



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

(11) PI 0909968-9 B1

(22) Data do Depósito: 14/04/2009

(45) Data de Concessão: 09/10/2018



(54) Título: FIBRAS FORMADAS A PARTIR DE UMA MISTURA DE UM COPOLIÉSTER ALIFÁTICO-AROMÁTICO MODIFICADO E DE AMIDO TERMOPLÁSTICO

(51) Int.Cl.: D01F 6/84; D01F 6/78; D04H 1/42

(30) Prioridade Unionista: 06/06/2008 US 12/134,511

(73) Titular(es): KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC.

(72) Inventor(es): BO SHI; JAMES H. WANG; AIMIN HE

(85) Data do Início da Fase Nacional: 02/12/2010

**"FIBRAS FORMADAS A PARTIR DE UMA MISTURA DE UM COPOLIÉSTER
ALIFÁTICO-AROMÁTICO MODIFICADO E DE AMIDO TERMOPLÁSTICO"**

Campo da Invenção

Devido a sua renovabilidade e, em geral, baixo
5 custo, várias tentativas têm sido feitas para formar fibras a
partir de amido. Convencionalmente, fibras de amido têm sido
produzidas usando processos de fiação à úmido. Por exemplo, uma
suspensão coloidal de amido/solvente pode ser extrudada a partir
de uma fiandeira para um banho de coagulação. Esse processo se
10 baseia na tendência marcante de amilose se alinhar e formar
agregados fortemente associados, para fornecer resistência e
integridade à fibra final. Qualquer amilopectina era tolerada como
uma impureza que afetava adversamente o processo de fiação de
fibras e a resistência do produto final. Devido ao fato de que era
15 bem conhecido que amido natural era rico em amilopectina,
abordagens anteriores incluíram o pré-tratamento do amido natural
para se obter a porção rica em amilose desejável para a fiação de
fibras. Entretanto, essa abordagem não era economicamente factível
em uma escala comercial porque uma grande porção (isto é, a porção
20 de amilopectina) do amido era descartada. Mais recentemente,
tentativas têm sido feitas para fiar massa em fusão amido em
fibras. A Patente U.S. No. 6.890.872 de Bond et al., por exemplo,
descreve fibras altamente atenuadas produzidas por fiação de massa
em fusão de uma composição compreendendo amido desestruturado, um
25 polímero termoplástico biodegradável e um plastificante.
Infelizmente, contudo, acredita-se que tais fibras possuam
resistência e propriedades mecânicas inadequadas para uso em
muitas aplicações.

Como tais, existe atualmente uma demanda por
30 fibras de amido que exibam boas propriedades mecânicas.

Resumo da Invenção

De acordo com uma modalidade da presente
invenção, é revelada uma fibra que é formada a partir de uma
composição termoplástica que compreende de cerca de 5% em peso a
35 cerca de 40% em peso de pelo menos um amido termoplástico e de
cerca de 60% em peso a cerca de 95% em peso de um copoliéster

alifático-aromático terminado com um grupo alquila, grupo hidróxi-
alquila ou uma combinação de tais. O copoliéster apresenta um
índice de escoamento em fusão de cerca de 5 a cerca de 200 gramas
por 10 minutos, determinado em uma carga de 2.160 gramas e
5 temperatura de 190°C, de acordo com o Método de Teste ASTM D1238-
E.

De acordo com outra modalidade da presente
invenção, é revelado um processo para formação de uma fibra, que
compreende a reação de um primeiro copoliéster alifático-aromático
10 com pelo menos um álcool, para resultar em um segundo copoliéster
modificado tendo um índice de escoamento em fusão que seja maior
do que o índice de escoamento em fusão do primeiro copoliéster,
determinado em uma carga de 2.160 gramas e temperatura de 190°C,
de acordo com o Método de Teste ASTM D1238-E; a combinação do
15 segundo copoliéster com um amido termoplástico para formar uma
mistura; e a extrusão da mistura através de uma fiação para formar
uma fibra.

Outras características e aspectos da presente
invenção são discutidos em maiores detalhes abaixo. - - - - -

20

Breve Descrição dos Desenhos

Uma descrição completa e capacitante da presente
invenção, incluindo o seu melhor modo, dirigida a um técnico no
assunto, é mostrada mais particularmente no restante do relatório
descritivo, o qual faz referência às figuras anexas, nas quais:

25

A Figura 1 é uma ilustração esquemática de um
processo que pode ser usado em uma modalidade da presente invenção
para formar fibras;

30

A Figura 2 é uma representação gráfica da
viscosidade aparente do amido termoplástico e do copoliéster
modificado dos Exemplos 1 e 2, em várias tensões de cisalhamento e
temperaturas; e

35

A Figura 3 é uma representação gráfica da
viscosidade aparente da composição termoplástica dos Exemplos 3 -
6 em várias tensões de cisalhamento.

O uso repetido de caracteres de referência no
presente relatório descritivo e nos desenhos pretende representar
os mesmos ou análogos, características ou elementos da invenção.

Descrição Detalhada das Modalidades Representativas

Será realizada agora referência em detalhes a várias modalidades da invenção, um ou mais exemplos da qual são mostrados abaixo. Cada exemplo é fornecido por meio de explicação da invenção, não de limitação da invenção. De fato, será evidente para os técnicos no assunto que várias modificações e variações podem ser feitas na presente invenção, sem se desviar do escopo ou do espírito da invenção. Por exemplo, características ilustradas ou descritas como parte de uma modalidade, podem ser usadas em outra modalidade, para se obter uma ainda outra modalidade. Portanto, pretende-se que a presente invenção cubra tais modificações e variações conforme recaiam dentro do escopo das reivindicações apenas e de seus equivalentes.

Definições

Conforme usado neste relatório, o termo "biodegradável" ou "polímero biodegradável", em geral, se refere a um material que se degrade a partir da ação de microorganismos que ocorram naturalmente, tais como bactérias, fungos e algas; de calor ambiental; de umidade ou de outros fatores ambientais. A biodegradabilidade de um material pode ser determinada usando o Método de Teste ASTM 5338.92.

Conforme usado neste relatório, o termo "fibras" se refere a extrudados alongados formados por passagem de um polímero através de um orifício de formação, tal como uma fiação. A menos se indicado de outra maneira, o termo "fibras" inclui fibras descontínuas tendo um comprimento definido e filamentos substancialmente contínuos. Substancialmente, por exemplo, filamentos podem ter um comprimento muito maior do que seu diâmetro, tal como uma razão de comprimento em relação ao diâmetro ("razão de aspecto") maior do que cerca de 15.000 para 1, e, em alguns casos, maior do que cerca de 50.000 para 1.

Conforme usado neste relatório, o termo "monocomponente" se refere a fibras formadas a partir de um polímero. Obviamente, isso não exclui fibras às quais aditivos tenham sido adicionados para cor, propriedades antiestáticas, lubrificação, hidrofobicidade, repelência a líquidos, etc.

Conforme usado neste relatório, o termo "multicomponentes" se refere a fibras formadas a partir de pelo menos dois polímeros (por exemplo, fibras bicomponentes), que são extrudadas a partir de extrusoras separadas. Os polímeros são

5 dispostos em zonas distintas posicionadas de maneira substancialmente constante através da seção transversal das fibras. Os componentes podem ser dispostos em qualquer configuração desejada, tais como envoltório-núcleo, lado a lado, torta segmentada, ilha no mar, e assim por diante. Vários

10 processos para formação de fibras multicomponentes são descritos nas Patentes U.S. Nos. 4.789.592 de Taniguchi et al.; 5.336.552 de Strack et al.; 5.108.820 de Kaneko, et al.; 4.795.668 de Kruege, et al.; 5.382.400 de Pike, et al.; 5.336.552 de Strack, et al.; e 6.200.669 de Marmon, et al.; as quais são incorporadas neste

15 relatório por referência em sua totalidade por referência para todas as finalidades. Fibras multicomponentes tendo vários formatos irregulares também podem ser formadas, tal como descrito nas Patentes U.S. Nos. 5.277.976 de Hogle, et al.; 5.162.074 de Hills, 5.466.410 de Hills, 5.069.970 de Largman, et al.; e

20 5.057.368 de Largman, et al., as quais são incorporadas em sua totalidade neste relatório por referência para todas as finalidades.

Conforme usado neste relatório, o termo "multiconstituintes" se refere a fibras formadas a partir de pelo menos dois polímeros (por exemplo, fibras biconstituintes), que

25 são extrudadas como uma mistura. Os polímeros não estão dispostos em zonas distintas posicionadas de maneira substancialmente constante através da seção transversal das fibras. Várias fibras multiconstituintes são descritas na Patente U.S. No. 5.108.827 de

30 Gessner, a qual é incorporada neste relatório em sua totalidade por referência para todas as finalidades.

Conforme usado neste relatório, o termo "trama não tecida" se refere a uma trama tendo uma estrutura de fibras individuais, que estão entremeadas de maneira aleatória, não de

35 uma maneira identificável, como em um tecido de malha. Tramas não tecidas incluem, por exemplo, tramas meltblown, tramas spunbond, tramas cardadas, tramas dispersas à úmido, tramas dispersas com

ar, tramas *coform*, tramas emaranhadas hidraulicamente, etc. A gramatura da trama não tecida, em geral, pode variar, mas, tipicamente, é de cerca de 5 gramas por metro quadrado ("g/m²") a 200 g/m², em algumas modalidades, de cerca de 10 g/m² a cerca de 150 g/m², e, em algumas modalidades, de cerca de 15 g/m² a cerca de 100 g/m².

Conforme usado neste relatório, o termo "trama meltblown", em geral, de refere a uma trama não tecida, que é formada por um processo, no qual um material termoplástico em fusão é extrudado através de uma pluralidade de capilares de fieira finos, usualmente circulares, como fibras em fusão, em correntes de gás (por exemplo, ar) de elevada velocidade convergentes, que atenuam as fibras de material termoplástico em fusão para reduzir se diâmetro, o qual pode ser de até diâmetro de microfibra. Depois disso, as fibras meltblown são carregadas pela corrente de gás de elevada velocidade e são depositadas sobre uma superfície de coleta, para formar uma trama de fibras meltblown dispersas aleatoriamente. Tal processo é descrito, por exemplo, nas Patentes U.S. Nos. 3.849.241 de Butin, et al.; 4.307.143 de Butin et al. e 4.707.398 de Wisneski et al., as quais são incorporadas neste relatório em sua totalidade por referência para todas as finalidades. Fibras meltblown podem ser substancialmente contínuas ou descontínuas, e, em geral, são pegajosas quando depositadas por sobre uma superfície de coleta.

Conforme usado neste relatório, o termo trama ou camada "spunbond", em geral, se refere a uma trama contendo filamentos substancialmente contínuos de pequenos diâmetros. Os filamentos são formados por extrusão de um material termoplástico em fusão a partir de uma pluralidade de capilares finos, usualmente circulares, de uma fiandeira com o diâmetro dos filamentos extrudados, então, sendo rapidamente reduzido como, por exemplo, por tiragem extratora e/ou outros mecanismos de spunbonding bem conhecidos. A produção de tramas spunbond é descrita e ilustrada, por exemplo, nas Patentes U.S. Nos. 4.340.563 de Appel, et al., 3.692.618 de Dorschner, et al., 3.802.817 de Matsuki, et al., 3.338.992 de Kinney, 3.341.394 de Kinney, 3.502.763 de Hartman, 3.502.538 de Levy, 3.542.615 de

Dobo, et al., e 5.382.400 de Pike, et al., as quais são incorporadas neste relatório em sua totalidade por referência para todas as finalidades. Spunbonds, em geral, não são pegajosos quando eles são depositados por sobre uma superfície de coleta.

5 Spunbonds, algumas vezes, podem ter diâmetros menores do que cerca de 40 micra, e estão, frequentemente, entre cerca de 5 e cerca e cerca de 20 micra.

Descrição Detalhada

10 A presente invenção é dirigida a uma fibra formada a partir de uma composição termoplástica, que contém um amido termoplástico e um copoliéster alifático-aromático. O copoliéster intensifica a resistência das fibras contendo amido e também facilita a capacidade do amido em ser processado como massa em fusão. Devido a seu ponto de fusão relativamente baixo, o
15 copoliéster alifático-aromático também pode ser extrudado com o amido termoplástico em uma temperatura que seja baixa o suficiente para evitar a remoção substancial da umidade encontrada no amido. Além disso, o copoliéster alifático-aromático também está
20 modificado com um álcool, de modo que ele contenha um ou mais grupos terminais de hidróxi-alquila ou de alquila. Por controle de maneira seletiva das condições da reação de alcoólise (por exemplo, concentrações de álcool e de copolímero, temperatura, etc.), o copoliéster alifático-aromático modificado resultante
25 pode ter um peso molecular que seja relativamente baixo. Tais polímeros de baixos pesos moleculares apresentam a combinação de um índice de escoamento em fusão mais elevado e viscosidade aparente mais baixa, o que é útil em uma ampla variedade de aplicações de formação de fibras, tais como no meltblowing de tramas não tecidas. Várias modalidades da presente invenção serão
30 agora descritas em mais detalhes.

I. Composição Termoplástica

As porcentagens relativas do amido termoplástico e copoliéster alifático-aromático modificado são controladas de maneira seletiva para se conseguir a resistência de fibra
35 desejada. Por exemplo, composições com um teor em amido grande demais, em geral, exibem pobres propriedades mecânicas. Por outro

lado, um teor em amido baixo demais reduz os benefícios de renovabilidade conferidos pelo uso de polímeros naturais. A esse respeito, a composição termoplástica, usada para formar as fibras, contém de cerca de 5% em peso a cerca de 40% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 10% em peso a cerca de 35% em peso, e, em algumas modalidades, de cerca de 15% em peso a cerca de 30% em peso de pelo menos um amido termoplástico. Igualmente, a composição termoplástica também contém de cerca de 60% em peso a cerca de 95% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 65% em peso a cerca de 90% em peso, e, em algumas modalidades, de cerca de 70% em peso a cerca de 85% em peso de pelo menos um copoliéster alifático-aromático modificado.

A. Copoliéster Alifático-Aromático Modificado

Conforme indicado acima, a composição termoplástica da presente invenção inclui um copoliéster alifático-aromático modificado com um álcool. O copoliéster alifático-aromático pode ser sintetizado usando qualquer técnica conhecida, tal como através de polimerização por condensação de um poliol em conjunto com ácidos dicarboxílicos alifáticos e aromáticos ou seus anidridos. Os polióis podem estar substituídos ou não substituídos, podem ser lineares ou ramificados, polióis selecionados a partir de polióis contendo 2 a cerca de 12 átomos de carbono e polialquilenos éter glicóis contendo 2 a 8 átomos de carbono. Exemplos de polióis, que podem ser usados incluem, mas não estão limitados a, etileno glicol, dietileno glicol, propileno glicol, 1,2-propano-diol, 1,3-propano-diol, 2,2-dimetil-1,3-propano-diol, 1,2-butano-diol, 1,3-butano-diol, 1,4-butano-diol, 1,2-pentano-diol, 1,5-pentano-diol, 1,6-hexano-diol, polietileno glicol, dietileno glicol, 2,2,4-trimetil-1,6-hexano-diol, tioldietanol, 1,3-ciclo-hexano-dimetanol, 1,4-ciclo-hexano-dimetanol, 2,2,4,4-tetrametil-1,3-ciclobutano-diol, ciclopentano-diol, trietileno glicol e tetraetileno glicol. Polióis preferidos incluem 1,4-butano-diol; 1,3-propano-diol; etileno glicol; 1,6-hexano-diol; dietileno glicol e 1,4-ciclo-hexano-dimetanol.

Ácidos dicarboxílicos alifáticos representativos, que podem ser usados, incluem ácidos dicarboxílicos substituídos ou não substituídos, lineares ou ramificados, não aromáticos,

selecionados a partir de ácidos dicarboxílicos alifáticos contendo 2 a cerca de 10 átomos de carbono, e derivados de tais. Exemplos não limitantes de ácidos dicarboxílicos alifáticos incluem ácidos malônico, málico, succínico, oxálico, glutárico, adípico, pimélico, azeláico, sebácico, fumárico, 2,2-dimetil-glutárico, subérico, 1,3-ciclopentano-dicarboxílico, 1,4-ciclo-hexano-dicarboxílico, 1,3-ciclo-hexano-dicarboxílico, diglicólico, itacônico, maléico e 2,5-norbornano-dicarboxílico. Ácidos dicarboxílicos aromáticos representativos, que podem ser usados, incluem ácidos dicarboxílicos substituídos e não substituídos, lineares ou ramificados, aromáticos, selecionados a partir de ácidos dicarboxílicos aromáticos contendo 8 ou mais átomos de carbono, e derivados de tais. Exemplos não limitantes de ácidos dicarboxílicos aromáticos incluem ácido tereftálico, tereftalato de dimetila, ácido isoftálico, isoftalato de dimetila, ácido 2,6-naftaleno-dicarboxílico, 2,6-naftalato de dimetila, ácido 2,7-naftaleno-dicarboxílico, 2,7-naftalato de dimetila, ácido 3,4'-difenil-éter-dicarboxílico, 3,4'-difenil-éter-dicarboxilato de dimetila, ácido 4,4'-difenil-éter-dicarboxílico, 4,4'-difenil-éter-dicarboxilato de dimetila, ácido 3,4'-difenil-sulfeto-dicarboxílico, 3,4'-difenil-sulfeto-dicarboxilato de dimetila, ácido 4,4'-difenil-sulfeto-dicarboxílico, 4,4'-difenil-sulfeto-dicarboxilato de dimetila, ácido 3,4'-difenil-sulfona-dicarboxílico, 3,4'-difenil-sulfona-dicarboxilato de dimetila, ácido 4,4'-difenil-sulfona-dicarboxílico, 4,4'-difenil-sulfona-dicarboxilato de dimetila, ácido 3,4'-benzofenona-dicarboxílico, 3,4'-benzofenona-dicarboxilato de dimetila, ácido 4,4'-benzofenona-dicarboxílico, 4,4'-benzofenona-dicarboxilato de dimetila, ácido 1,4-naftaleno-dicarboxílico, 1,4-naftaleno-dicarboxilato de dimetila, 4,4'-metileno bis(ácido benzóico), 4,4'-metileno bis(benzoato), etc., e misturas de tais.

Se desejado, um extensor de cadeia de di-isocianato pode ser reagido com o copoliéster para aumentar seu peso molecular. Di-isocianatos representativos podem incluir 2,4-di-isocianato de tolueno, 2,6-di-isocianato de tolueno, di-isocianato de 2,4'-difenil-metano, 1,5-di-isocianato de naftileno, di-isocianato de xilileno, di-isocianato de hexametileno ("HMDI"),

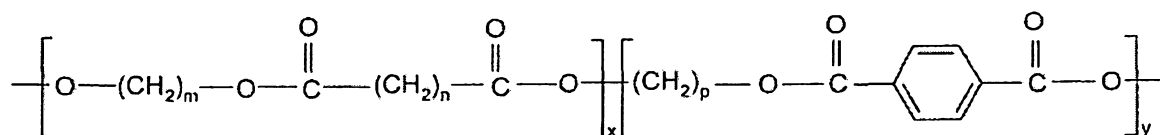
di-isocianato de isoforona e metileno bis(2-isocianato-ciclo-hexano). Compostos de isocianato trifuncionais também podem ser empregados, que contenham grupos isocianurato e/ou biuréia com uma funcionalidade de não menos do que três, ou para substituir os compostos de di-isocianato parcialmente por tri- ou poli-isocianatos. O di-isocianato preferido é di-isocianato de hexametileno. A quantidade do extensor de cadeia empregado é tipicamente de cerca de 0,3 a cerca de 3,5 em peso, em algumas modalidades, de cerca de 0,5 a cerca de 2,5% em peso com base no percentual de peso total do polímero.

Os copoliésteres podem ser ou um polímero linear ou um polímero ramificado de cadeia longa. Polímeros ramificados de cadeia longa são, em geral, preparados por uso de um agente de ramificação de baixo peso molecular, tal como um polioli, poli(ácido carboxílico), hidróxi-ácido, e assim por diante. Polióis de baixos pesos moleculares representativos, que podem ser empregados como agentes de ramificação, incluem glicerol, trimetilol-propano, trimetilol-etano, poliéter-trióis, 1,2,4-butano-triol, pentaeritritol, 1,2,6-hexano-triol, sorbitol, 1,1,4,4,-tetraquis (hidróxi-metil) ciclo-hexano, tris(2-hidróxi-etil) isocianurato e dipentaeritritol. Polióis de pesos moleculares mais elevados representativos (peso molecular de 400 a 3.000), que podem ser usados como agentes de ramificação incluem trióis derivados por condensação de óxidos de alquilenos tendo 2 a 3 carbonos, tais como óxido de etileno e óxido de propileno com iniciadores de polioli. Poli(ácidos carboxílicos) representativos, que podem ser usados como agentes de ramificação, incluem ácido hemi-melítico, ácido e anidrido trimelítico (1,2,4-benzeno-tricarboxílico), ácido trimésico (1,3,5-benzeno-tricarboxílico), ácido e anidrido piromelítico, ácido benzeno-tetracarboxílico, ácido benzofenona-tetracarboxílico, ácido 1,1,2,2-etano-tetracarboxílico, ácido 1,1,2-etano-tricarboxílico, ácido 1,3,5-pentano-tricarboxílico e ácido 1,2,3,4-ciclopentano-tetracarboxílico. Hidróxi-ácidos representativos, que podem ser usados como agentes de ramificação, incluem ácido málico, ácido cítrico, ácido tartárico, ácido 3-hidróxi-glutárico, ácido múxico, ácido tri-hidróxi-glutárico, anidrido 4-carbóxi-ftálico, ácido

hidróxi-isoftálico, e ácido 4-(beta-hidróxi-etil) ftálico. Tais hidróxi-ácidos contêm uma combinação de 3 ou mais grupos hidroxila e carboxila. Agentes de ramificação especialmente preferidos incluem ácido trimelítico, ácido trimésico, pentaeritritol, trimetilol-propano e 1,2,4-butano-diol.

O constituinte de monômero de ácido dicarboxílico aromático pode estar presente no copoliéster em uma quantidade de cerca de 10% em mol a cerca de 40% em mol, em algumas modalidades, de cerca de 15% em mol a cerca de 35% em mol, e, em algumas modalidades, de cerca de 15% em mol a cerca de 30% em mol. O constituinte de monômero de ácido dicarboxílico alifático, igualmente, pode estar presente no copoliéster em uma quantidade de cerca de 15% em mol a cerca de 45% em mol, em algumas modalidades, de cerca de 20% em mol a cerca de 40% em mol, e, em algumas modalidades, de cerca de 25% em mol a cerca de 35% em mol. O constituinte de monômero de poliol também pode estar presente no copoliéster alifático-aromático em uma quantidade de cerca de 30% em mol a cerca de 65% em mol, em algumas modalidades, de cerca de 40% em mol a cerca de 50% em mol, e, em algumas modalidades, de cerca de 45% em mol a cerca de 55% em mol.

Em uma modalidade particular, por exemplo, o copoliéster alifático-aromático pode compreender a seguinte estrutura:



em que:

m é um número inteiro de 2 a 10, em algumas modalidades, de 2 a 4, e, em uma modalidade, 4;

n é um número inteiro de 0 a 18, em algumas modalidades, de 2 a 4, e, em uma modalidade, 4;

p é um número inteiro de 2 a 10, em algumas modalidades, de 2 a 4, e, em uma modalidade, 4;

x é um número inteiro maior do que 1; e

y é um número inteiro maior do que 1. Um exemplo de tal copoliéster é poli(tereftalato adipato de butileno), o qual

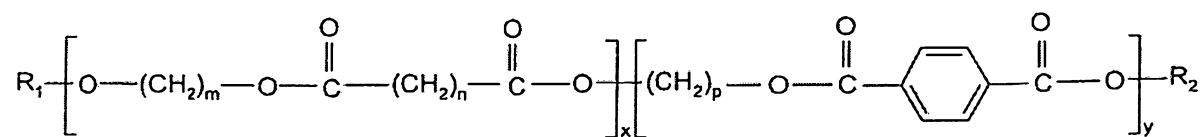
está comercialmente disponível sob a designação ECOFLEX® F BX 7011 de BASF Corp. Outro exemplo de um copoliéster adequado contendo um constituinte de monômero de ácido tereftálico aromático está disponível sob a designação ENPOL™ 8060M a partir de IRE Chemicals (Coréia do Sul). Outros copoliésteres alifáticos-aromáticos adequados podem ser descrito nas Patentes U.S. Nos. 5.292.783; 5.446.079; 5.559.171; 5.580.911; 5.599.858; 5.817.721; 5.900.322 e 6,258,924, as quais são incorporadas neste relatório em sua totalidade por referência para todas as finalidades.

Conforme indicado acima, o copoliéster alifático-aromático está modificado com um álcool para formar um copoliéster modificado tendo um peso molecular reduzido. A concentração do reagente de álcool pode influenciar a extensão na qual o peso molecular é alterado. Por exemplo, concentrações de álcool mais elevadas, em geral, resultam em uma diminuição mais significativa de peso molecular. Obviamente, uma concentração de álcool elevada demais também pode afetar as características físicas do polímero resultante. Portanto, na maioria das modalidades o(s) álcool(is) é(são) empregado(s) em uma quantidade de cerca de 0,1% em peso a cerca de 10% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 0,1% em peso a cerca de 4% em peso, e, em algumas modalidades, de cerca de 0,2% em peso a cerca de 1% em peso, com base no peso total do copoliéster alifático-aromático de partida.

O álcool pode ser mono-hídrico ou poli-hídrico (di-hídrico, tri-hídrico, tetra-hídrico, etc.), saturado ou insaturado, e opcionalmente substituído com grupos funcionais, tais como carboxila, amina, etc. Exemplos de álcoois mono-hídricos adequados incluem metanol, etanol, 1-propanol, 2-propanol, 1-butanol, 2-butanol, 1-pentanol, 2-pentanol, 3-pentanol, 1-hexanol, 2-hexanol, 3-hexanol, 1-heptanol, 2-heptanol, 3-heptanol, 4-heptanol, 1-octanol, 2-octanol, 3-octanol, 4-octanol, 1-nonanol, 2-nonanol, 3-nonanol, 4-nonanol, 5-nonanol, 1-decanol, 2-decanol, 3-decanol, 4-decanol, 5-decanol, álcool alílico, 1-butenol, 2-butenol, 1-pentenol, 2-pentenol, 1-hexenol, 2-hexenol, 3-hexenol, 1-heptenol, 2-heptenol, 3-heptenol, 1-octenol, 2-octenol, 3-octenol, 4-octenol, 1-nonenol, 2-nonenol, 3-nonenol, 4-nonenol, 1-decenol, 2-decenol, 3-decenol, 4-decenol, 5-decenol, ciclo-

hexanol, ciclopentanol, ciclo-heptanol, álcool 1-fenitílico, álcool 2-fenitílico, 2-etóxi-etanol, metanolamina, etanolamina, e assim por diante. Exemplos de álcoois di-hídricos adequados incluem 1,3-propano-diol, 1,4-butano-diol, 1,5-pentano-diol, 1,6-hexano-diol, 1,7-heptano-diol, 1,8-octano-diol, 1,2-ciclo-hexano-dimetanol, 1,3-ciclo-hexano-dimetanol, 1-hidróxi-metil-2-hidróxi-etil-ciclo-hexano, 1-hidróxi-2-hidróxi-propil-ciclo-hexano, 1-hidróxi-2-hidróxi-etil-ciclo-hexano, 1-hidróxi-metil-2-hidróxi-etil-benzeno, 1-hidróxi-metil-2-hidróxi-propil-benzeno, 1-hidróxi-2-hidróxi-etil-benzeno, 1,2-benzil-metilol, 1,3-benzil-dimetilol, e assim por diante. Álcoois tri-hídricos adequados podem incluir glicerol, trimetilol-propano, etc. Álcoois preferidos dão álcoois di-hídricos tendo de 2 a 6 átomos de carbono, tais como 1,3-propano-diol e 1,4-butano-diol.

O grupo hidróxi do álcool, em geral, é capaz de atacar uma ligação éster do copoliéster alifático-aromático, por meio do que conduzindo à cisão de cadeia ou "despolimerização" da molécula de copoliéster em uma ou mais cadeias de éster mais curtas. As cadeias mais curtas podem incluir copoliésteres alifáticos-aromáticos e/ou seus oligômeros. Embora não necessariamente exigido, os copoliésteres alifáticos-aromáticos de cadeia curta, formados durante a alcoólise, frequentemente, são terminados com grupos alquila e/ou hidróxi-alquila derivados a partir do álcool. Terminações de grupos alquila são tipicamente derivadas a partir de álcoois mono-hídricos, enquanto que terminações de grupos hidróxi-alquila são tipicamente derivadas a partir de álcoois poli-hídricos. Em uma modalidade particular, por exemplo, um copoliéster alifático-aromático é formado durante a reação de alcoólise, que compreende a seguinte estrutura geral:



em que:

m é um número inteiro de 2 a 10, em algumas modalidades, de 2 a 4, e, em uma modalidade, 4;

n é um número inteiro de 0 a 18, em algumas modalidades, de 2 a 4, e, em uma modalidade, 4;

p é um número inteiro de 2 a 10, em algumas modalidades, de 2 a 4, e, em uma modalidade, 4;

5 x é um número inteiro maior do que 1;

y é um número inteiro maior do que 1; e

R₁ e R₂ são selecionados independentemente a partir de hidrogênio; grupos hidroxila; grupos C₁-C₁₀-alquila de cadeia linear ou ramificada, substituídos ou não substituídos; 10 grupos C₁-C₁₀-hidróxi-alquila de cadeia linear ou ramificada, substituídos ou não substituídos. De preferência, pelo menos um de R₁ e R₂, ou ambos, são grupos C₁-C₁₀-alquila ou C₁-C₁₀-hidróxi-alquila de cadeia linear ou ramificada, substituídos ou não substituídos, em algumas modalidades, grupos C₁-C₈-alquila ou 15 grupos C₁-C₈-hidróxi-alquila, e, em algumas modalidades, grupos C₂-C₆-alquila ou grupos C₂-C₆-hidróxi-alquila. Exemplos de grupos alquila e grupos hidróxi-alquila adequados incluem, por exemplo, grupos metila, etila, isopropila, n-propila, n-butila, isobutila, s-butila, t-butila, n-pentila, n-hexila, n-heptila, n-octila, n- 20 decila, 1-hidróxi-etila, 2-hidróxi-etila, 3-hidróxi-propila, 4-hidróxi-butila e 5-hidróxi-pentila. Portanto, como indicado, o copoliéster alifático-aromático modificado apresenta uma composição química diferentes daquela de um copoliéster não modificado em termos de seus grupos terminais. Os grupos terminais 25 podem desempenhar um papel substancial na determinação das propriedades do polímero, tais como sua reatividade, estabilidade, etc.

Independentemente de sua estrutura particular, uma nova espécie de poliéster é formada durante a alcoólise, que 30 apresenta um peso molecular mais baixo do que aquele do poliéster de partida. Cada um dos pesos moleculares ponderal médio e/ou numérico médio, por exemplo, podem ser reduzidos, de modo que a razão do peso molecular de copoliéster de partida em relação ao novo peso molecular seja de pelo menos cerca de 1,1, em algumas 35 modalidades, pelo menos cerca de 1,4, e, em algumas modalidades, pelo menos cerca de 1,6. Por exemplo, o copoliéster alifático-aromático modificado pode ter um peso molecular numérico médio

("M_n") variando de cerca de 10.000 a cerca de 70.000 gramas por mol, em algumas modalidades, de cerca de 20.000 a cerca de 60.000 gramas por mol, e, em algumas modalidades, de cerca de 30.000 a cerca de 55.000 gramas por mol. Igualmente, o copoliéster modificado também pode ter um peso molecular médio ponderado ("M_w") de cerca de 20.000 a cerca de 125.000 gramas por mol, em algumas modalidades, de cerca de 30.000 a cerca de 110.000 gramas por mol, e, em algumas modalidades, de cerca de 40.000 a cerca de 90.000 gramas por mol.

Além de possuir um peso molecular mais baixo, o copoliéster alifático-aromático modificado também pode ter uma viscosidade aparente mais baixa e um índice de escoamento em fusão mais elevado do que o poliéster de partida. A viscosidade aparente, por exemplo, pode ser reduzida de modo que a razão da viscosidade do copoliéster de partida em relação à viscosidade do copoliéster modificado seja de pelo menos cerca de 1,1, em algumas modalidades, pelo menos cerca de 2, e, em algumas modalidades, de cerca de 10 a cerca de 40. Igualmente, o índice de escoamento em fusão pode ser aumentado de modo que a razão do índice de escoamento em fusão do copoliéster modificado em relação ao índice de escoamento em fusão do copoliéster de partida seja de pelo menos cerca de 1,5, em algumas modalidades, pelos menos cerca de 3, em algumas modalidades, pelo menos cerca de 10, e, em algumas modalidades, de cerca de 20 a cerca de 200. Em uma modalidade particular, o copoliéster modificado pode ter uma viscosidade aparente de cerca de 25 a cerca de 500 Pascal.segundo (Pa.s), em algumas modalidades, de cerca de 50 a cerca de 400 Pa.s, e, em algumas modalidades, de cerca de 100 a cerca de 300 Pa.s, conforme determinado em uma temperatura de 150°C e em uma tensão de cisalhamento de 1.000 s⁻¹. O índice de escoamento em fusão (190°C, 2,16 Kg) do copoliéster modificado pode variar de cerca de 5 a cerca de 200 gramas por 10 minutos, em algumas modalidades, de cerca de 10 a cerca de 100 gramas por 10 minutos, e, em algumas modalidades, de cerca de 15 a cerca de 50 gramas por 10 minutos. Obviamente, a extensão na qual o peso molecular, a viscosidade aparente e/ou o índice de escoamento em fusão são alterados pela

reação de alcoólise pode variar, dependendo da aplicação pretendida.

Embora diferindo do polímero de partida em certas propriedades, o copoliéster modificado pode, entretanto, reter outras propriedades do polímero de partida para intensificar a flexibilidade e a processabilidade dos polímeros. Por exemplo, as características térmicas (por exemplo, T_g , T_m e calor latente de fusão), tipicamente permanecem substancialmente as mesmas que as do polímero de partida, tal como dentro das faixas indicadas acima. Além disso, embora os pesos moleculares reais possam diferir, o índice de polidispersidade do copoliéster modificado pode permanecer substancialmente que aquele do polímero de partida, tal como dentro da faixa de cerca de 1,0 a cerca de 3,0, em algumas modalidades, de cerca de 1,1 a cerca de 2,0, e, em algumas modalidades, de cerca de 1,2 a cerca de 1,8.

Se desejado, um catalisador pode ser empregado para facilitar a modificação da reação de alcoólise. A concentração do catalisador pode influenciar a extensão na qual o peso molecular é alterado. Por exemplo, concentrações de catalisador mais elevadas, em geral, resultam em uma diminuição mais significativa de peso molecular. Obviamente, uma concentração de catalisador elevada demais também pode afetar as características do polímero resultante. Portanto, na maioria das modalidades, o(s) catalisador(es) são empregados em uma quantidade de cerca de 50 a cerca de 2.000 partes por milhão ("ppm"), em algumas modalidades, de cerca de 100 a cerca de 1.000 ppm, e, em algumas modalidades, de cerca de 200 a cerca de 1.000 ppm, com base no peso do copoliéster alifático-aromático de partida.

Qualquer catalisador conhecido pode ser usado na presente invenção para realizar a reação desejada. Em uma modalidade, por exemplo, um catalisador de metal de transição pode ser empregado, tais como aqueles com base nos metais do Grupo IVB e/ou nos metais do Grupo IVA (por exemplo, alcóxidos ou sais). Catalisadores de metal com base em titânio, zircônio e/ou estanho são especialmente desejáveis e podem incluir, por exemplo, butóxido de titânio, tetrabutóxido de titânio, propóxido de titânio, isopropóxido de titânio, fenóxido de titânio, butóxido de

zircônio, óxido de dibutil-estanho, diacetato de dibutil-estanho, fenóxido de estanho, octilato de estanho, estearato de estanho, dioctoato de dibutil-estanho, dioleil-maleato de dibutil-estanho, dibutil-maleato de dibutil-estanho, dilaurato de dibutil-estanho,
 5 1,1,3,3-tetrabutyl-1,3-dilauryloxy-carbonyl-diethanoxane, diacetato de dibutil-estanho, diacetil-acetonato de dibutil-estanho, bis(o-fenil-fenóxido) de dibutil-estanho, bis(trietóxi-silicato) de dibutil-estanho, diestearato de dibutil-estanho, bis(isononil-3-mercapto-propionato) de dibutil-estanho, bis(tiogliconato de iso-
 10 octila) de dibutil-estanho, óxido de dioctil-estanho, dilaurato de dioctil-estanho, diacetato de dioctil-estanho e diversatato de dioctil-estanho.

A reação de alcoólise é tipicamente realizada na ausência de um solvente diferente do reagente de álcool. No
 15 entanto, pode ser empregado um cossolvente em algumas modalidades da presente invenção. Em uma modalidade, por exemplo, o cossolvente pode facilitar a dispersão do catalisador no álcool reagente. Exemplos de cossolventes adequados podem incluir éteres, tais como dietil éter, anisol, tetraidrofurano, dimetil éter de
 20 etileno glicol, dimetil éter de trietileno glicol, dimetil éter de tetraetileno glicol, dioxano, etc.; álcoois, tais como metanol, etanol, n-butanol, álcool benzílico, etileno glicol, dietileno glicol, etc.; fenóis, tais como fenol, etc.; ácidos carboxílicos, tais como ácido fórmico, ácido acético, ácido propiônico, ácido
 25 tolúico, etc.; ésteres, tais como acetato de metila, acetato de butila, benzoato de benzila, etc.; hidrocarbonetos aromáticos, tais como benzeno, tolueno, etil-benzeno, tetralina, etc.; hidrocarbonetos alifáticos, tais como n-hexano, n-octano, ciclohexano, etc.; hidrocarbonetos halogenados, tais como dicloro-
 30 metano, tricloro-etano, cloro-benzeno, etc.; nitro-compostos, tais como nitro-metano, nitro-benzeno, etc.; carbamidas, tais como N,N-dimetil-formamida, N,N-dimetil-acetamida, N-metil-pirrolidona, etc.; uréias, tais como N,N-dimetil-imidazolidinona, etc.; sulfonas, tal como dimetil-sulfona, etc.; sulfóxidos, tal como
 35 sulfóxido de dimetila, etc.; lactonas, tais como butirolactona, caprolactona, etc.; ésteres do ácido carbônico, tais como

carbonato de dimetila, carbonato de etileno, etc.; e assim por diante.

Quando empregado, o(s) cossolvente(s) pode(m) ser empregado(s) em uma quantidade de cerca de 0,5% em peso a cerca de 20% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 0,8% em peso a cerca de 10% em peso, e, em algumas modalidades, de cerca de 1% em peso a cerca de 5% em peso, com base no peso da composição reagente. No entanto, deve ser entendido que um cossolvente não é necessário. De fato, em algumas modalidades da presente invenção, a composição reagente é substancialmente livre de quaisquer cossolventes, por exemplo, menos do que cerca de 0,5% em peso da composição reagente.

A reação de alcoólise pode ser realizada usando qualquer uma de uma variedade de técnicas. Em uma modalidade, por exemplo, a reação é conduzida enquanto o poliéster de partida esteja na fase de massa em fusão ("mistura de massa em fusão") para minimizar a necessidade de solventes adicionais e/ou processos de remoção de solvente. As matérias-primas (por exemplo, polímero biodegradável, álcool, catalisador, etc.) podem ser fornecidos separadamente ou em combinação (por exemplo, em uma solução). As matérias-primas podem igualmente ser fornecidas, ou simultaneamente ou em sequência, a um dispositivo de misturação de massa em fusão, que misture de maneira dispersiva os materiais. Técnicas de misturação em fusão em batelada e/ou contínuas podem ser empregadas. Por exemplo, um misturador/amassador, misturador Banbury, misturador contínuo Farrel, extrusora de parafuso único, extrusora de parafuso duplo, moinho de rolos, etc., podem ser utilizadas para misturar os materiais. Um dispositivo de misturação de massa em fusão particularmente adequado é uma extrusora de parafuso duplo co-rotativo (por exemplo, extrusora de parafuso duplo ZSK-30, disponível a partir de Werner & Pfleiderer Corporation, de Ramsey, New Jersey). Tais extrusoras podem incluir portas de alimentação e de alívio de pressão e fornecer mistura de elevada intensidade distributiva e dispersiva, que facilita a reação de alcoólise. Por exemplo, o poliéster pode ser alimentado a uma porta de alimentação da extrusora de parafuso duplo e fundido. Alternativamente, o álcool pode ser alimentado

separadamente à extrusora em um ponto diferente ao longo de seu comprimento. O catalisador, uma mistura de dois ou mais catalisadores ou soluções de catalisador podem ser injetadas, separadamente ou em combinação com o álcool ou uma mistura de dois ou mais álcoois, à massa em fusão de polímero.

Independentemente da técnica de mistura de massa em fusão particular escolhida, as matérias-primas são misturadas sob elevados cisalhamento/pressão e calor, para assegurar mistura suficiente para iniciar a reação de alcoólise. Por exemplo, a mistura de massa em fusão pode ocorrer em uma temperatura de cerca de 50°C a cerca de 300°C, em algumas modalidades, de cerca de 70°C a cerca de 250°C, e, em algumas modalidades, de cerca de 90°C a cerca de 180°C. Igualmente, a tensão de cisalhamento aparente durante a mistura de massa em fusão pode variar de cerca de 100 segundos⁻¹ a cerca de 10.000 segundos⁻¹, em algumas modalidades, de cerca de 500 segundos⁻¹ a cerca de 5.000 segundos⁻¹, e, em algumas modalidades, de cerca de 800 segundos⁻¹ a cerca de 1.200 segundos⁻¹.

A tensão de cisalhamento aparente é igual a $4Q/\pi R^3$, em que Q é a vazão volumétrica ("m³/s") da massa em fusão do polímero e R é o raio ("m") do capilar (por exemplo, fiação da extrusora) através do qual o polímero fundido escoa.

B. Amido Termoplástico

Em adição a um copoliéster alifático-aromático modificado, é empregado um amido termoplástico na presente invenção. O amido é um polímero natural composto por amilose e amilopectina. A amilose é essencialmente um polímero linear tendo um peso molecular na faixa de 100.000-500.000, enquanto que a amilopectina é um polímero altamente ramificado tendo um peso molecular de até vários milhões. Embora o amido seja produzido em muitas plantas, fontes típicas incluem sementes de grãos de cereais, tais como milho, milho ceroso, trigo, sorgo, arroz e arroz ceroso; tubérculos, tais como batatas; raízes, tais como tapioca (isto é, aipim e mandioca), batata doce e araruta; e a seiva da palma de sagu. Falando de maneira ampla, qualquer amido natural (não modificado) e/ou modificado pode ser empregado na presente invenção. Amidos modificados, por exemplo, são

frequentemente encontrados, que tenham sido modificados quimicamente por processos típicos conhecidos na técnica (por exemplo, esterificação, eterificação, oxidação, hidrólise com ácido, hidrólise enzimática, etc.). Éteres e/ou ésteres de amido
5 podem ser particularmente desejáveis, tais como hidróxi-alquil-amidos, carbóxi-metil-amidos, etc. O grupo hidróxi-alquila de hidróxi-alquil-amidos pode conter, por exemplo, 2 a 10 átomos de carbono, em algumas modalidades, de 2 a 6 átomos de carbono, e, em algumas modalidades, de 2 a 4 átomos de carbono. Hidróxi-alquil-
10 amidos representativos, tais como hidróxi-etil-amido, hidróxi-propil-amido, hidróxi-butil-amido, e seus derivados. Ésteres de amido, por exemplo, podem ser preparados usando uma ampla variedade de anidridos (por exemplo, acético, propiônico, butírico e assim por diante), ácidos orgânicos, cloretos de ácidos, ou
15 outros reagentes de esterificação. O grau de esterificação pode variar conforme desejado, tal como de 1 a 3 grupos éster por unidade glicosídica do amido.

Independentemente de se ele está em uma forma nativa ou modificada, o amido pode conter diferentes porcentagens
20 de amilose e de amilopectina, grânulos de amido de diferentes tamanhos e diferentes pesos moleculares para a amilose e a amilopectina. Amidos com elevados teores em amilose contêm mais do que cerca de 50% em peso de amilose e amidos com baixos teores em amilose contêm menos do que cerca de 50% em peso de amilose.
25 Embora não seja necessário, amidos com baixos teores em amilose tendo um teor em amilose de cerca de 10% a cerca de 40% em peso, e, em algumas modalidades, de cerca de 15% a cerca de 35% em peso, são particularmente adequados para uso na presente invenção. Exemplos de tais amidos com baixos teores em amilose incluem amido
30 de milho e amido de batata, ambos os quais apresentam um teor em amilose de aproximadamente 20% em peso. Tais amidos com baixos teores em amilose, tipicamente, apresentam um peso molecular numérico médio (" M_n ") variando de cerca de 50.000 a cerca de 1.000.000 gramas por mol, em algumas modalidades, de cerca de
35 75.000 a cerca de 800.000 gramas por mol, e, em algumas modalidades, de cerca de 100.000 a cerca de 600.000 gramas por mol, assim como um peso molecular ponderal médio (" M_w ") variando

de cerca de 5.000.000 a cerca de 25.000.000 gramas por mol, em algumas modalidades, de cerca de 5.500.000 a cerca de 15.000.000 gramas por mol, e, em algumas modalidades, de cerca de 6.000.000 a cerca de 12.000.000 gramas por mol. A razão do peso molecular ponderal médio em relação ao peso molecular numérico médio (M_w/M_n), isto é, o "índice de polidispersidade", é também relativamente elevado. Por exemplo, o índice de polidispersidade pode variar de cerca de 20 a cerca de 100.

Um plastificante é também empregado no amido termoplástico para auxiliar a tornar a massa em fusão de amido processável. Amidos, por exemplo, normalmente existem na forma de grânulos que apresentam um revestimento ou membrana externa que encapsula as cadeias de amilose e de amilopectina mais solúveis em água, dentro do interior do grânulo. Quando aquecidos, os plastificantes podem amolecer e penetrar na membrana externa e fazerem com que as cadeias de amido internas absorvam água e se intumescam. Esse intumescimento, em algum momento, fará com que a camada externa se rompa e resulte em uma desestruturação irreversível do grânulo de amido. Uma vez desestruturadas, as cadeias de polímeros de amido, contendo polímeros de amilose e de amilopectina, que estão inicialmente comprimidas dentro dos grânulos, esticar-se-ão para fora e formarão um emaranhado em geral desordenado de cadeias de polímeros. Quando da ressolidificação, entretanto, as cadeias podem se reorientar para formar sólidos cristalinos ou amorfos tendo resistências variáveis, dependendo da orientação das cadeias de polímeros de amido. Devido ao fato de que o amido é, assim, capaz de fundir e de se ressolidificar em certas temperaturas, em geral, ele é considerado um "amido termoplástico".

Plastificantes adequados podem incluir, por exemplo, plastificantes de álcoois poli-hídricos, tais como açúcares (por exemplo, glicose, sacarose, frutose, rafinose, malto-dextrose, galactose, xilose, maltose, lactose, manose e eritrose), álcoois de açúcares (por exemplo, eritritol, xilitol, malitol, manitol e sorbitol), polióis (por exemplo, etileno glicol, glicerol, propileno glicol, dipropileno glicol, butileno glicol e hexano triol), etc. São também adequados compostos

orgânicos que formem pontes de hidrogênio, que não tenham grupo hidroxila, incluindo uréia e derivados de uréia; anidridos de açúcares de álcoois, tal como sorbitano; proteínas animais, tal como gelatina; proteínas vegetais, tais como proteína de girassol, proteínas de soja, proteínas de semente de algodão; e misturas de tais. Outros plastificantes adequados podem incluir ésteres de ftalato, succinato de dimetila e dietila e ésteres relacionados, triacetato de glicerol, mono- e diacetatos de glicerol, mono-, di- e tripropionatos, butanoatos, estearatos de glicerol, ésteres de ácido láctico, ésteres de ácido cítrico, ésteres de ácido adípico, ésteres de ácido esteárico, ésteres de ácido oléico e outros ésteres de ácidos. Ácidos alifáticos também podem ser usados, tais como copolímeros de etileno e de ácido acrílico, polietileno enxertado com ácido maléico, polibutadieno-co-ácido acrílico, polibutadieno-co-ácido maléico, polipropileno-co-ácido acrílico, polipropileno-co-ácido maléico, e outros ácidos com base a hidrocarbonetos. Um plastificante de baixo peso molecular é preferido, tal como menor do que cerca de 20.000 g/mol, de preferência, menor do que cerca de 5.000 g/mol, e, mais preferivelmente, menor do que cerca de 1.000 g/mol.

A quantidade relativa de amidos e plastificantes empregados no amido termoplástico pode variar dependendo de uma variedade de fatores, tais como do peso molecular desejado, do tipo de amido, da afinidade do plastificante para o amido, etc. Tipicamente, contudo, amidos constituem de cerca de 30% em peso a cerca de 95% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 40% em peso a cerca de 90% em peso, e, em algumas modalidades, de cerca de 50% em peso a cerca de 85% em peso do amido termoplástico. Igualmente, plastificantes tipicamente constituem de cerca de 5% em peso a cerca de 55% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 10% em peso a cerca de 45% em peso, e, em algumas modalidades, de cerca de 15% em peso a cerca de 35% em peso da composição termoplástica. Deve ser entendido que o peso de amido referenciado inclui qualquer água ligada que ocorra naturalmente no amido, antes de misturá-lo com outros componentes, para formar o amido termoplástico. Amidos, por exemplo, tipicamente apresentam um teor de água ligada de cerca de 5% a 16% em peso do amido.

Obviamente, outros aditivos também podem ser empregados no amido termoplástico para facilitar seu uso em vários tipos de fibras. Auxiliares de dispersão, por exemplo, podem ser empregados para ajudar a criar uma dispersão uniforme da mistura amido/plastificante e a retardar ou prevenir a separação do amido termoplástico nas fases constituintes. Quando empregado(s), o(s) auxiliar(es) de dispersão tipicamente constitui(em) de cerca de 0,01% em peso a cerca de 10% de peso, em algumas modalidades, de cerca 0,1% em peso a cerca de 5% em peso, e, em algumas modalidades, de cerca de 0,5% em peso a cerca de 4% em peso do amido termoplástico.

Embora qualquer auxiliar de dispersão, em geral, possa ser empregado na presente invenção, tensoativos tendo um certo equilíbrio hidrofílico/lipofílico ("HLB") pode melhorar a estabilidade de longo prazo da composição. O índice de HLB é bem conhecido na técnica e é uma escala que mede o equilíbrio entre as tendências à solução hidrofílica e lipofílica de um composto. A escala de HLB varia de 1 a aproximadamente 50, com os números mais baixos representando tendências altamente lipofílicas e os números mais elevados representando tendências altamente hidrofílicas. Em algumas modalidades da presente invenção, o valor de HLB dos tensoativos é de cerca de 1 a cerca de 20, em algumas modalidades, de cerca de 1 a cerca de 15, e, em algumas modalidades, de cerca de 2 a cerca de 10. Se desejado, dois ou mais tensoativos podem ser empregados, os quais tenham valores de HLB ou abaixo ou acima do valor desejado, mas, em conjunto, tenham um valor de HLB dentro da faixa desejada.

Uma classe particularmente adequada de tensoativos para uso na presente invenção são tensoativos não iônicos, que tipicamente têm uma base hidrofóbica (por exemplo, grupo alquila de cadeia longa ou um grupo arila alquilado) e uma cadeia hidrofílica (por exemplo, cadeia contendo porções de etóxi e/ou de propóxi). Por exemplo, alguns tensoativos não iônicos adequados, que podem ser usados, incluem, mas não estão limitados a, alquil-fenóis etoxilados, álcoois graxos etoxilados e propoxilados, éteres de polietileno glicol de metil-glicose, éteres de polietileno glicol de sorbitol, copolímeros em blocos de

óxido de etileno-óxido de propileno, ésteres etoxilados de ácidos
 (C_8-C_{18})-graxos, produtos de condensação de óxido de etileno com
 aminas ou amidas de cadeias longas, produtos de condensação de
 óxido de etileno com álcoois, ésteres de ácidos graxos,
 5 monoglicerídeos ou diglicerídeos de álcoois de cadeias longas, e
 misturas de tais. Em uma modalidade particular, o tensoativo não
 iônico pode ser um éster de ácido graxo, tal como um éster de
 ácido graxo de sacarose, éster de ácido graxo de glicerol, éster
 de ácido graxo de propileno glicol, éster de ácido graxo de
 10 sorbitano, éster de ácido graxo de pentaeritritol, éster de ácido
 graxo de sorbitol, e assim por diante. O ácido graxo usado para
 formar tais ésteres pode ser saturado ou insaturado, pode estar
 substituído ou não substituído, e pode conter de 6 a 22 átomos de
 carbono, em algumas modalidades, de 8 a 18 átomos de carbono, e,
 15 em algumas modalidades, de 12 a 14 átomos de carbono. Em uma
 modalidade particular, mono- e diglicerídeos de ácidos graxos
 podem ser empregados na presente invenção.

Independentemente da maneira particular na qual
 ele seja formado, o amido termoplástico apresenta uma viscosidade
 20 aparente que é similar em natureza àquela do copoliéster
 modificado. Por exemplo, o amido termoplástico pode ter uma
 viscosidade aparente de cerca de 25 a cerca de 500 Pascal.segundo
 (Pa.s), em algumas modalidades, de cerca de 50 a cerca de
 400 Pa.s, e, em algumas modalidades, de cerca de 100 a cerca de
 25 300 Pa.s, conforme determinada em uma temperatura de 150°C e em
 uma tensão de cisalhamento de 1.000 s^{-1} . O índice de escoamento em
 fusão (190°C , 2,16 Kg) do amido termoplástico também pode variar
 de cerca de 0,05 a cerca de 50 gramas por 10 minutos, em algumas
 modalidades, de cerca de 0,1 a cerca de 15 gramas por 10 minutos,
 30 e, em algumas modalidades, de cerca de 0,5 a cerca de 5 gramas por
 10 minutos.

C. Outros Componentes

Outros componentes, obviamente, podem ser
 utilizados para uma variedade de diferentes razões. Por exemplo,
 35 materiais que podem ser usados incluem, sem limitação, agentes de
 umectação, estabilizadores de massa em fusão, estabilizadores de
 processamento, estabilizadores em face do calor, estabilizadores

em face da luz, antioxidantes, pigmentos, tensoativos, ceras, promotores de escoamento ou modificadores de taxa de escoamento de massa em fusão, particulados, agentes de nucleação, e outros materiais adicionados para intensificar a processabilidade. Por exemplo, por exemplo, um agente de nucleação pode ser empregado, se desejado, para melhorar o processamento e para facilitar a cristalização durante o resfriamento (quenching). Agentes de nucleação adequados, para uso na presente invenção, podem incluir, por exemplo, ácidos inorgânicos, carbonatos (por exemplo, carbonato de cálcio ou carbonato de magnésio), óxidos (por exemplo, óxido de titânio, sílica ou alumina), nitretos (por exemplo, nitreto de boro), sulfatos (por exemplo, sulfato de bário), silicatos (por exemplo, silicato de cálcio), estearatos, benzoatos, negro de carbono, grafite, e assim por diante. Quando empregados, a quantidade de cada aditivo pode ser controlada de maneira seletiva para se conseguir as propriedades desejadas para as fibras. Por exemplo, um aditivo pode estar presente em uma quantidade de cerca de 0,1% em peso a cerca de 25% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 0,2% em peso a cerca de 15% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 0,5% em peso a cerca de 10% em peso, e, em algumas modalidades, de cerca de 15% em peso a cerca de 5% em peso, com base no peso seco da composição termoplástica.

II. Formação de Fibras

Fibras formadas a partir da composição termoplástica, em geral, podem ter qualquer configuração desejada, incluindo monocomponentes, multicomponentes (por exemplo, configuração envoltório-núcleo, configuração lado a lado, configuração de torta segmentada, configuração de ilha no mar, e assim por diante), e/ou multiconstituintes (por exemplo, mistura de polímeros). Em algumas modalidades, as fibras podem conter um ou mais polímeros adicionais como um componente (por exemplo, bicomponentes) ou constituinte (por exemplo, biconstituintes) para adicionalmente intensificar a resistência e outras propriedades mecânicas. Por exemplo, a composição termoplástica pode formar um componente de envoltório de uma fibra bicomponente de envoltório/núcleo, enquanto que um polímero adicional pode formar

o componente de núcleo, ou vice versa. O polímero adicional pode ser um polímero termoplástico que, em geral, não seja considerado biodegradável, tal como poliolefinas, por exemplo, polietileno, polipropileno, polibutileno, e assim por diante; 5 politetrafluoroetileno; poliésteres, por exemplo, poli(tereftalato de etileno), e assim por diante; poli(acetato de vinila); poli(acetato cloreto de vinila); poli(vinil-butiral); resinas acrílicas, por exemplo, poliacrilato, poli(acrilato de metila), poli(metacrilato de metila), e assim por diante; poliamidas, por 10 exemplo, nylon; poli(cloreto de vinila); poli(cloreto de vinilideno); poliestireno; poli(álcool de vinila); e poliuretanos. Mais desejavelmente, entretanto, o polímero adicional é biodegradável, tais como poliésteres alifáticos, tais como poliesteramidas, poli(tereftalato de etileno) modificado, 15 poli(ácido láctico) (PLA) e seus copolímeros, terpolímeros à base de poli(ácido láctico), poli(ácido glicólico), poli(carbonatos de alquilenos) (tal como, poli(carbonato de etileno), poli-hidróxi-alcanoatos (PHA), poli-hidróxi-butilatos (PHB), poli-hidróxi-valeratos (PHV), copolímeros de poli-hidróxi-butilato-hidróxi-valerato (PHBV), e policaprolactona, e polímeros alifáticos à base 20 de succinato (por exemplo, poli(succinato de butileno), poli(succinato adipato de butileno), e poli(succinato de etileno)); ou outros copoliésteres alifáticos-aromáticos.

Qualquer um de uma variedade de processos pode 25 ser usado para formar fibras de acordo com a presente invenção. Por exemplo, a composição termoplástica processada em fusão descrita acima pode ser extrudada através de uma fiandeira, submetida a um resfriamento (quenching) e tirada para a passagem vertical de uma unidade de tiragem de fibras. As fibras podem, 30 então, ser cortadas para formar fibras descontínuas tendo um comprimento de fibra médio na faixa de cerca de 3 a cerca de 80 milímetros, em algumas modalidades, de 4 a cerca de 65 milímetros, e, em algumas modalidades, de cerca de 5 a cerca de 50 milímetros. As fibras descontínuas podem, então, ser incorporadas em uma trama 35 não tecida conforme é conhecido na técnica, tais como tramas cardadas ligadas, tramas ligadas através de ar, etc. As fibras

também podem ser depositadas por sobre uma superfície foraminosa para formar uma trama não tecida.

Referindo-se a Figura 1, por exemplo, é mostrada uma modalidade de um processo para formar fibras spunbond. Na Figura 1, por exemplo, as matérias-primas (por exemplo, amido termoplástico e poliéster alifático-aromático modificado) são alimentadas em uma extrusora 12 a partir de uma tremonha de alimentação 14. As matérias-primas podem ser fornecidas à tremonha de alimentação 14 usando qualquer técnica convencional e em qualquer estado. A extrusora 12 é impelida por um motor (não mostrado) e aquecida para uma temperatura suficiente para extrudar o polímero fundido. Por exemplo, a extrusora 12 pode empregar uma ou múltiplas zonas operando em uma temperatura que seja elevada o suficiente para elevar a temperatura do amido e do copoliéster acima de seus pontos de fusão, embora baixa o suficiente para evitar a remoção substancial da umidade encontrada no amido. Tipicamente, a temperatura de processamento de massa em fusão varia de cerca de 60°C a cerca de 180°C, em algumas modalidades, de cerca de 70°C a cerca de 170°C, e, em algumas modalidades, de cerca de 80°C a cerca de 160°C. Taxas de cisalhamento típicas variam de cerca de 100 segundos⁻¹ a cerca de 10.000 segundos⁻¹, em algumas modalidades, de cerca de 500 segundos⁻¹ a cerca de 5.000 segundos⁻¹, e, em algumas modalidades, de cerca de 800 segundos⁻¹ a cerca de 1.200 segundos⁻¹. Se desejado, a extrusora também pode possuir uma ou mais zonas que removam excesso de umidade a partir do polímero, tais como zonas de vácuo, etc. A extrusora também pode ter sua pressão aliviada para permitir que gases voláteis escapem.

Uma vez formada, a composição termoplástica pode ser subsequentemente alimentada a outra extrusora em uma linha de formação de fibras. Alternativamente, conforme mostrado na Figura 1, a composição termoplástica pode ser diretamente formada em uma fibra através de um conduto de polímero 16 para uma fiandeira 18. Fiandeiras para extrusão de filamentos multicomponentes são bem conhecidas pelos técnicos no assunto. Por exemplo, a fiandeira 18 pode incluir um compartimento contendo um pacote de fiação tendo uma pluralidade de placas empilhadas umas sobre as outras e tendo

um padrão de aberturas dispostas para criar trajetórias de escoamento para direcionar os componentes de polímero. A fiandeira 18 também apresenta aberturas dispostas em uma ou mais filas. As aberturas formam uma cortina de filamentos que são extrudados na direção descendente, quando os polímeros são extrudados através delas. O processo 10 também emprega um soprador de resfriamento (quenching) 20 posicionado adjacente à cortina de filamentos que se estendem a partir da fiandeira 18. Ar a partir do soprador de ar de resfriamento (quenching) 20 realiza um resfriamento (quenching) nos filamentos que se estendem a partir da fiandeira 18. O ar de resfriamento (quenching) pode ser direcionado a partir de um lado da cortina de filamentos, conforme mostrado na Figura 1, ou de ambos os lados da cortina de filamentos. Uma unidade de tiragem de fibras ou aspirador 22 está posicionada abaixo da fiandeira 18 e recebe os filamentos que sofreram resfriamento (quenching). Unidades de tiragem de fibras ou aspiradores, para uso em polímeros de fiação em fusão, são bem conhecidos na técnica. Unidades de tiragem de fibras adequadas, para uso no processo da presente invenção, incluem um aspirador de fibras linear do tipo mostrado nas Patentes U.S. Nos. 3.802.817 e 3.423.255, as quais são incorporadas neste relatório em sua totalidade por referência para todas as finalidades. A unidade de tiragem de fibras 22, em geral, inclui uma passagem vertical alongada, através da qual os filamentos são tirados por ar de aspiração que entra a partir dos lados da passagem e escoando na direção descendente através da passagem. Um aquecedor ou soprador 24 fornece ar de aspiração para a unidade de tiragem de fibras 22. O ar de aspiração tira os filamentos e ar ambiente através da unidade de tiragem de fibras 22. Depois disso, os filamentos são formados em uma estrutura de trama coerente por deposição de maneira aleatória dos filamentos por sobre uma superfície de formação 26 (opcionalmente com o auxílio de um vácuo) e, então, ligação da trama resultante usando qualquer técnica conhecida.

Depois do resfriamento (quenching), os filamentos são tirados para a passagem vertical da unidade de tiragem de fibras 22 por um escoamento de um gás, tal como ar, do aquecedor ou soprador 24 através de unidade de tiragem de fibras. O

escoamento de gás causa a tiragem dos filamentos ou a sua atenuação, o que aumenta a orientação molecular ou cristalinidade dos polímeros que formam os filamentos. Os filamentos são depositados através da abertura de saída da unidade de tiragem de
 5 fibras 22 e por sobre um cilindro de tração (godet roll) 42. Devido à elevada resistência dos filamentos da presente invenção, elevadas razões de tiragem descendente (draw down ratios) podem ser empregadas na presente invenção. A razão de tiragem descendente é a velocidade linear dos filamentos depois da tiragem
 10 (por exemplo, velocidade linear do cilindro de tração 42 ou de uma superfície foraminosa (não mostrada) dividida pela velocidade linear dos filamentos depois da extrusão. Por exemplo, a razão de tiragem pode ser calculada em certas modalidades como se segue:

$$\text{Razão de Tiragem} = A/B$$

15 em que:

A é a velocidade linear da fibra depois da tiragem (isto é, velocidade do cilindro de tração) e é medida diretamente; e

20 B é a velocidade linear da fibra extrudada e pode ser calculada como se segue:

$$\text{Velocidade linear de fibra na extrusora} = C/(25*\pi*D*E^2)$$

em que:

C é a produtividade através de um único orifício (gramas por minuto);

25 D é a densidade do polímero (gramas por centímetro cúbico); e

E é o diâmetro do orifício (em centímetros) através do qual a fibra é extrudada. Em certas modalidades da presente invenção, a razão de tiragem pode ser de cerca de 200:1 a
 30 cerca de 6.500:1, em algumas modalidades, de cerca de 500:1 a cerca de 6.000:1, e, em algumas modalidades, de cerca de 1.000:1 a cerca de 5.000:1.

Se desejado, as fibras coletadas no cilindro de tração 42, opcionalmente, podem ser submetidas a processamento em
 35 linha e/ou a etapas de processo adicionais (não mostrados) conforme será entendido pelos técnicos no assunto. Por exemplo,

5 fibras descontínuas podem ser formadas por "tiragem à frio" das fibras coletadas em uma temperatura abaixo de sua temperatura de amolecimento, para o diâmetro desejado, e, depois disso, encrespamento, texturização e/ou corte das fibras para o comprimento de fibra desejado.

Independentemente da maneira particular na qual elas sejam formadas, os presentes inventores constataram que as fibras resultantes exibem excelentes características de resistência. Um parâmetro que é indicativo da resistência relativa das fibras da presente invenção é a "tenacidade", que indica a 10 resistência à tração de uma fibra expressa como força por densidade linear unitária. Por exemplo, as fibras da presente invenção podem apresentar uma tenacidade de cerca de 0,2 a cerca de 1,5 gramas-força ("gf") por denier, em algumas modalidades, de 15 cerca de 0,4 a cerca de 1,2 gf por denier, e, em algumas modalidades, de cerca de 0,5 a cerca de 1,0 gf por denier. Ademais, as fibras da presente invenção também apresentam uma "tensão de tração de pico" relativamente elevada, que indica a tensão de tração máxima expressa em força por unidade de área. Por 20 exemplo, as fibras da presente invenção podem apresentar uma tensão de tração de pico de cerca de 15 a cerca de 200 megapascal (MPa), em algumas modalidades, de cerca de 25 a cerca de 150 MPa, e, em algumas modalidades, de cerca de 50 a cerca de 100 MPa.

Se desejado, as fibras também podem ser formadas 25 diretamente em uma estrutura de trama coerente por deposição das fibras, de maneira aleatória, por sobre uma superfície de formação (opcionalmente com o auxílio de um vácuo) e, então, ligando a trama resultante usando qualquer técnica conhecida. Por exemplo, uma superfície de formação foraminosa sem fim pode ser posicionada 30 abaixo da unidade de tiragem de fibras e receber os filamentos a partir de uma abertura de saída. Um vácuo pode ser posicionado abaixo da superfície de formação para tirar os filamentos e consolidar a trama não tecida não ligada. Uma vez formada, a trama não tecida pode, então, ser ligada usando qualquer técnica 35 convencional, tal como com um adesivo ou de maneira autógena (por exemplo, fusão e/ou auto-adesão das fibras sem um adesivo externo aplicado). Ligação autógena, por exemplo, pode ser conseguida

através de contato das fibras enquanto elas estiverem semi-fundidas ou pegajosas, ou simplesmente por mistura de uma resina de adesividade e/ou solvente com o(s) polímero(s) usados para formar as fibras. Técnicas de ligação autógena adequadas podem

5 incluir ligação ultrassônica, ligação térmica, ligação através de ar, ligação em calandra, e assim por diante. Por exemplo, a trama pode ser ulteriormente ligada ou gravada em relevo com um padrão por um processo termomecânico, no qual a trama é passada entre um rolo de bigorna liso aquecido e um rolo de padrão aquecido. O rolo

10 de padrão pode ter qualquer padrão em relevo, que forneça as propriedades ou aparência de trama desejadas. Desejavelmente, o rolo de padrão define um padrão em relevo, que define uma pluralidade de locais de ligação, que definem uma área de ligação entre cerca de 2% e 30% da área total do rolo. Padrões de ligação

15 exemplificativos incluem, por exemplo, aqueles descritos nas Patentes U.S. Nos. 3.855.046 de Hansen et al., 5.620.779 de Lévy et al., 5.962.112 de Haynes et al., 6.093.665 de Sayovitz et al., assim como as Patentes de Desenho Industrial U.S. de Nos. 428.267 de Romano et al.; 390.708 de Brown; 418.305 de Zander, et al.;

20 384.508 de Zander, et al.; 384.819 de Zander, et al.; 358.035 de Zander, et al. e 315.990 de Blenke, et al., todas as quais são incorporadas neste relatório em sua totalidade por referência a para todas as finalidades. A pressão entre os rolos pode ser de cerca de 5 a cerca de 2.000 libras por polegada linear. A pressão

25 entre os rolos e a temperatura dos rolos é equilibrada para se obter propriedades ou aparência de trama desejadas, enquanto se mantém propriedades semelhantes a tecido. Como é bem conhecido pelos técnicos no assunto, a temperatura e a pressão necessárias podem variar dependendo de muitos fatores, incluindo, mas não

30 limitados a, área de ligação de padrão, propriedades do polímero, propriedades das fibras e propriedades do ente não tecido.

Em adição a tramas spunbond, uma variedade de outras tramas não tecidas também podem ser formadas a partir da composição termoplástica de acordo com a presente invenção, tais

35 como tramas meltblown, tramas ligadas e cardadas, tramas dispersas à úmido, tramas dispersas por ar, tramas coform, tramas emaranhadas hidraulicamente, etc. Por exemplo, a composição

termoplástica pode ser extrudada através de uma pluralidade de capilares de fiação finos para correntes de gás (por exemplo, ar) de elevada velocidade convergentes, que atenuam as fibras para reduzi-rem seu diâmetro. Depois disso, as fibras meltblown são

5 carreadas pela corrente de gás de elevada velocidade e são depositadas sobre uma superfície de coleta, para formar uma trama de fibras meltblown dispersas aleatoriamente. Alternativamente, o polímero pode ser formado em uma trama cardada, por colocação de fardos de fibras, formados a partir da composição termoplástica,

10 em um coletador, que separa as fibras. A seguir, as fibras são enviadas através de uma unidade de combinação ou de cardagem, que adicionalmente rompe afastando e alinha as fibras na direção da máquina, de modo a formar uma trama não tecida fibrosa orientada na direção da máquina. Uma vez formada, a trama não tecida,

15 tipicamente, é estabilizada por uma ou mais técnicas de ligação conhecidas.

Se desejado, a trama não tecida também pode ser um compósito que contenha uma combinação das fibras da composição termoplástica e outros tipos de fibras --(por exemplo, fibras

20 descontínuas, filamentos, etc.). Por exemplo, fibras sintéticas adicionais podem ser utilizadas, tais como aquelas formadas a partir de poliolefinas, por exemplo, polietileno, polipropileno, polibutileno, e assim por diante; politetrafluoroetileno; poliésteres, por exemplo, poli(tereftalato de etileno), e assim

25 por diante; poli(acetato de vinila); poli(acetato cloreto de vinila); poli(vinil-butiral); resinas acrílicas, por exemplo, poliacrilato, poli(acrilato de metila), poli(metacrilato de metila), e assim por diante; poliamidas, por exemplo, nylon; poli(cloreto de vinila); poli(cloreto de vinilideno);

30 poliestireno; poli(álcool de vinila); e poliuretanos; poli(ácido láctico); etc. Se desejado, polímeros biodegradáveis, tais como poli(ácido glicólico) (PGA), poli(ácido láctico) (PLA), poli(ácido β -málico) (PMLA), poli(ϵ -caprolactona) (PCL), poli(ρ -dioxanona) (PDS), poli(succinato de butileno) (PBS) e poli(3-hidróxi-

35 butirato) (PHB), também podem ser empregados. Alguns exemplos de fibras sintéticas conhecidas incluem fibras bicomponentes de envoltório-núcleo disponíveis a partir de KoSa Inc., de Charlotte,

Carolina do Norte, EUA, sob as designações T-255 e T-256, ambas as quais usam um envoltório de poliolefina, ou T-254, que tem um envoltório de copoliéster de baixo ponto de fusão. Ainda outras fibras bicomponentes conhecidas, que podem ser usadas, incluem
5 aquelas disponíveis de Chisso Corporation, de Moriyama, Japão, ou Fibervisions LLC, de Wilmington, Delaware, EUA. Fibras descontínuas de poli(ácido láctico) também podem ser empregadas, tais como aquelas comercialmente disponíveis de Far Eastern Textile, Ltd., de Taiwan.

10 O compósito também pode conter fibras de polpa, tais como polpa com fibras de comprimento médio elevado, polpa com fibras de comprimento médio baixo, ou suas misturas. Um exemplo de fibras de polpa de felpa de elevado comprimento médio adequadas inclui fibras de polpa *kraft* de madeira macia. Fibras de polpa
15 *kraft* de madeira macia são derivadas de árvores coníferas e incluem fibras de polpa, tais como, mas não limitadas a, espécies de madeira macia do norte, do oeste e do sul, incluindo pau-brasil, cedro vermelho, pinheiro do Canadá, douglásia, abeto verdadeiro, pinheiro (pinheiro do sul), abeto comum (por exemplo,
20 abeto negro), bambu, suas combinações, e assim por diante. Fibras de polpa *kraft* de madeira macia do norte podem ser usadas na presente invenção. Um exemplo de fibras de polpa *kraft* de madeira macia do sul comercialmente disponíveis, adequadas para uso na presente invenção, incluem aquelas disponíveis a partir de
25 Weyerhaeuser Company, com escritórios em Federal Way, Washington, sob a designação comercial de "NF-405". Outra polpa adequada na presente invenção é uma polpa de madeira de sulfato alvejada, contendo principalmente fibras de madeira macia, que está disponível a partir de Bowater Corp., com escritórios em
30 Greenville, Carolina do Sul, sob o nome comercial polpa CoosAbsorb S. Fibras de comprimento médio baixo também podem ser usadas na presente invenção. Um exemplo de fibras de polpa de comprimento médio baixo adequadas são fibras de polpa *kraft* de madeira dura. Fibras de polpa *kraft* de madeira dura são derivadas a partir de
35 árvores decíduas e incluem fibras de polpa, tais como, mas não limitados a, eucalipto, bordo, bétula, choupo, etc. Fibras de polpa *kraft* de eucalipto podem ser particularmente desejadas para

aumentar a maciez, intensificar a clareza, aumentar a opacidade e mudar a estrutura de poros da folha para aumentar sua capacidade de ação capilar. Fibras de bambu ou de algodão também podem ser empregadas.

5 Compósitos não tecidos podem ser formados usando uma variedade de técnicas conhecidas. Por exemplo, o compósito não tecido pode ser um "material *coform*", que contenha uma mistura ou matriz estabilizada das fibras da composição termoplástica e um material absorvente. Como um exemplo, materiais *coform* podem ser
10 produzidos por um processo no qual pelo menos um cabeçote de fieira meltblown está disposto próximo a uma calha através da qual os materiais absorventes são adicionados à trama enquanto ela estiver em formação. Tais materiais absorventes podem incluir, mas não estão limitados a, fibras de polpa, partículas
15 superabsorventes, materiais absorventes inorgânicos e/ou orgânicos, fibras descontínuas poliméricas tratadas, e assim por diante. As percentagens relativas do material absorvente podem variar sobre uma ampla gama dependendo das características desejadas do compósito não tecido. Por exemplo, o compósito não
20 tecido pode conter de cerca de 1% em peso a cerca de 60 em peso, em algumas modalidades, de cerca de 5% em peso a cerca de 50% em peso, e, em algumas modalidades, de cerca de 10% em peso e cerca de 40% em peso de fibras da composição termoplástica. O compósito não tecido pode igualmente conter de cerca de 40% em peso a cerca
25 de 99%, em algumas modalidades, de 50% em peso a cerca de 95% em peso, e, em algumas modalidades, de cerca de 60% em peso a cerca de 90% em peso de material absorvente. Alguns exemplos de tais materiais *coform* são descritos nas Patentes U.S. Nos. 4.100.324 de Anderson, et al.; 5.284.703 de Everhart, et al.; e 5.350.624 de
30 Georger et al., as quais são incorporadas neste relatório em sua totalidade por referência para todas as finalidades.

Laminados não tecidos também podem ser formados na presente invenção, nos quais uma ou mais camadas são formadas a partir da composição termoplástica. Por exemplo, a trama não
35 tecida de uma camada pode ser um spunbond, que contenha a composição termoplástica, enquanto a trama não tecida da outra camada contém a composição termoplástica, outro(s) polímero(s)

biodegradável(is) e/ou qualquer outro polímero (por exemplo, poliolefinas). Em uma modalidade, o laminado não tecido contém uma camada meltblown posicionada entre duas camadas spunbond para formar um laminado spunbond/meltblown/spunbond ("SMS"). Se desejado, a(s) camada(s) spunbond pode(m) ser formada(s) a partir da composição termoplástica. A camada meltblown pode ser formada a partir da composição termoplástica, de outro(s) polímero(s) biodegradável(is) e/ou de qualquer outro polímero (por exemplo, poliolefinas). Várias técnicas para formação de laminados SMS são descritas nas Patentes U.S. Nos. 4.041.203 de Brock et al.; 5.213.881 de Timmons, et al.; 5.464.688 de Timmons, et al.; 4.374.888 de Bornslaeger; 5.169.706 de Collier, et al. e 4.766.029 de Brock et al., assim como o Pedido de Patente Publicado U.S. No. 2004/0002273 de Fitting, et al., todos os quais são incorporados neste relatório em sua totalidade por referência para todas as finalidades. Obviamente, o laminado não tecido pode ter outra configuração e possuir qualquer número desejado de camadas meltblown e spunbond, tais como laminados spunbond/meltblown/meltblown/spunbond ("SMMS"), spunbond/meltblown -- ("SM"), etc.

Embora a gramatura do laminado não tecido possa ser produzida sob medida para a aplicação desejada, em geral, ela varia de cerca de 10 a cerca de 300 gramas por metro quadrado (" g/m^2 "), em algumas modalidades, de cerca de 25 a cerca de 200 g/m^2 , e, em algumas modalidades, de cerca de 40 a cerca de 150 g/m^2 .

Se desejado, a trama ou o laminado não tecidos podem ser aplicados com vários tratamentos para conferir características desejáveis. Por exemplo, a trama pode ser tratada com aditivos de repelência a líquido, agentes antiestáticos, tensoativos, corantes, agentes antinévoa, repelentes de sangue e de álcool fluoro-químicos, lubrificantes e/ou agentes antimicrobianos. Em adição, a trama pode ser submetida a um tratamento elétrico, que confira uma carga eletrostática para aperfeiçoar a eficiência de filtração. A carga pode incluir camadas de cargas positiva e negativa aprisionadas na, ou próximo à, superfície do polímero, ou nuvens de cargas armazenadas no volume do polímero. A carga pode incluir também cargas de polarização que estejam congeladas em alinhamento dos dipolos das

moléculas. Técnicas para submeter um tecido a um tratamento elétrico são bem conhecidas pelos técnicos no assunto. Exemplos de tais técnicas incluem, mas não estão limitados a, técnicas térmicas, de contato com líquido, de feixe de elétrons e de descarga corona. Em uma modalidade particular, o tratamento elétrico é uma técnica de descarga corona, que envolve submeter o laminado a um par de campos elétricos que tenham polaridades opostas. Outros métodos para formar um material eletrificado são descritos nas Patentes U.S. Nos. 4.215.682 de Kubik, et al.; 4.375.718 de Wadsworth; 4.592.815 de Nakao; 4.874.659 de Ando; 5.401.446 de Tsai, et al.; 5.883.026 de Reader, et al.; 5.908.598 de Rousseau, et al.; 6.365.088 de Knight, et al., as quais são incorporadas neste relatório em sua totalidade por referência para todas as finalidades.

15 III. Artigos

A trama não tecida pode ser usada em uma ampla variedade de aplicações. Por exemplo, a trama pode ser incorporada em um "produto médico", tal como vestimentas, guarnições cirúrgicas, máscaras faciais, toucas em geral, toucas cirúrgicas, pantufas, embrulhos de esterilização, cobertas de aquecimento, almofadas de aquecimento, e assim por diante. Obviamente, a trama não tecida também pode ser usada em vários outros artigos. Por exemplo, a trama não tecida pode ser incorporada em um "artigo absorvente", que seja capaz de absorver água ou outros fluidos. Exemplos de alguns artigos absorventes incluem, mas não estão limitados a, artigos absorventes para cuidados pessoais, tais como fraldas, calças de treinamento, roupas íntimas absorventes, artigos para incontinência, produtos para higiene feminina (por exemplo, absorventes higiênicos), roupas para natação, lenços para bebês, lenço de luva, e assim por diante; artigos absorventes médicos, tais como indumentárias, materiais de fenestração, forros, lençóis, bandagens, guarnições absorventes e lenços médicos; lenços para serviços alimentícios; artigos de vestuário; bolsos, e assim por diante. Materiais e processos adequados para a formação de tais artigos são bem conhecidos pelos técnicos no assunto. Artigos absorventes, por exemplo, tipicamente incluem uma camada substancialmente impermeável a líquido (por exemplo,

cobertura externa), uma camada permeável a líquido (por exemplo, forro voltado para o corpo, camada de insulto súbito, etc.), e um núcleo absorvente. Em uma modalidade, por exemplo, uma trama não tecida formada de acordo com a presente invenção pode ser usada para formar uma cobertura externa de um artigo absorvente. Se desejado, a trama não tecida pode ser laminada para formar um filme impermeável a líquido, que seja ou permeável a vapor ou impermeável a vapor.

A presente invenção pode ser melhor entendida com referência aos seguintes exemplos.

Métodos de Teste

Viscosidade Aparente:

As propriedades reológicas das amostras de polímero foram determinadas usando um reômetro com capilar Göttfer Rheograph 2003 com programa de computador de análise WinRHEO versão 2.31. O ajuste inicial incluiu um transdutor de pressão de 100 bar e uma fieira capilar de orifício redondo de 30/1:0/180. O carregamento de amostra foi feito alternando-se entre adição de amostra e empacotamento com uma vareta. Um tempo de fusão de 2 minutos precedeu cada teste para permitir que o polímero se fundisse completamente na temperatura de teste (usualmente 150 a 180°C). O reômetro com capilar determinou a viscosidade aparente (Pa.s) em várias tensões de cisalhamento, tais como 100, 200, 500, 1.000, 2.000 e 5.000 s⁻¹. A curva de reologia resultante de tensão de cisalhamento aparente versus viscosidade aparente deu uma indicação de como o polímero se correria naquela temperatura em um processo de extrusão.

Taxa de Escoamento em Fusão:

A taxa de escoamento em fusão ("MFR") é o peso de um polímero (em gramas) forçado através de um orifício de reômetro de extrusão (0,0825 polegadas de diâmetro), quando submetido a uma carga de 2.160 gramas em 10 minutos, tipicamente à 190°C ou 230°C. A menos se indicado de outra maneira, a taxa de escoamento em fusão foi medida de acordo com o Método de Teste ASTM D1239 com uma Plastômetro de Extrusão Tinius Olsen.

Propriedades de Tração:

Espécimes de fibras individuais foram encurtados (por exemplo, cortados com tesoura) para 38 milímetros de comprimento, e colocados separadamente sobre um tecido de veludo preto. 10 a 15 espécimes de fibras foram coletados desta maneira. Os espécimes de fibras foram, então, montados em uma condição substancialmente reta em uma moldura de papel retangular apresentando dimensão externa de 51 milímetros x 51 milímetros e dimensão interna de 25 milímetros x 25 milímetros. As extremidades de cada espécime de fibras foram fixadas de maneira operativa à moldura por fixação cuidadosa das extremidades das fibras aos lados da moldura com fita adesiva. Cada espécime de fibra foi, então, medido para sua dimensão transversal da fibra, relativamente mais curta, externa, empregando um microscópio de laboratório convencional, que tenha sido calibrado de maneira apropriada e ajustado em aumento de 40x. Essa dimensão transversal da fibra foi registrada como o diâmetro do espécime de fibra individual. A moldura ajudou a montar as extremidades dos espécimes de fibras de amostra nas garras superior e inferior de um testador de tração do tipo de taxa de extensão constante, de uma maneira que evitou dano excessivo aos espécimes de fibras.

Um testador de tração do tipo de taxa de extensão constante e uma célula de carga apropriada foram empregados para a testagem. A célula de carga foi escolhida (por exemplo, 10 N), de modo que o valor de teste recaísse dentro de 10-90% da carga de escala completa. O testador de tração (isto é, MTS SYNERGY 200) e a célula de carga foram obtidos a partir de MTS Systems Corporation, de Eden Prairie, Michigan, EUA. Os espécimes de fibras na montagem de moldura foram, então, montados entre as garras do testador de tração. Então, os lados da moldura de papel, que se estendiam paralelamente ao comprimento das fibras, foram cortados ou de outra maneira separados, de modo que o testador de tração aplicasse a força de teste somente às fibras. As fibras foram, então, submetidas a um teste de tração em uma taxa de tracionamento e em uma velocidade de garra de 12 polegadas por minuto. Os dados resultantes foram analisados usando um programa

de computador TESTWORKS 4 a partir da MTS Corporation com os seguintes ajustes de teste:

Entradas de Cálculos		Entradas de Teste	
Queda de marca de ruptura	50%	Sensibilidade de ruptura	90%
Alongamento de marcador de ruptura	0,25 centímetros	Limiar de ruptura	10 gr
Comprimento de calibre nominal	2,54 centímetros	Taxa de aquisição de dados	10 Hz
Pré-carga de frouxidão	1 lbr	Comprimento denier	9.000 m
Comprimento de segmento de inclinação	20%	Densidade	1,25 g/cm ³
Compensação de rendimento	0,20%	Velocidade inicial	30,48 centímetros/min
Comprimento de segmento de rendimento	2%	Velocidade secundária	5,08 centímetros/min

Os valores de tenacidade foram expressos em termos de gramas-força por denier. Alongamento de pico (% de tensão na ruptura), tensão de pico e carga de pico também foram medidos.

EXEMPLO 1

Um amido hidróxi-propilado termoplásticos foi formado como se segue. Inicialmente, foi produzida uma mistura de amido hidróxi-propilado (Glucosol 800, fabricado por Chemstar Products Company, Minneapolis, Minnesota), tensoativo (Excel P-40S, Kao Corporation, Tóquio, Japão) e plastificante (sorbitol). Glucosol® 800 apresenta um peso molecular médio ponderado (determinado por cromatografia de permeação em gel) de 2.900.000, um índice de polidispersidade de cerca de 28, uma densidade aparente de cerca de 30 a 40 lb/ft³, e um tamanho de partícula D₉₈ de 140 Mesh. Um misturador Hobart foi usado para a mistura. A mistura foi, então, adicionada a um alimentador K-Tron (K-Tron America, Pitman, Nova Jersey, EUA), que alimentou o material em uma extrusora de parafuso duplo, corrotativo (ZSK-30, diâmetro de 30 mm), que foi fabricada por Werner & Pfleiderer Corporation, de Ramsey, Nova Jersey, EUA. A extrusora possuía 14 zonas, numeradas consecutivamente 1-14 a partir da tremonha de alimentação para a fieira. O tambor #1 recebeu a mistura à 19 lb/h, quando a extrusora foi aquecida para uma temperatura para as zonas 1 a 7 de 100°C, 110°C, 124°C, 124°C, 124°C, 110°C e 105°C, respectivamente. A temperatura de massa em fusão era 115°C. A velocidade do parafuso foi ajustada em 160 rpm para se alcançar uma pressão de massa em fusão de 400-500 psi e um torque entre 50 e 60% durante o processamento. A fieira usada para formar o amido termoplástico

5 tinha 3 aberturas, que tinham um diâmetro de 5 milímetros e estavam separados por uma distância de 3 milímetros. Em alguns casos, uma válvula de alívio também foi aberta para liberar vapor gerado. A corda resultante se resfriou através de uma correia de resfriamento (Minarik Electric Company, Glendale, Califórnia, EUA). Um pelletizador (Emerson Industrial Controls, Grand Island, Nova Iorque, EUA) foi usado para cortar a corda para produzir
10 pelotas de amido termoplástico contendo 66% em peso, 30% em peso de sorbitol e 4% em peso de tensoativo. A taxa de escoamento em fusão da resina resultante foi determinada para ser de 2,1 gramas por 10 minutos (à 190°C, 2,16 Kg).

EXEMPLO 2

Um poliéster biodegradável modificado foi formado como se segue. Uma resina de copoliéster alifático-aromático foi
15 inicialmente obtida a partir de BASF sob a designação ECOFLEX® F BX 7011. A resina de copoliéster foi modificada por mistura de massa em fusão com uma solução de reagente. A solução de reagente continha 87,5% em peso de 1,4-butano-diol, 7,5% em peso de etanol e 5% em peso de propóxido de titânio. A solução foi alimentada por
20 uma bomba Eldex a uma porta de injeção de líquido localizada no tambor #5 de uma extrusora de parafuso duplo, corrotativo (ZSK-30). A resina de poliéster foi alimentada à extrusora de parafuso duplo no tambor #1, usando um alimentador gravimétrico em uma produtividade de 30 libras por hora. A extrusora tinha quatro (4)
25 aberturas de fiação tendo um diâmetro de 6 milímetros e separados por uma distância de 3 milímetros. Quando da formação, a resina extrudada foi resfriada em uma correia transportadora resfriada com soprador e conformada em pelotas por um pelletizador Conair. A concentração dos reagentes no poliéster modificado era de
30 aproximadamente 99,475% em peso do copoliéster, 0,5% em peso de 1,4-butano-diol e 0,025% em peso de propóxido de titânio. Parâmetros de extrusão reativa foram monitorados na extrusora durante o processo de extrusão reativa. As condições são mostradas abaixo na Tabela 1.

Tabela 1: Condições de Processamento

No. da Amostra	Taxa de Alim. de Resina (lb/h)	Reagentes		Velocidade da Extrusora (rpm)	Perfil de Temperatura da Extrusora (°C)										P _{fusão} (psi)	Torque (%)
		Butano-diol (%)	Propóxido de Titânio (ppm)		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T _{fusão}				
Exemplo 2	30	0.5	250	160	160	190	190	190	190	190	125	137	70	85-90		

A taxa de escoamento em fusão da resina resultante foi determinada a ser de 25 gramas por 10 minutos (à 190°C, 2,16 Kg). A viscosidade aparente das resinas dos Exemplos 1 e 2 também foram determinadas à 150°C e 160°C, de acordo com o procedimento descrito acima. Os resultados são mostrados na Figura 2. Como indicado, o amido termoplástico modificado ("TPMS") e o copoliéster modificado ("M-Ecoflex"), ambos seguiram um comportamento de diminuição de cisalhamento. Além disso, a viscosidade do amido termoplástico era levemente maior do que aquela do poliéster modificado, indicando que eles eram materiais em geral miscíveis, especialmente entre a faixa de temperaturas de 150°C a 160°C.

EXEMPLOS 3-6

Misturas do amido termoplástico do Exemplo 1 e do copoliéster modificado do Exemplo 2 foram preparadas usando uma extrusora ZSK-30 de acordo com as condições de processamento mostradas na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2: Condições de Processamento para Compostagem de Misturas de Fibras

No. da Amostra	Taxa de Alim. de Resina (lb/h)	TPS (lb/h)	m-Ecoflex (lb/h)	Velocidade da Extrusora (rpm)	Perfil de Temperatura da Extrusora (°C)									P _{fusão} (psi)	Torque (%)
					T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T _{fusão}			
Exemplo 3	20	4	16	160	100	120	140	150	150	140	130	151	140-170	82-90	
Exemplo 4	20	6	14	160	100	120	140	150	150	140	130	151	140-180	77-82	
Exemplo 5	20	7,6	12,4	160	100	120	140	150	150	140	130	151	80-160	66-73	
Exemplo 6	20	9	11	160	100	120	140	150	150	140	130	151	100-150	65-71	

A razão em peso do copoliéster modificado ("m-Ecoflex") em relação ao amido termoplástico ("TPS") para os Exemplos 3-6 foi de 80/20, 70/30, 62/38 e 55/45, respectivamente. Quando da formação, a viscosidade aparente das misturas foi determinada à 170°C conforme descrito acima. Os resultados são mostrados na Figura 3.

Depois disso, a fiação de fibras foi conduzida para as misturas dos Exemplos 3-6, usando uma linha de fiação de fibras Davis Standard, que consiste em duas extrusoras, uma câmara de resfriamento (quenching), um cilindro de tração com uma velocidade máxima de 3.000 metros por minuto. A placa de fiação usada para essas amostras era uma placa de 16 orifícios com cada orifício apresentando um diâmetro de 0,6 milímetros ($6 \times 10^{-4} \text{m}$). Todas as amostras foram secadas durante uma noite à 77°C (170°F), para reduzir o teor em umidade de mistura abaixo de 500 partes por milhão antes da fiação das fibras. A Tabela 3 lista as condições de processamento de fiação de fibras.

Tabela 3: Parâmetros de Fiação de Fibras

		Exemplo 3	Exemplo 4	Exemplo 5	Exemplo 6
Extrusora	Zona 7 (°C)	170	170	170	170
	Zona 6 (°C)	165	165	165	165
	Zona 5 (°C)	165	165	165	165
	Zona 4 (°C)	160	160	160	160
	Zona 3 (°C)	160	160	160	160
	Zona 2 (°C)	158	158	158	158
	Zona 1 (°C)	155	155	155	155
	Pressão de Saída de Massa de Fusão Ext. 1 (psi)	1.010	1.170	1.050	1.095
Leituras de Resfriamento (Quenching)	Ar Inferior	355	355	350	244
	Ar Superior	358	358	350	350
Ponto de Ajuste de Resfriamento (Quenching)	Feixe de Fiação (°C)	190	190	190	190
	Velocidade de Cilindro de Tração (m/min)	900, 800, 600, 400	800, 700, 600, 400, 200	700, 600, 400	200, 100
Miscelânea	Bomba de Massa de Fusão Ext. 1	10	10/15	10	10
	Tipo de Pacote	Monofilamento	Monofilamento	Monofilamento	Monofilamento

Conforme o teor em poliéster modificado diminuiu, a processabilidade de fiação de fibras se deteriorou.

15

As propriedades mecânicas também foram determinadas para as misturas dos Exemplos 3-6 para várias velocidades de tiragem. Os resultados são mostrados abaixo na Tabela 4.

Tabela 4: Propriedades Mecânicas de Fibras

No. do Exemplo	Razão de Mistura	Tiragem de Fibras	Carga de Pico	Tensão de Pico	Alongamento	Tenacidade	Denier
		Velocidade (m/min)	(gf)	(MPa)	(%)		(gf)
Exemplo 3	m-Ecoflex/TPMS (80/20)	900	3,1	75,6	240,2	0,69	4,53
	m-Ecoflex/TPMS (80/20)	800	3,8	77,1	257,6	0,70	5,44
	m-Ecoflex/TPMS (80/20)	600	4,1	86,2	194,7	0,78	5,61
	m-Ecoflex/TPMS (80/20)	400	4,6	67,7	219,8	0,61	8,51
	m-Ecoflex/TPMS (80/20)	250	4,4	59,4	296,7	0,54	8,33
Exemplo 4	m-Ecoflex/TPMS (70/30)	800	2,7	49,7	181,2	0,45	6,24
	m-Ecoflex/TPMS (70/30)	700	2,8	44,8	224,6	0,41	7,84
	m-Ecoflex/TPMS (70/30)	600	3,5	52,8	185,8	0,48	7,32
	m-Ecoflex/TPMS (70/30)	400	3,9	43,8	209,7	0,40	10,21
	m-Ecoflex/TPMS (70/30)	200	5,2	31,4	215,3	0,28	20,08
Exemplo 5	m-Ecoflex/TPMS (62/38)	700	1,9	36,9	144,5	0,34	6,25
	m-Ecoflex/TPMS (62/38)	600	2,4	33,3	147,4	0,30	8,16
	m-Ecoflex/TPMS (62/38)	400	2,6	31,5	152,9	0,29	9,70
Exemplo 6	m-Ecoflex/TPMS (55/45)	200	2,1	14,9	65,5	0,14	20,77
	m-Ecoflex/TPMS (55/45)	100	3,2	10,1	79,5	0,09	40,03

Conforme indicado, as propriedades mecânicas geralmente diminuem com uma quantidade crescente do amido termoplástico modificado ("TPMS").

5 Embora a invenção tenha sido descrita em detalhes com respeito às suas modalidades específicas, será apreciado que os técnicos no assunto, quando atingirem um entendimento do acima exposto, poderão prontamente conceber alterações a, variações de e equivalentes a estas modalidades. Consequentemente, o escopo da
10 presente invenção deve ser avaliado como aquele das reivindicações anexas e de quaisquer equivalentes a elas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para formar uma fibra, caracterizado pelo fato de que compreende:

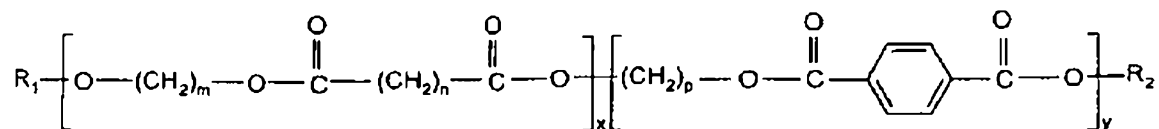
5 reagir um primeiro copoliéster alifático-aromático com pelo menos um álcool, em que o álcool é empregado em uma quantidade de 0,1% em peso a 10% em peso, com base no peso do primeiro copoliéster, para resultar em um segundo copoliéster modificado, o copoliéster modificado apresentando um índice de escoamento em fusão que é maior do que o índice de escoamento em fusão do primeiro copoliéster, determinado em uma carga de 2.160 gramas e temperatura de 190°C, de acordo com o Método de teste ASTM D1238-E;

10 combinar o segundo copoliéster com um amido termoplástico para formar uma mistura, em que a mistura compreende de 5% em peso a 40% em peso do amido termoplástico e de 60% em peso a 95% em peso do segundo copoliéster alifático-aromático; e extrudar a mistura através de uma fiação para formar a fibra.

20 2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a razão do índice de escoamento em fusão do segundo copoliéster alifático-aromático em relação ao índice de escoamento em fusão do primeiro copoliéster alifático-aromático é de pelo menos 1,5.

25 3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a razão da viscosidade aparente do primeiro copoliéster alifático-aromático em relação à viscosidade aparente do segundo copoliéster alifático-aromático é de pelo menos 1,1, determinada em uma temperatura de 170°C e uma tensão de cisalhamento de 1.000 s⁻¹

30 4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o segundo copoliéster apresenta a seguinte estrutura geral:



em que:

m é um número inteiro de 2 a 10, em algumas

modalidades, de 2 a 4, e, em uma modalidade, 4;

n é um número inteiro de 0 a 18, em algumas modalidades, de 2 a 4, e, em uma modalidade, 4;

p é um número inteiro de 2 a 10, em algumas

5 modalidades, de 2 a 4, e, em uma modalidade, 4;

x é um número inteiro maior do que 1;

y é um número inteiro maior do que 1; e

R₁ e R₂ são selecionados independentemente a partir de hidrogênio; grupos hidroxila; grupos C₁-C₁₀-alquila de cadeia
10 linear ou ramificada, substituídos ou não substituídos; e grupos C₁-C₁₀-hidróxi-alquila de cadeia linear ou ramificada, substituídos ou não substituídos, com pelo menos um dentre R₁ e R₂ sendo um grupo C₁-C₁₀-alquila ou grupo C₁-C₁₀-hidróxi-alquila de cadeia linear ou ramificada, substituído ou não substituído.

15 5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o álcool é empregado em uma quantidade de 0,1% em peso a 4% em peso, com base no peso do primeiro copoliéster.

20 6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o segundo copoliéster apresenta um índice de escoamento em fusão de 5 a 200 gramas por 10 minutos, e, de preferência, de 10 a 100 gramas por 10 minutos, determinado em uma carga de 2.160 gramas e temperatura de 190°C, de acordo com o Método de Teste ASTM D1238-
25 E.

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o segundo copoliéster apresenta uma viscosidade aparente de 50 a 400 Pascal*segundo, determinado em uma temperatura de 150°C e uma
30 tensão de cisalhamento de 1.000 s⁻¹.

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o amido termoplástico inclui de 40% em peso a 90% em peso de pelo menos um amido modificado e de 10% em peso a 45% em peso de pelo menos um
35 plastificante.

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o amido modificado inclui um éster de amido, éter de amido ou uma combinação de tais.

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o amido termoplástico apresenta uma viscosidade de massa em fusão aparente de 25 a 500 Pascal*segundo, e, de preferência, de 50 a 400 Pascal*segundo, conforme determinada em uma temperatura de 150°C e uma taxa de cisalhamento de 100 s⁻¹.

11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o amido termoplástico apresenta um índice de escoamento de fusão de 0,05 a 50 gramas por 10 minutos, determinado em uma carga de 2.160 gramas e temperatura de 190°C, de acordo com o Método de Teste ASTM D1238-E.

12. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o segundo copoliéster é terminado com um grupo alquila, grupo hidróxi-alquila ou uma combinação de tais.

13. Fibra formada a partir de uma composição termoplástica, caracterizada pelo fato de que compreende de 5% em peso a 40% em peso de pelo menos um amido termoplástico e de 60% em peso a 95% em peso de um copoliéster alifático-aromático terminado com um grupo alquila, grupo hidróxi-alquila ou uma combinação de tais, sendo que o copoliéster apresenta um índice de escoamento de fusão de 5 a 200 gramas por 10 minutos, determinado em uma carga de 2.160 gramas e temperatura de 190°C, de acordo com o Método de Teste ASTM D1238-E.

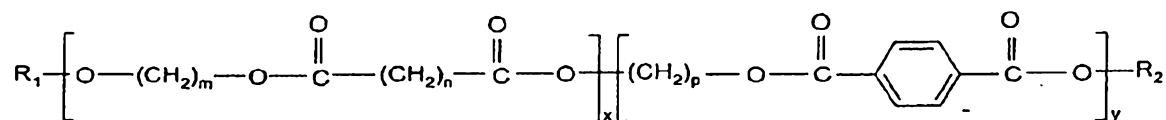
14. Fibra, de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que o índice de escoamento em fusão do copoliéster é de 10 a 100 gramas por 10 minutos.

15. Fibra, de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que o copoliéster apresenta uma viscosidade aparente de 25 a 500 Pascal*segundo, e, de preferência, de 50 a 400 Pascal*segundo, determinado em uma temperatura de 150°C e uma tensão de cisalhamento de 1.000 s⁻¹.

16. Fibra, de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que o copoliéster apresenta um ponto de fusão de 80°C a 160°C e uma temperatura de transição vítrea de 0°C ou menor.

17. Fibra, de acordo com a reivindicação 13,

caracterizada pelo fato de que o copoliéster apresenta a seguinte estrutura geral:



em que:

m é um número inteiro de 2 a 10, em algumas modalidades, de 2 a 4, e, em uma modalidade, 4;

n é um número inteiro de 0 a 18, em algumas modalidades, de 2 a 4, e, em uma modalidade, 4;

p é um número inteiro de 2 a 10, em algumas modalidades, de 2 a 4, e, em uma modalidade, 4;

x é um número inteiro maior do que 1;

y é um número inteiro maior do que 1; e

R₁ e R₂ são selecionados independentemente a partir de hidrogênio; grupos hidroxila; grupos C₁-C₁₀-alquila de cadeia linear ou ramificada, substituídos ou não substituídos; e grupos C₁-C₁₀-hidróxi-alquila de cadeia linear ou ramificada, substituídos ou não substituídos, com pelo menos um dentre R₁ e R₂ sendo um grupo C₁-C₁₀-alquila ou grupo C₁-C₁₀-hidróxi-alquila de cadeia linear ou ramificada, substituído ou não substituído.

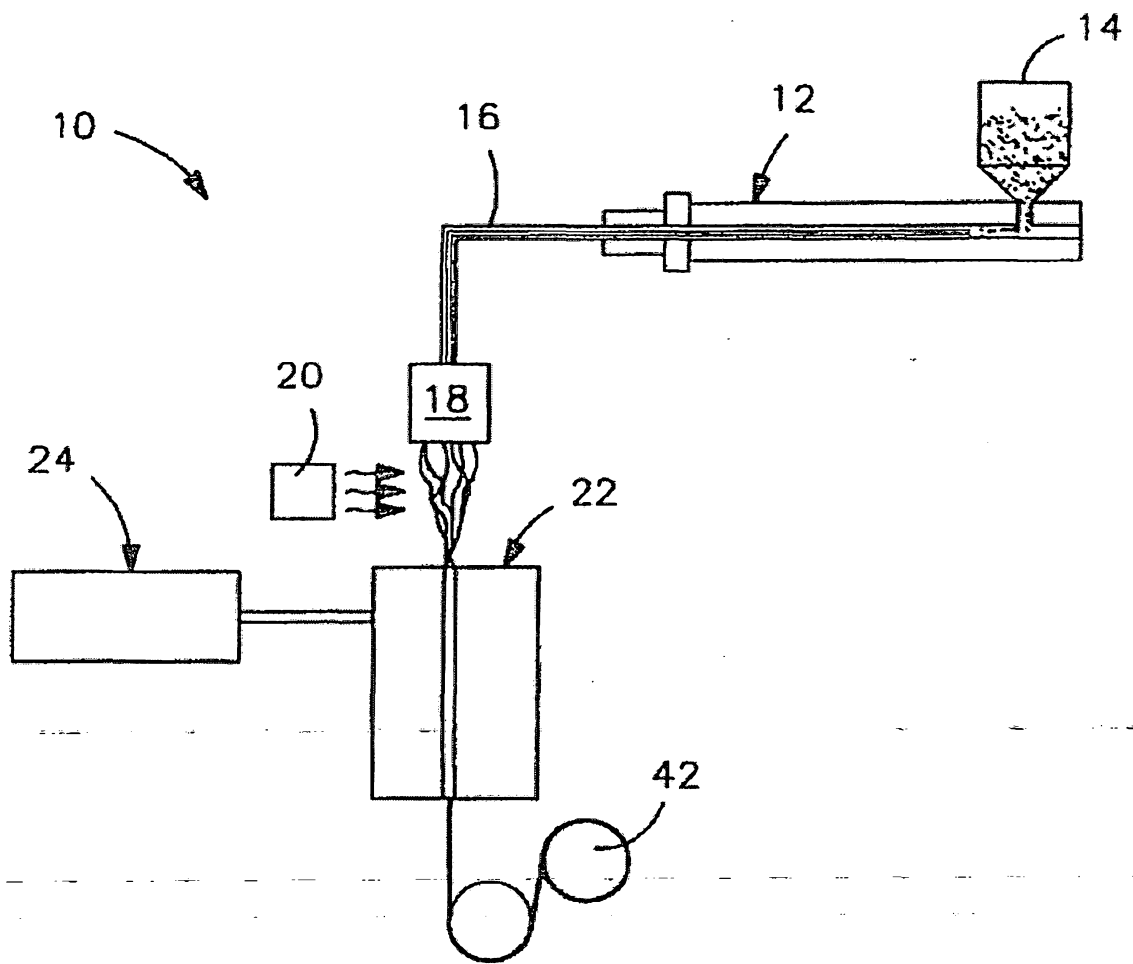
18. Fibra, de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que o amido termoplástico inclui de 40% em peso a 90% em peso de pelo menos um amido modificado e de 10% em peso a 45% em peso de pelo menos um plastificante.

19. Fibra, de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que o amido modificado inclui um éster de amido, éter de amido ou uma combinação de tais.

20. Fibra, de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que apresenta uma tenacidade de 0,2 a 1,5 gramas-força por denier.

21. Fibra, de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que apresenta uma tensão de tração de pico de 15 a 100 MPa.

22. Trama não tecida, caracterizada pelo fato de que compreende a fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 17 a 21.

**FIG. 1**

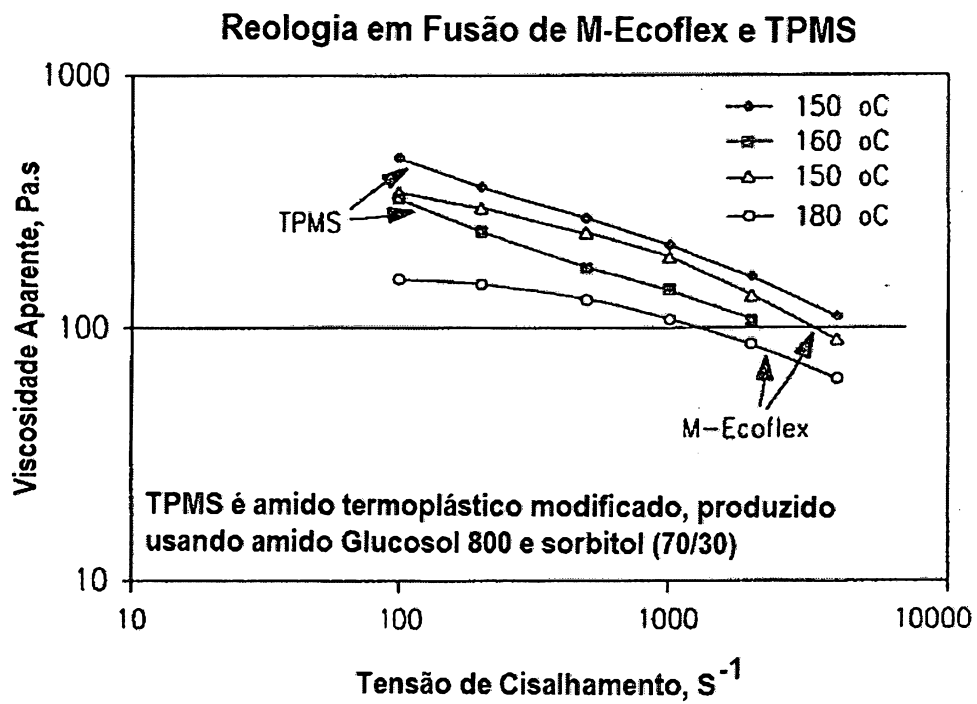


FIG. 2

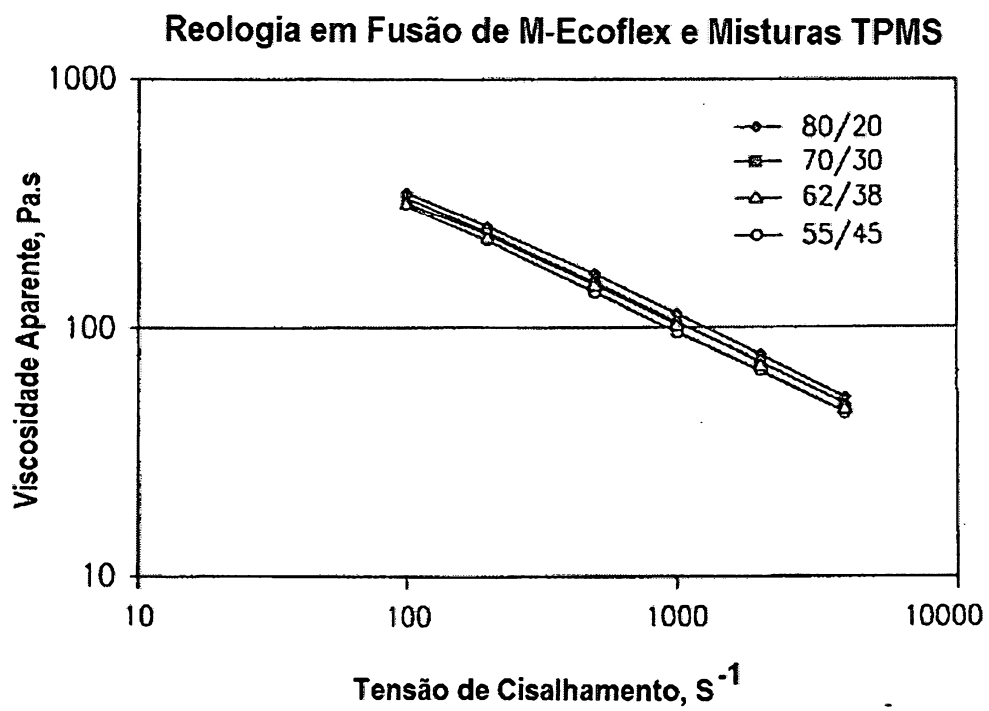


FIG. 3