



**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
MINISTÉRIO DA ECONOMIA  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**

CARTA PATENTE Nº BR 102013023882-1

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

**(21) Número do Depósito:** BR 102013023882-1

**(22) Data do Depósito:** 18/09/2013

**(43) Data da Publicação Nacional:** 17/11/2015

**(51) Classificação Internacional:** C10L 1/196; C10L 10/14; C10L 10/16.

**(54) Título:** ADITIVOS COPOLIMÉRICOS DERIVADOS DE ANIDRIDO MALEICO COMO MELHORADORES DAS PROPRIEDADES DE FLUXO A FRIO DE COMBUSTÍVEIS, BIOCMBUSTÍVEIS E MISTURAS

**(73) Titular:** UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. CGC/CPF: 75095679000149. Endereço: RUA JOÃO NEGRÃO, 280 2º ANDAR, Curitiba, PR, BRASIL(BR), 80010-200

**(72) Inventor:** MARIA APARECIDA FERREIRA CÉSAR-OLIVEIRA; LUIZ PEREIRA RAMOS; ANGELO ROBERTO DOS SANTOS OLIVEIRA; ALINE SILVA MUNIZ; FERNANDO AUGUSTO FERRAZ; THOMAS MITCHEL FREIRES BAENA.

**Prazo de Validade:** 20 (vinte) anos contados a partir de 18/09/2013, observadas as condições legais

**Expedida em:** 09/03/2021

Assinado digitalmente por:

**Liane Elizabeth Caldeira Lage**

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados



**“ADITIVOS COPOLIMÉRICOS DERIVADOS DE ANIDRIDO MALEICO COMO MELHORADORES DAS PROPRIEDADES DE FLUXO A FRIO DE COMBUSTÍVEIS, BIOCOMBUSTÍVEIS E MISTURAS”**

**Campo da Invenção**

[001]. A presente patente de invenção relata o processo de modificação química dos (met)acrilatos de alquila, estireno e anidrido maleico, com o escopo de obter aditivos poliméricos melhoradores das propriedades de fluxo a frio (redutores de ponto de fluidez, de ponto de névoa e do ponto de entupimento de filtro a frio), assim como suas aplicações em óleo diesel, biodiesel (B100), misturas biodiesel/diesel (BX) e misturas biodiesel/biodiesel.

[002]. Mais particularmente a invenção refere-se tanto ao processo de copolimerização envolvendo tanto os acrilatos de alquila quanto os metacrilatos de alquila (doravante denominados (met)acrilatos de alquila quando a afirmação se referir a metacrilatos e acrilatos de alquila, sendo de diferentes tamanhos de cadeia ( $C_1$  a  $C_{22}$ ), mista, linear ou ramificados), com anidrido maleico, assim como a terpolimerização, utilizando estireno para este fim.

[003]. Mais especificamente a invenção se refere à copolimerização de (met)acrilatos de alquila com anidrido maleicos com posterior esterificação utilizando álcoois de tamanhos de cadeia variados ( $C_1$  a  $C_{22}$ ) que possuem cadeia mista, linear ou ramificada, para a obtenção de ésteres copoliméricos, assim como a terpolimerização utilizando estireno, a fim de compatibilizar o seu uso como aditivos anticongelantes de combustíveis e biocombustíveis, visando solucionar os problemas de fluxo a frio desses combustíveis, responsáveis por grandes prejuízos financeiros.

### **Fundamentos da Invenção**

[004]. No decorrer da década de 1970, com a crise do petróleo e uma maior preocupação com o meio ambiente, fez-se necessária a busca de novas fontes de energia e, parte dessa busca concentrou-se na pesquisa de óleos vegetais como combustíveis para motores. Diversos óleos vegetais foram utilizados com o objetivo de substituir os derivados de petróleo, porém, com o uso de óleos vegetais *in natura* surgiram complicações técnicas, tais como: a ocorrência de excessivos depósitos de carbono no motor; obstrução dos filtros de óleo e bicos injetores; diluição parcial pelo combustível no lubrificante; o comprometimento da durabilidade do motor, um aumento considerável em seus custos de manutenção [SOLDI, R.A. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná - UFPR, 2006].

[005]. Após longos períodos de uso, os motores apresentam diversos problemas que aumentam significativamente seu custo de manutenção, inviabilizando o uso dos óleos vegetais como fonte de combustão [CAMARA, F.T. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, 2009].

[006]. Com o objetivo de sanar tais problemas, foram iniciadas pesquisas para novas fontes de energia de matérias vegetais. Ao final da década de 1970, foi sugerida a proposta da modificação química dos óleos vegetais, através da reação de transesterificação, objetivando melhorar as propriedades físico-químicas dos óleos *in natura* que impedem o seu funcionamento correto nos motores do ciclo diesel. Com essa nova frente de pesquisa, surge um biocombustível renovável, chamado de biodiesel, que poderia ser produzido com propriedades bastante compatíveis às do diesel convencional [SOLDI, R.A. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná - UFPR, 2006].

[007]. O biodiesel é uma mistura de ésteres derivados de ácidos carboxílicos de cadeia longa, proveniente de fontes renováveis como

óleos vegetais ou gordura animal e pode ser obtido por diferentes processos tais como: craqueamento, esterificação ou transesterificação. Os ésteres mais estudados e atualmente produzidos em nível mundial são os provenientes dos álcoois metílico e etílico. O biodiesel pode ser usado puro ou misturado ao diesel, em diversas proporções. As misturas (ou blendas) são classificadas segundo a sua porcentagem de biodiesel em relação ao óleo diesel, como exemplo a denominação B20 que corresponde a 20% de biodiesel e 80% de diesel de petróleo [BOSHUI, C. *et. al.*, Biomass and Bioenergy 34, p. 1309-1313, 2010].

[008]. Atualmente a norma regulamentadora ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO nº14, estabelece a base das especificações exigidas para parametrizar as características do biodiesel no mercado brasileiro, em relação ao mercado americano há a ASTM - *American Standard Testing Methods D675*, que determina as condições necessárias para a aceitação do produto no mercado norte americano, na Europa existe a norma EN 14213 que estabelece as condições mínimas para o seu uso como óleo combustível [RAMOS, L.P., KNOTHE, G., GERPEN, J.V., KRAHL, J. Manual de Biodiesel. São Paulo: Editora Blücher, 2006].

[009]. Assim como o óleo diesel, o biodiesel apresenta em sua estrutura moléculas de cadeia longa que mudam de estado físico com a variação da temperatura, formando redes cristalinas tornando o óleo gelatinoso, e em temperaturas mais baixas, o mesmo óleo pode ficar totalmente solidificado [MUNIZ, A.S. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná - UFPR, 2012].

[010]. A formação da rede cristalina das parafinas contidas nos óleos acaba aprisionando as moléculas de hidrocarbonetos líquidos até que o mesmo não possa mais fluir, temperatura esta denominada ponto de fluidez.

[011]. Com o intuito de resolver os problemas de solidificação, a utilização de aditivos é bastante eficaz e econômica para melhorar as

propriedades de fluxo a frio de óleos combustíveis e seus derivados. Diversos compostos poliméricos que apresentam longos segmentos hidrocarbônicos pendentos na cadeia principal são encontrados na literatura como aditivos eficientes para petróleo e derivados [CÉSAR-OLIVEIRA, M.A.F.; Tese de Doutorado - Instituto de Química - UFRJ, 2002].

### **Técnica relacionada**

[012]. Em técnicas anteriores, como na patente PI0109278-2B1, foram propostos processos para resolver problemas de fluxo a frio em petróleo, como a raspagem mecânica ou o aquecimento de paredes de dutos e reservatórios, mas esses processos são muito dispendiosos [Copolímeros de acrilatos e/ou de metacrilatos de alquilas/n-vinil pirrolidona, processo para a obtenção de ditos copolímeros, bem como aditivo destinado a abaixar o ponto de escoamento de óleos brutos de petróleo e a melhorar o comportamento reológico; 2012, PI0109278-2B1].

[013]. A SHELL propôs em sua patente FR1575984, que compostos macromoleculares do tipo pente, construídos sobre o modelo de uma cadeia principal hidrocarbônica na qual são enxertadas cadeias laterais longas (14 a 30 átomos de carbono), podem perturbar a cristalização de parafinas. Sendo assim, esta técnica sugeriu a utilização de aditivos poliméricos, onde o papel é de retardar ou modificar a cristalização das parafinas de maneira que as propriedades de escoamento de óleos sejam melhoradas e impeçam que os cristais formados se aglomerem sobre as paredes [Process for the preparation of a crude-oil composition with a depressed pour point, 1968, FR1575984].

[014]. A patente de invenção US4110283 refere-se a composições inibidoras de cristalização, que contêm como componente ativo um copolímero de 4-vinil-piridina e de ésteres do ácido acrílico, disperso num meio aquoso, sendo adequados para utilização em óleos do tipo diesel, para evitar a deposição de parafina sólida nas paredes dos recipientes

e dutos [Crystallization inhibitor for paraffin. 1978, US4110283].

[015]. Foi descoberto na patente de invenção US3957659, que as propriedades de fluxo de um óleo bruto podem ser melhoradas pela incorporação de polímeros, que consistem em uma cadeia principal de átomos de carbono, que leva anéis heterocíclicos e cadeias laterais longas de hidrocarbonetos, possuindo menor proporção de um ou mais copolímeros, contendo em sua estrutura um composto monoinsaturado com cadeia lateral longa de hidrocarbonetos, um heterocíclico monoinsaturado contendo nitrogênio, verificando que a cadeia longa insaturada com 4-vinil-piridina possui propriedades que melhoram o escoamento desses óleos, particularmente daqueles que tenham sido submetidos ao resfriamento lento [Crude oil compositions having improved low temperature flow properties. 1973, US3957659].

[016]. A empresa Hass em 1930 desenvolveu os primeiros aditivos poliméricos anticongelantes e ainda é predominante no mercado. Atualmente, diversos polímeros derivados de álcoois de cadeia longa são encontrados na literatura como aditivos eficientes para petróleo e derivados, porém não se encontra na literatura investigação relatada dos mesmos aditivos que apresentem características químicas e físico-químicas necessárias à solução do problema de forma a retardar e/ou modificar a cristalização dos constituintes do biodiesel e também do óleo vegetal. Devido a isto surgiu à necessidade de sintetizar aditivos eficientes quanto este desenvolvido pela requerente, que seja promissor tanto para biodiesel puro B100 quanto para misturas com diesel [CÉSAR-OLIVEIRA, M.A.F.; Tese de Doutorado - Instituto de Química – UFRJ, 2002; MUNIZ, A.S.; Dissertação de mestrado - Departamento de Química - UFPR, 2012]. Neste trabalho, os autores sintetizam cinco monômeros de acrilatos de alquila através da reação de esterificação do ácido acrílico com os álcoois (decenol, dodecenol, tetradecenol, hexadecenol e octadecenol), respectivamente. Estes monômeros foram utilizados em reações de

copolimerização com anidrido maleico. Todos os copolímeros foram posteriormente modificados através da reação de maleinização com hexadecilamina, produzindo uma série de poli(acrilatos de alquila-co-N-hexadecilmaleimida). Estes materiais poliméricos foram utilizados como aditivos como dispersante de parafinas e melhoradores de fluxo nas concentrações 100, 200, 300, 400, 500 e 1000 ppm em óleo cru indiano [DESHMUKH, S., *et. al.*, Fuel Processing Technology, v. 89, p. 227-233, 2008].

[017]. Xu e colaboradores sintetizaram o poli(anidrido maleico-co- $\alpha$ -olefina-co-estireno) utilizando os monômeros anidrido maleico, estireno e 1-octadeceno como  $\alpha$ -olefina. Três proporções molares de estireno (0,5, 0,75 e 1,0) para anidrido maleico foram utilizadas. Esses três produtos foram submetidos à reação de amidação com uma amina de cadeia longa (octadecilamina) em excesso. O efeito destes três produtos na capacidade de fluxo a frio foi estudado por reologia. As amostras foram adicionadas (50, 100 e 200 ppm) em petróleo bruto (origem não informada) e um óleo ceroso modelo (solução 4% em massa de hexatriacontano em decano) [XU, J. *et al.*, Frontiers of Chemical Science and Engineering. v. 5, p. 74-78, 2011].

[018]. Esta invenção relata a produção de um aditivo multifuncional visando a melhoria das propriedades antioxidante, dispersante, índice de viscosidade de óleo lubrificante. Os monômeros utilizados na produção do aditivo polimérico foram: anidrido maleico, metacrilato de glicidila, metacrilato de isocianatoetila ou azlactona de vinila. A modificação do polímero foi realizada com duas aminas, a N-alkilfenotiazina e a 4-aminodifenilamina, atuando como antioxidantes [Dispersant and antioxidant VI improvers based on olefin copolymers containing phenothiazine and aromatic amine groups. 1999, US 5942471].

[019]. Esta invenção descreve a produção de copolímeros de acrilatos de alquila com anidrido maleico. Os acrilatos utilizados são três conjuntos destes monômeros. I) Acrilatos de alquila contendo de 1 a 4

átomos de carbono; II) Acrilatos de alquila de 8 a 16 átomos de carbono; III) Acrilatos de alquila de 17 a 30 átomos de carbono. O copolímero obtido com até 20% em massa de anidrido maleico é opcionalmente submetido à reação com uma amina para produção de um modificador de viscosidade. O polímero é modificado com aminas aromáticas e alifáticas. As aminas aromáticas utilizadas, por exemplo, fenilenodiaminas, 4,4'-diaminodifenilamina ou seus sais. A amina alifática pode envolver compostos de polialquilenos poliamina ou outras poliaminas [Alkyl acrylate copolymer VI modifiers and uses thereof. 2008, US 0033114].

### **Sumário da invenção**

[020]. Durante o desenvolvimento verificou-se que os monômeros (met)acrílicos de variados tamanhos de cadeia ( $C_1$  a  $C_{22}$ ), podem ser copolimerizados com monômeros de anidrido maleico, dando origem ao poli(anidrido maleico-co-(met)acrilato de alquila-co-estireno) podendo ser posteriormente esterificado utilizando-se quaisquer álcoois de cadeia mista, linear, ou ramificada de  $C_1$  a  $C_{22}$ , de tamanhos de cadeia variados em diferentes proporções molares (álcool:unidades de anidrido maleico).

[021]. A esterificação do copolímero obtido foi realizada utilizando-se álcoois (ROH) de diferentes tamanhos de cadeia, na faixa de  $C_1$  a  $C_{22}$ , mista, linear ou ramificada, em diferentes proporções, (ROH:unidades de anidrido maleico).

[022]. Verificou-se também que uma solução de monômeros em diferentes proporções de anidrido maleico, estireno e (met)acrilato de alquila, pode ser polimerizada para dar origem a polímeros do tipo poli(anidrido maleico-co-(met)acrilato de alquila-co-estireno), terpolímeros inéditos na literatura para esse fim. A esterificação destes terpolímeros pode ser realizada utilizando-se quaisquer álcoois de cadeia mista, linear, ou ramificada (de  $C_1$  a  $C_{22}$ ), em diferentes proporções

molares (ROH:unidades de anidrido maleico).

[023]. A metodologia utilizada pela requerente foi a polimerização em solução via radical livre, utilizando peróxidos como iniciadores, uma técnica simples e de baixo custo. As unidades de anidrido dos ésteres copoliméricos foram esterificadas utilizando-se álcoois de cadeia mista, linear ou ramificada, de tamanhos variados ( $C_1$  a  $C_{22}$ ) e tolueno ou xileno como solvente, obtendo-se copolímeros que são capazes de melhorar as propriedades de fluxo a frio de óleos combustíveis.

[024]. Os copolímeros assim como os terpolímeros, desenvolvidos pela requerente, podem ser utilizados como aditivos anticongelantes. Por exemplo, com apenas 1000 ppm, não limitante a esta concentração, os aditivos foram capazes de promover uma redução em torno de 22 °C no ponto de fluidez de biodiesel etílico de soja (B100) permitindo atingir temperaturas de -23 °C. Os aditivos desenvolvidos também se mostraram eficientes na redução do ponto de névoa, atingindo valores de até -8 °C, com apenas 1000 ppm de aditivo, além de bons resultados obtidos em concentrações menores.

[025]. Este comportamento, permitiu concluir que os compostos poliméricos sintetizados apresentam uma característica estrutural direcionada para atuação como aditivo para biodiesel puro, uma vez que apresentaram reduções no ponto de fluidez e no ponto de névoa bastante significativas sendo que, na literatura, não se encontra nenhum relato com essas reduções para biodiesel puro (B100).

[026]. Os ésteres copoliméricos sintetizados via poli(anidrido maleico-co-(met)acrilato de alquila), assim como os terpolímeros de poli(anidrido maleico-co-(met)acrilato de alquila-co-estireno) são aditivos que possuem ótimos desempenhos, não só para o biodiesel puro (B100), mas também para as misturas biodiesel-diesel. Tem-se como exemplo demonstrativo, não limitante, um resultado para a blenda B5 (5% biodiesel: 95% petrodiesel), com uma redução do ponto de fluidez em

torno de 19 °C com apenas 1000 ppm, permitindo atingir um valor de ponto de fluidez de -12 °C para o B5 (oriundo de biodiesel etílico de soja), o que evidencia que com a utilização desses aditivos anticongelantes, os diversos combustíveis podem ser utilizados em quaisquer misturas, biodiesel-diesel, biodiesel-biodiesel, em variadas proporções.

[027]. Quando utilizados em misturas biodiesel-diesel contendo uma maior porcentagem de biodiesel, como por exemplo não limitante, a mistura B20 (20% biodiesel: 80% diesel), os aditivos copolímeros anticongelantes reduzem em torno de 20 °C o ponto de fluidez, permitindo atingir um valor de ponto de fluidez de -17 °C para o B20 (oriundo de biodiesel etílico de soja), mostrando que a o biodiesel pode ser incluído em maior concentração ao diesel, não sendo um problema, uma vez que com o aumento da concentração de biodiesel na matriz de diesel a mistura se comporta melhor frente a redução de temperatura, melhorando as propriedades de fluxo a frio, sendo esta uma preocupação fundamental nos países de clima frio e ainda na região sul do Brasil.

[028]. Os aditivos anticongelantes desenvolvidos pela requerente viabilizam a utilização de combustíveis em quaisquer misturas, biodiesel-diesel, biodiesel-biodiesel, em diversas proporções para serem utilizados em motores que operam em regiões onde o inverno é muito rigoroso, diminuindo os problemas causados pela cristalização e solidificação dos combustíveis, que são responsáveis por dificuldades no armazenamento e transporte de combustíveis, assim como pelo entupimento de filtros em motores.

### **Breve descrição das Figuras**

[029]. A Figura 1 mostra, como exemplo não limitante, o espectro no infravermelho do poli(metacrilato de alquila-co-anidrido maleico) (TTM1) e o poli(metacrilato de alquila-co-maleato de alquila) (TT1) onde

o grupamento alquila varia de 1 a 22 átomos de carbono.

[030]. Pelos espectros pode-se observar que houve esterificação das unidades de anidrido maleico pela redução da intensidade relativa das bandas de C=O de anidrido ( $1776\text{ cm}^{-1}$  e  $1861\text{ cm}^{-1}$ ), em relação aos sinais na região de  $2849\text{ cm}^{-1}$  (deformação axial de C-H). São observadas bandas na região de deformação axial de O-H de ácido carboxílico ( $3613\text{ cm}^{-1}$  e  $2600\text{ cm}^{-1}$ ), e os espectros não apresentaram bandas na região de O-H de álcool ( $3300\text{ cm}^{-1}$ ), mostrando a ausência desse contaminante.

[031]. A Figura 2 mostra, como exemplo não limitante, o espectro de FTIR do poli(anidrido maleico-co-(met)acrilato de alquila-co-estireno) (TTS) e do poli(metacrilato de alquila-co-maleato de alquila-co-estireno) (TTMS), onde foi possível confirmar a formação dos produtos pelo aparecimento de bandas na região de carbonila de anidrido ( $1856\text{ cm}^{-1}$  e  $1779\text{ cm}^{-1}$ ), sinais intensos na região de  $2860\text{ cm}^{-1}$  (deformação axial de C-H), sinais em  $1724\text{ cm}^{-1}$  referentes à carbonila do éster (C=O), bandas na região de deformação angular de C-H típicas do monômero vinílico incorporado e, principalmente, pela ausência das bandas de C=C características de monômeros vinílicos, em geral ( $1640\text{ cm}^{-1}$ ). A alteração da intensidade relativa das bandas de carbonila de anidrido e de carbonila de éster comprovam a formação do produto esterificado TTMS.

### **Descrição detalhada da invenção**

[032]. A presente patente de invenção se refere à síntese de aditivos, assim como suas aplicações, constituído de grupamentos pendentos na cadeia polimérica ( $C_1$  a  $C_{22}$ ), derivados da copolimerização e da terpolimerização, em solução, de monômeros anidrido maleico e (met)acrilato de alquila, via radical livre, utilizando tolueno, xileno, peróxido de benzoíla (BPO) e 2,2'-azobis-isobutironitrila (AIBN) como exemplos não limitantes.

[033]. No presente invento a copolimerização, assim como a terpolimerização, devem ser procedidas, sob refluxo em atmosfera inerte, numa faixa de tempo que pode variar de 0,1 a 60 horas, sendo mais preferível entre 12 e 54 horas, sendo mais preferível ainda entre 15 e 30 horas.

[034]. No presente invento podem-se utilizar todos e quaisquer tipos de azocompostos e peróxidos como iniciadores, como exemplo não limitante tem-se AIBN (2,2'-azobis-isobutironitrila) e BPO (peróxido de benzoíla), não restringindo somente a esta aplicação, podendo ser utilizado na faixa de concentração de 0,1 mol% a 6,5 mol%, mais preferível entre 0,5 mol% e 5,5 mol% sendo mais preferível ainda entre 1,0 mol% e 4,5 mol% em relação aos monômeros.

[035]. Ao final do tempo de reação a purificação do aditivo é realizada por precipitação utilizando álcool C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub> alifático, então o produto precipitado é separado do sobrenadante, e seco em estufa a 60 °C e depois reprecipitado em álcool C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub> alifático, separado do sobrenadante e novamente seco em estufa a 60 °C, até massa constante, sendo posteriormente caracterizado por espectroscopia de ressonância magnética nuclear de hidrogênio (RMN de <sup>1</sup>H) e de carbono (RMN de <sup>13</sup>C), espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) e por cromatografia de permeação em gel (GPC).

[036]. A cromatografia por permeação em gel (GPC) foi utilizada para determinar a massa molar dos polímeros sintetizados. A mesma indica que os polímeros devem possuir massa molar numérica média (<M<sub>n</sub>>) compreendida entre 70000 e 600, sendo preferível entre 50000 e 900, sendo mais preferível ainda entre 40000 e 2000 e massa molar ponderal média (<M<sub>w</sub>>) compreendida entre 190000 e 500, sendo preferível entre 80000 e 800, sendo mais preferível ainda entre 60000 e 1200, refletindo em polidispersão entre 7,5 e 1,0 sendo preferível entre 5,5

e 1,0 sendo mais preferível ainda entre 4,5 e 1,0.

[037]. A avaliação do desempenho dos polímeros como aditivo pode ser realizada através da determinação do ponto de fluidez e do ponto de névoa das amostras de biocombustíveis, segundo a norma ASTM D97-93. Os ensaios podem ser realizados em amostras aditivadas na faixa de concentração de 6000 a 5 ppm, sendo mais preferível 4000 a 5 ppm, sendo mais preferível ainda de 2000 a 5 ppm.

## REIVINDICAÇÕES

1. PROCESSO DE SÍNTESE DE ADITIVOS COPOLIMÉRICOS DERIVADOS DE ANIDRIDO MALEICO COMO MELHORADORES DAS PROPRIEDADES DE FLUXO A FRIO DE COMBUSTÍVEIS, BIOCOMBUSTÍVEIS E MISTURAS **caracterizado pela** polimerização radicalar entre os monômeros (met)acrílicos, anidrido maleico e estireno, com posterior esterificação das unidades de anidrido, podendo ser um copolímero ou um terpolímero dependendo da razão de alimentação dos comonômeros no meio reacional.

2. USO DE ADITIVOS COPOLIMÉRICOS DERIVADOS DE ANIDRIDO MALEICO COMO MELHORADORES DAS PROPRIEDADES DE FLUXO A FRIO DE COMBUSTÍVEIS, BIOCOMBUSTÍVEIS E MISTURAS, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que é utilizado como aditivo anticongelante, aditivo redutor do ponto de névoa, do ponto de fluidez e do ponto de entupimento de filtro a frio de combustíveis.

3. USO DE ADITIVOS COPOLIMÉRICOS DERIVADOS DE ANIDRIDO MALEICO COMO MELHORADORES DAS PROPRIEDADES DE FLUXO A FRIO DE COMBUSTÍVEIS, BIOCOMBUSTÍVEIS E MISTURAS, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que é utilizado como aditivo para combustíveis e biocombustíveis, incluídos, mas não limitados a: óleo diesel, biodiesel, bioquerosene, querosene, gasolina, etanol, metanol, biocombustíveis, bem como as misturas oriundas destes em quaisquer proporções.

4. PROCESSO DE SÍNTESE ADITIVOS COPOLIMÉRICOS DERIVADOS DE ANIDRIDO MALEICO COMO MELHORADORES DAS PROPRIEDADES DE FLUXO A FRIO DE COMBUSTÍVEIS, BIOCOMBUSTÍVEIS E MISTURAS, de acordo

com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo processo de polimerização em refluxo num período de 0,1 a 60 horas.

5. ADITIVOS COPOLIMÉRICOS DERIVADOS DE ANIDRIDO MALEICO COMO MELHORADORES DAS PROPRIEDADES DE FLUXO A FRIO DE COMBUSTÍVEIS, BIOCOMBUSTÍVEIS E MISTURAS, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** possuir baixa massa molar e composição aleatória de seus comonômeros.

## FIGURAS

Figura 1

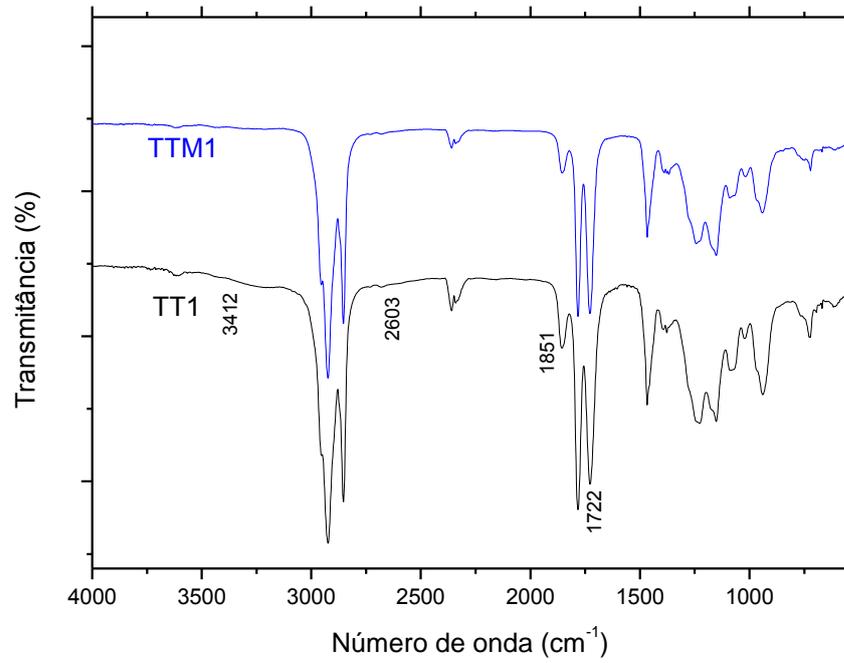


Figura 2

