indicado pela seta M. A lama no tanque de pré-revestimento 46 é em seguida circulada através do filtro de chapa 36, como indicado pelas setas P, H e O até as chapas do filtro serem suficientemente revestidas. Em seguida, filtração normal de biodiesel do tanque de alimentação de corpo 28 pode continuar. A lama no tanque de pré-revestimento 46 o também ser aberta através do desmisturador 32, (descrito acima) como indicado pela seta N.

[0029]A pressão do filtro de chapa depende de numerosos fatores, tal como tamanho do equipamento, parâmetros de fluxo e encanamento, e deveria ser ajustada de acordo com a especificação do desígnio do fabricante. Um tubo de alívio da pressão (seta Q) é fornecido para desvia o biodiesel do filtro de chapa 36 de volta para tanque de alimentação de corpo 8 no evento de pressão excessiva.

[0030]Periodicamente, os permutadores de calor foram empregados a fim de que o processo de resfriamento pudesse continuar durante a operação de limpeza paralisando-se um permutador de calor ao mesmo tempo em que empregando ou outro permutador de calor. Na presente invenção, a limpeza dos permutadores de calor 24 não requer uma paralisação de um permutador para limpar enquanto o outro permutado opera. De preferência, a limpeza é rapidamente e facilmente concluída empregando um procedimento de limpeza no lugar cortando-se o fluxo do fluido de resfriamento durante um curto período de tempo para os permutadores de calor, enquanto continuando a executar o produto de biodiesel quente 20 através dos permutadores de calor.

tadores de calor, e em seguida reciclando o biodiesel quente através de um tubo de reciclo 48, como indicado pelas setas R e S. Executando-se o biodiesel quente através dos permutadores de calor sem resfriamento, qualquer formação de sedimento nos permutadores é dissolvida em aproximadamente um minuto, ou menos, e desse modo retorna para a suspensão no produto de biodiesel. Após os permutadores 24 ser limpo, o fluxo refrigerante é devolvido para os permutadores 24 para o resfriamento continuado do produto de biodiesel 20, como descrito acima.

[0031]É entendido que os vários tubos mostrados na Figura 2 incluam válvulas e calibres para controlar e monitorar o fluxo de biodiesel durante a etapa de filtração a frio 14.

[0032]O biodiesel limpo e filtrado pode ser testado para determinar sua qualidade, embora tal teste não seja uma etapa requisitada no processo de filtração a frio.

[0033]Um método de teste empregado para qualitativamente determinar a eficácia da filtração e nível de sedimento restante no produto acabado é reproduzir as condições de transporte e armazenamento problemático. Isto é obtido no laboratório resfriando-se uma amostra de 100 mL a 4°C durante 16 horas, em seguida centrifugando a amostra (por método de teste de ASTM D-2709) ao mesmo tempo em que ainda fria, e visualmente inspecionar a presença de sedimento. A qualidade do produto alvo não terá nenhum sedimento visível resultante deste método de teste. Alternativamente, uma amostra pode ser permitida congelar completamente submetendo-a a -10°C ou

mais frio durante 48 horas ou mais, em seguida permitida retornar a temperatura ambiente (aproximadamente 24oC). A amostra é centrifugada como antes e visualmente inspecionada quanto ao sedimento. Em todos os casos, o produto final deve ser brilhante e claro com nenhum sedimento visível.

[0034]Um método de teste mais formalizado foi implementado no Estado de Minnessota para "determinar a massa da contaminação de partícula em um combustível de biodiesel por filtração". Este método de teste é uma versão modificada de ASTM D-6217 e envolve um embebedimento a frio de uma amostra de 300 mililitros a 4oC durante 16 horas, seguido por um aquecimento natural a temperatura ambiente (21oC), antes da filtração através de um aparato de laboratório especial. O auxiliar técnico no National Biodiesel Board facilitou as modificações deste método de teste. Todo o combustível de biodiesel vendido em Minnessota deve passar por este teste com um tempo de filtração menor do que 360 segundos, pelos requisitos dos clientes específicos. A experiência com este teste mostrou que os limites da especificação podem não ser adequados na identificação ou prevenção de problemas potenciais de campo, uma vez que combustíveis filtrados ou não filtrados passaram facilmente por este teste.

[0035]A experiência sugere que o tipo e qualidade do óleo da carga de alimentação que é empregado para produzir o biodiesel tenham um impacto na qualidade e natureza do sedimento formado. O biodiesel feito de óleo de soja refinado e branqueado tende a formar sedimento mais facilmente quando exposto ao resfriamento instantâneo. O biodiesel feito de

óleo de soja menos processado (tal como desgomado e desodorizado) tende a requerer exposição prolongada às temperaturas de resfriamento antes do sedimento se formar. Esta dependência do tempo e temperatura na formação o sedimento poderia resultar em diferentes experiências de campo com combustível não filtrado. Entretanto, é notado que independente do óleo de carga de alimentação empregado, o processo de filtração a frio descrito acima é bem-sucedido na remoção de materiais de formação de sedimento.

[0036]A invenção foi mostrada e descrita acima com as modalidades preferidas, e é entendido que muitas modificações, substituições e adições possam ser feitas as quais estejam dentro do espírito e escopo pretendido da invenção. A partir do anterior, pode ser observado que a presente invenção conclui pelo menos todos os seus objetivos declarados.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para remoção de impurezas do biodiesel, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende: converter uma carga de alimentação em biodiesel tendo uma temperatura excedendo a 98°C; resfriar o biodiesel a uma temperatura menor do que 38°C para formar partículas de impurezas; e filtrar o biodiesel resfriado para remover as partículas.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o biodiesel é resfriado a uma temperatura entre 4-38°C.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de resfriamento é realizada em múltiplos estágios empregando uma série de permutadores de calor.

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente compreende periodicamente limpar os permutadores de calor executando-se o biodiesel não resfriado através dos permutadores de calor sem fornecimento de fluido de resfriamento aos permutadores.

5. Método, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um primeiro estágio de resfriamento reduz a temperatura de biodiesel para 93-105°C, um segundo estágio de resfriamento adicionalmente reduz a temperatura de biodiesel para 26-33°C, e um terceiro estágio de resfriamento adicionalmente reduz a temperatura do biodiesel para pelo menos 18-24°C.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de filtração inclui múltiplos estágios.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um primeiro estágio de filtração inclui a adição de um absorvente ao biodiesel.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o absorvente é selecionado do grupo consistindo em terra diatomácea, sílica, areia e misturas destes.

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o absorvente é terra diatomácea.

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a terra diatomácea é entre 0,1% a 0,25% do peso do biodiesel.

11. Método, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro estágio de filtração inclui um filtro de chapa.

12. Método, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um segundo estado de filtração inclui um filtro de soquete.

13. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a carga de alimentação inclui triglicerídeos e o biodiesel inclui éteres de metila, o método compreendendo adicionalmente pré-tratar os triglicerídeos para remover as impurezas.

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o resfriamento é concluído através de uma série de permutadores de calor.

15. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a filtração é concluída através de uma série de filtros.

16. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente compreende adicionar um absorvente aos ésteres de metila após o resfriamento e antes da filtração para formar uma lama.

17. Método, de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o absorvente é terra diatomácea.

18. Método, de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a lama é filtrada através de um filtro de chapa para remover as partículas do biodiesel.

19. Método, de acordo com a reivindicação 18, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o biodiesel é adicionalmente filtrado através de um filtro de soquete para remover as partículas.

20. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente compreende hibernar os ésteres de metila filtrados.

21. Método, de acordo com a reivindicação 20, **CARACTERIZADO** pelo fato de que adicionalmente compreende fracionar os ésteres de metila hibernados.

22. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os ésteres de metila atendem

as especificações ASTM D6751 ou maiores antes do resfriamento.

Processos de Produção de Biodiesel

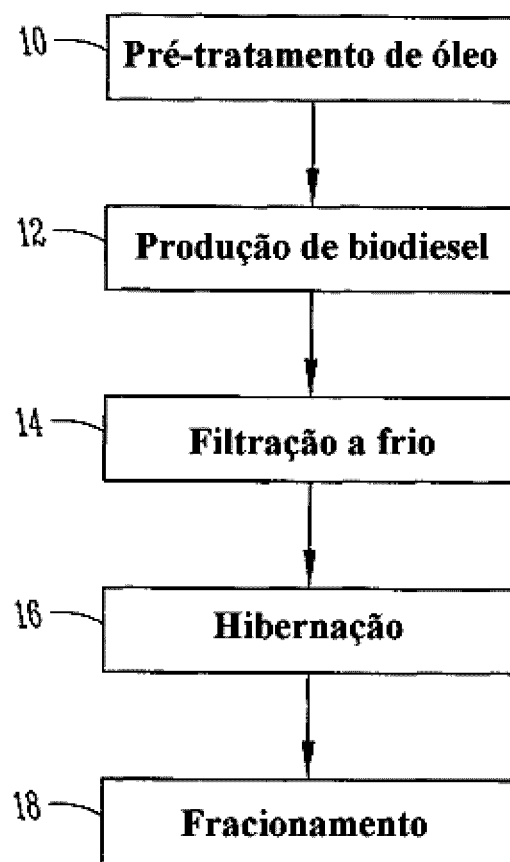


Fig. 1

Filtração a frio

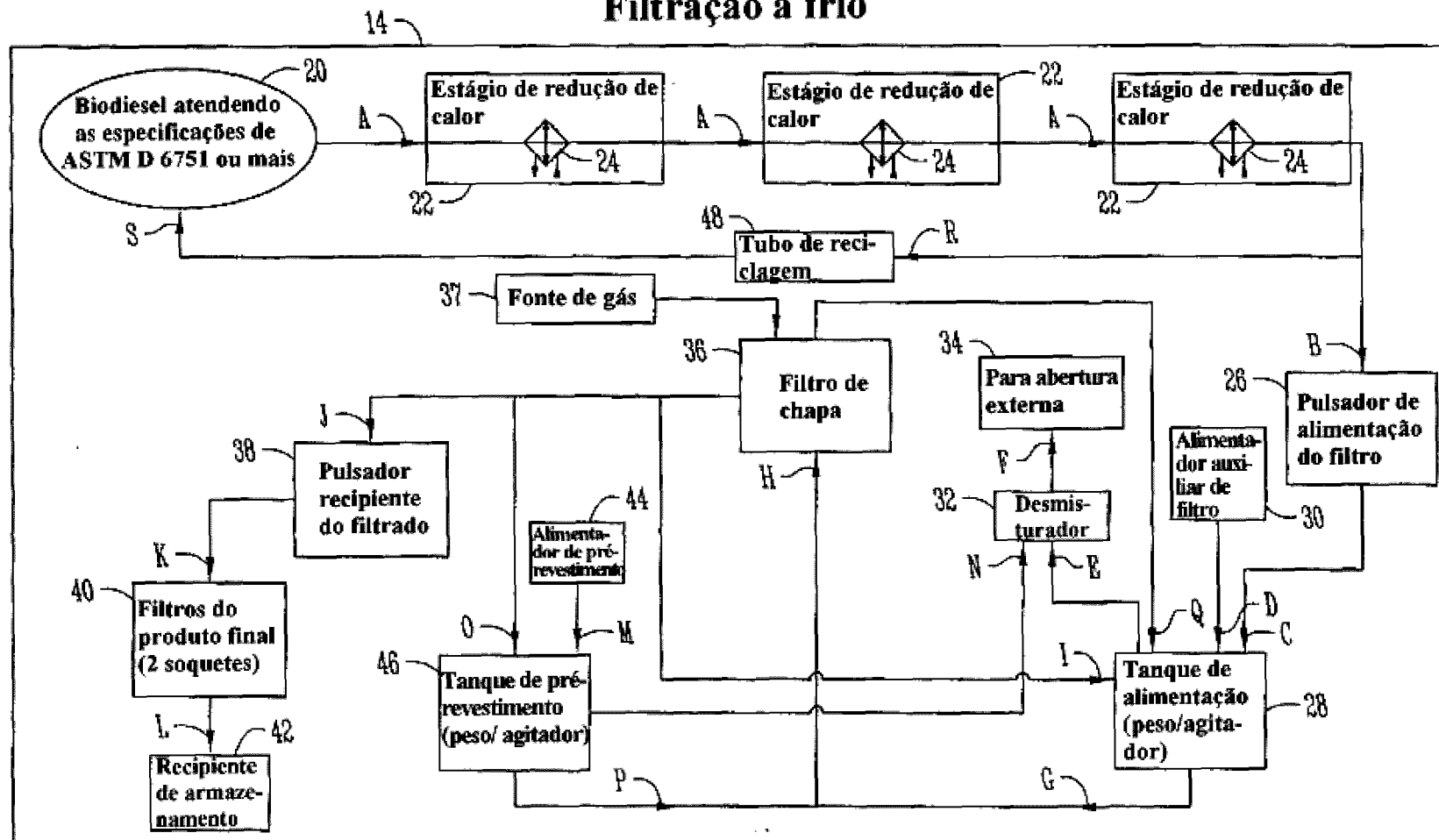


Fig.2