



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112015030879-1 B1



(22) Data do Depósito: 06/06/2014

(45) Data de Concessão: 09/11/2021

(54) Título: ARTIGO ABSORVENTE QUE CONTÉM TRAMA NÃO-TECIDA FORMADA A PARTIR DE FIBRAS DE POLIOLEFINA POROSA

(51) Int.Cl.: A61F 13/15; A61L 15/22.

(30) Prioridade Unionista: 12/06/2013 US 61/833,981; 22/11/2013 US 61/907,580.

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

(72) Inventor(es): ANTONIO J. CARRILLO; RYAN J. MCENEANY; MARK M. MLEZIVA; VASILY A. TOPOLKARAEV; ANDY J. MEYER.

(86) Pedido PCT: PCT IB2014062022 de 06/06/2014

(87) Publicação PCT: WO 2014/199272 de 18/12/2014

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/12/2015

(57) Resumo: ARTIGO ABSORVENTE QUE CONTÉM TRAMA NÃO-TECIDA FORMADA A PARTIR DE FIBRAS DE POLIOLEFINA POROSA É fornecido um artigo absorvente que contém uma trama não-tecida que inclui uma pluralidade de fibras de poliolefina. As fibras de poliolefina são formadas por uma composição termoplásticas que contém uma fase contínua que inclui um polímero matricial de poliolefina e aditivo de nanoinclusão. O aditivo de nanoinclusão é dispersado dentro da fase contínua como domínios de fase nanoescalar retos. Quando da extração, os domínios de fase nanoescalar têm capacidade de interagir com a matriz de maneira única para criar uma rede de nanoporos.

Relatório descritivo da patente de invenção para “ARTIGO ABSORVENTE QUE CONTÉM TRAMA NÃO-TECIDA FORMADA A PARTIR DE FIBRAS DE POLIOLEFINA POROSA”

Pedidos Relacionados

[1] O presente pedido reivindica prioridade ao Pedido Provisório de Patente EUA Nº de Série 61/833.981 (depositado em 12 de junho de 2013) e 61/907.580 (depositado em 22 de novembro de 2013), os quais se encontram incorporados ao presente documento por referência.

Fundamentos da Invenção

[2] Artigos absorventes, como fraldas ou artigos de cuidados femininos, geralmente são construídos a partir de um membro absorvente que é posicionado entre uma folha superior permeável a líquidos, que define uma superfície “voltada para o corpo” disposta em direção ao corpo e uma folha posterior geralmente impermeável a líquido, que define uma superfície “voltada para o vestuário” disposta longe do corpo. As tramas não-tecidas de poliolefina são frequentemente utilizadas na construção de componentes e/ou camadas do artigo absorvente. Por exemplo, a face anterior de muitos artigos absorventes é formada a partir de tramas não-tecidas de polipropileno. Embora tenha muitas propriedades benéficas, deseja-se ainda reduzir a pegada de carbono de produtos de artigo absorvente através da minimização do conteúdo geral de poliolefinas à base de petróleo. Tendo este fim em mente, foram feitas diversas tentativas de usar agentes de expansão gasosos nas fibras de poliolefina de modo a criar uma estrutura celular “espumada”, reduzindo desta forma a densidade das fibras e, por sua vez, o conteúdo de poliolefina. Infelizmente, a processabilidade e propriedades tênses da estrutura celular são frequentemente prejudicadas devido ao tamanho e à distribuição descontrolada dos poros. Desta forma, existe no momento uma necessidade de fibras e tramas para um artigo absorvente que possa apresentar consumo reduzido de polímero à base de petróleo, mas que possa apresentar igualmente boas propriedades.

Resumo da Invenção

[3] Em conformidade com uma modalidade da presente invenção, é divulgado um artigo absorvente que contém um membro absorvente

posicionado entre a folha posterior e a folha superior. O artigo absorvente é composto por uma trama não-tecida que inclui uma pluralidade de fibras formadas a partir de uma composição termoplástica que contém uma fase contínua, a qual inclui um polímero matricial de poliolefina e um aditivo de nanoinclusão dispersado através da fase contínua na forma de domínios discreto. A rede porosa é definida na composição que inclui uma pluralidade de nanoporos com dimensão média de corte transversal de cerca de 800 nanômetros ou menos.

[4] Outras propriedades e aspectos da presente invenção serão discutidos com mais detalhes abaixo.

Breve Descrição das Figuras

[5] Uma descrição completa e esclarecedora da presente invenção, incluindo o seu melhor modo, direcionada às pessoas versadas na técnica, é estabelecida mais particularmente no restante do relatório descritivo, que faz referência às figuras anexas nas quais:

[6] A Fig. 1 é uma vista em perspectiva de uma modalidade do artigo absorvente da presente invenção;

[7] A FIG. 2 é uma fotomicrografia de SEM (1.000X) da fibra do Exemplo 1 (polipropileno, ácido polilático e poliepóxi) após fraturamento por congelamento em nitrogênio líquido;

[8] A FIG. 3 é uma fotomicrografia de SEM (5.000X) da fibra do Exemplo 1 (polipropileno, ácido polilático e poliepóxi) após fraturamento por congelamento em nitrogênio líquido;

[9] A FIG. 4 é uma fotomicrografia de SEM (10.000X) da superfície da fibra do Exemplo 1 (polipropileno, ácido polilático e poliepóxi);

[10] A FIG. 5 é uma fotomicrografia de SEM (1.000X) ao longo da dimensão axial da fibra do Exemplo 2 (polipropileno e poliepóxi) após fraturamento por congelamento em nitrogênio líquido;

[11] A FIG. 6 é uma fotomicrografia de SEM (5.000X) ao longo da dimensão axial da fibra do Exemplo 2 (polipropileno e poliepóxi) após

congelamento por fraturamento em nitrogênio líquido;

[12] A FIG. 7 é uma fotomicrografia de SEM (1.000X) ao longo da dimensão axial da fibra do Exemplo 3 (polipropileno, ácido polilático, poliepóxi e modificador interfásico) após congelamento por fraturamento em nitrogênio líquido;

[13] A FIG. 8 é uma fotomicrografia de SEM (5.000X) ao longo da dimensão axial da fibra do Exemplo 2 (polipropileno, ácido polilático, poliepóxi e modificador interfásico) após congelamento por fraturamento em nitrogênio líquido;

[14] A Fig. 9 é uma ilustração esquemática de um processo que pode ser usado em uma modalidade da presente invenção para formar fibras de poliolefina;

[15] A Fig. 10 é uma microfotografia SEM (4.270 X) da fibra do Exemplo 5 após fraturamento por congelamento em nitrogênio líquido;

[16] A Fig. 11 é uma microfotografia SEM (9.170 X) da fibra do Exemplo 5 após fraturamento por congelamento em nitrogênio líquido;

[17] As Figuras 12-13 são microfotografias SEM da fibra do Exemplo 6 após fraturamento por congelamento em nitrogênio líquido;

[18] A Fig. 14 é uma microfotografia SEM da fibra do exemplo 7 após fraturamento por congelamento em nitrogênio líquido; e

[19] A Fig. 15 é uma microfotografia SEM da trama ligada do Exemplo 7.

Descrição Detalhada das Modalidades Representativas

[20] Serão feitas referências detalhadas a diversas modalidades da invenção, com um ou mais exemplos descritos a seguir. Cada exemplo é fornecido à título de explicação da invenção, sem limitação da invenção. Na verdade, estará evidente aos versados na técnica que várias modificações e variações podem ser feitas na presente invenção sem se afastar 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 produzir ainda uma outra modalidade. Assim, pretende-se

que a presente invenção abranja tais modificações e variações que estejam dentro do escopo das reivindicações anexas e seus equivalentes.

[21] Em geral, a presente invenção é direcionada para um artigo absorvente que seja capaz de absorver água ou outros fluídos. Exemplos de alguns artigos absorventes incluem, mas não estão limitados a: artigos absorventes para cuidados pessoais, como fraldas, fraldas de treinamento, calcinhas absorventes, produtos para incontinência em adultos, produtos de higiene feminina (por exemplo, absorventes higiênicos), roupas de banho, lenços umedecidos para bebês, luvas umedecidas descartáveis e assim por diante; artigos absorventes médicos, como roupas, campos cirúrgicos, forros para cama, curativos, panos cirúrgicos absorventes e lenços médicos; toalhas de papel para limpeza pesada em cozinhas, artigos de vestimenta, e assim por diante. Independentemente da aplicação pretendida, o artigo absorvente normalmente contém um membro absorvente (por exemplo, camada de núcleo, camada de distribuição, camada de atraso de transferência, etc.) posicionado entre a folha posterior e a folha anterior. Notavelmente, o membro absorvente, a face anterior e/ou a face superior, bem como um ou mais componentes do artigo absorvente (por exemplo, orelhas, abas de contenção, painéis laterais, etc) contém uma trama não-tecida que inclui uma pluralidade de fibras formadas a partir de uma composição termoplástica. A composição termoplástica contém uma fase contínua que inclui um polímero matricial de poliolefina e também contém um aditivo de nanoinclusão que é pelo menos parcialmente incompatível com o polímero matricial de poliolefina de modo que este é dispersado dentro da fase contínua como domínios discretos de fase nanoescalar. Durante a extração da fibra, quando a composição é sujeitada a uma deformação e deformação de alongamento, os presentes inventores descobriram que estes domínios de fase nanoescalar são capazes de interagir em uma maneira única de modo a criar uma rede de poros. Nominalmente, acredita-se que a deformação por alongamento pode iniciar

zonas de intensivo cisalhamento localizado e/ou zonas de intensidade de tensão (por exemplo, tensões normais) próximo aos domínios de fase discreta como resultado de concentrações de tensão que surgem da incompatibilidade dos materiais. Estas zonas de cisalhamento e/ou de intensidade de tensão causam uma certa descolagem inicial na matriz de poliolefina adjacente aos domínios. Uma vez formados os poros iniciais, a matriz localizada entre domínios pode deformar-se plasticamente de modo a criar áreas internas estiradas que, localmente, estreitam (ou "gargalam") e endurecem por deformação. Este processo possibilita formação de poros através do volume da composição que cresce no sentido do estiramento, conduzindo, portanto, à formação de uma rede porosa ao passo que a orientação molecular conduz a endurecimento por deformação que aperfeiçoa força mecânica.

[22] Através das técnicas acima descritas, uma rede porosa única pode ser formada na fibra de poliolefina de modo que o volume percentual médio ocupado pelos poros no interior de determinada unidade, o volume da fibra pode ser de cerca de 15% a cerca de 80% por cm^3 , em algumas modalidades de cerca de 20% a cerca de 70% e em algumas modalidades, de cerca de 30% a cerca de 60% por centímetro cúbico da fibra. Com tal volume de poro, a composição pode ter densidade relativamente baixa, como, por exemplo, cerca de 0,90 gramas por centímetro cúbico ("g/cm³") ou menos, em algumas modalidades cerca de 0,85 g/cm³ ou menos, em algumas modalidades 0,80 g/cm³ ou menos, em algumas modalidades de cerca de 0,10 g/cm³ a cerca de 0,75 g/cm³, e em algumas modalidades, de cerca de 0,20 g/cm³ a cerca de 0,70 g/cm³. Uma porção substancial de poros na rede de poros tem igualmente tamanho "nanoescalar" ("nanoporos"), tais como os que têm uma dimensão de corte transversal médio de cerca de 800 nanômetros ou menos, em algumas modalidades de cerca de 5 a cerca de 700 nanômetros, e em algumas modalidades, de cerca de 10 a cerca de 500 nanômetros. O termo "dimensão transversal"

refere-se geralmente a uma dimensão características (por exemplo, largura ou diâmetro) de um poro, que é substancialmente ortogonal a seu eixo principal (por exemplo, comprimento) e também normalmente ortogonal ao sentido da tensão aplicada durante a estiragem. Os nanoporos também podem ter uma dimensão axial média dentro do intervalo de cerca de 100 a cerca de 5000 nanômetros, em algumas modalidades de cerca de 50 a cerca de 2000 nanômetros e em algumas modalidades, de cerca de 100 a 1000 nanômetros. A "dimensão axial" é a dimensão no sentido do eixo principal (por exemplo, comprimento), que é normalmente no sentido do estiramento. Tais nanoporos podem, por exemplo, constituem cerca de 15% vol. ou mais, em algumas modalidades cerca de 20% vol. ou mais, em algumas modalidades de cerca de 30% vol. a 100% vol. e em algumas modalidades, de cerca de 40% vol. a cerca de 90% vol. do volume de poro total na fibra de poliolefina.

[23] Serão descritas agora diversas modalidades da presente invenção com mais detalhes.

I. Composição Termoplástica

A. Matriz de Poliolefina

[24] Normalmente, poliolefinas constituem cerca de 60% em peso a cerca de 99% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 60% em peso a cerca de 98% em peso e, em outras modalidades, de cerca de 80% em peso a cerca de 95% em peso da composição termoplástica. A poliolefina pode ter temperatura de fusão de cerca de 100 °C a cerca de 220 °C, em algumas modalidades de cerca de 120 °C a cerca de 200 °C, e, em algumas modalidades, de cerca de 140 °C até cerca de 180 °C. A temperatura de fusão pode ser determinada utilizando calorimetria exploratória diferencial ("DSC"), em conformidade com a norma ASTM D-3417. As poliolefinas adequadas podem, por exemplo, incluir polímeros de etileno (por exemplo, polietileno de baixa densidade ("PE-LD"), polietileno de alta densidade ("PEAD"), polietileno linear de baixa densidade ("PELBD"), etc.), homopolímeros de propileno (por exemplo, sindiotáticos,

atáticos, isotáticos, etc.), copolímeros de propileno e assim por diante. Em uma determinada modalidades, o polímero é um polímero de propileno, como o homopolipropileno ou um copolímero de propileno. O polímero de propileno pode, por exemplo, ser formado a partir de um homopolímero de polipropileno substancialmente isotático ou um copolímero contendo quantidade igual ou inferior a cerca de 10% de outros monômeros ou seja, ao menos cerca de 90% por peso de propileno. Tais homopolímeros podem ter um ponto de fusão de cerca de 140 °C a cerca de 170 °C.

[25] Naturalmente outras poliolefinas podem ser igualmente empregadas na composição da presente invenção. Em uma modalidade, por exemplo, a poliolefina pode ser um copolímero de etileno ou propileno com outra α -olefina, como por exemplo, C_3 - C_{20} α -olefina ou C_3 - C_{12} α -olefina. Exemplos específicos de α -olefinas adequadas incluem 1-buteno; 3-metil-1-buteno; 3,3-dimetil-1-buteno; 1-penteno; 1-penteno com um ou mais substituintes de metil, etil ou propil; 1-hexeno com um ou mais substituintes de metil, etil ou propil; 1-hepteno com um ou mais substituintes de metil, etil ou propil; 1-octeno com um ou mais substituintes de metil, etil ou propil; 1-noneno com um ou mais substituintes de metil, etil ou propil; 1-deceno substituído por etil, metil ou dimetil; 1-dodeceno; e estireno. Os comonômeros particularmente desejados de α -olefina são 1-buteno, 1-hexeno e 1-octeno. O teor de etileno ou propileno de tais copolímeros pode variar de cerca de 60% em mol a cerca de 99% em mol, em algumas modalidades, de cerca de 80% em mol a cerca de 98,5% em mol, e em algumas modalidades, de cerca de 87% em mol a cerca de 97,5% em mol. O teor de α -olefina pode variar de cerca de 1% em mol a cerca de 40% em mol, em algumas modalidades, de cerca de 1,5% em mol a cerca de 15% em mol, e em algumas modalidades, de cerca de 2,5% em mol a cerca de 13% em mol.

[26] Exemplos de copolímeros de olefina para uso na presente invenção incluem copolímeros à base de etileno disponíveis sob a designação de EXACT™, da ExxonMobil Chemical Company de Houston, Texas. Outros

copolímeros de etileno adequados estão disponíveis sob a designação de ENGAGE™, AFFINITY™, DOWLEX™ (LLDPE) e ATTANE™ (ULDPE) da Dow Chemical Company de Midland, Michigan. Outros polímeros de etileno adequados são descritos nas Patentes U.S. Nos. 4.937.299 para Ewen et al.; 5.218.071 para Tsutsui et al.; 5.272.236 para Lai, et al.; e 5.278.272 para Lai, et al. Copolímeros de propileno adequados também estão comercialmente disponíveis sob as designações de VISTAMAXX™ da ExxonMobil Chemical Co. de Houston, Texas; FINA™ (por exemplo, 8573) da Atofina Chemicals de Feluy, Bélgica; TAFMER™ disponível pela Mitsui Petrochemical Industries; e VERSIFY™, disponível pela Dow Chemical Co. de Midland, Michigan. Homopolímeros de polipropileno adequados podem incluir polipropileno Exxon Mobil 3155, resinas Exxon Mobil Achieve™ e resina Total M3661 PP. Outros exemplos de polímeros de propileno adequados são descritos nas Patentes U.S. Nos. 6.500.563 para Datta et al.; 5.539.056 para Yang et al.; e 5.596.052 para Resconi et al.

[27] Uma grande variedade de técnicas conhecidas pode ser empregada, de forma geral, para formar os copolímeros de olefina. Por exemplo, os polímeros de olefina podem ser formados usando um radical livre ou um catalisador de coordenação (por exemplo, Ziegler-Natta). Preferencialmente, o polímero de olefina é formado por um catalisador de coordenação de sítio único, tal como um catalisador metalocênico. Tal sistema de catalisador produz copolímeros de etileno, nos quais o comonômero é distribuído aleatoriamente dentro de uma cadeia molecular e distribuído uniformemente entre as diferentes frações de peso molecular. Poliolefinas catalisadas por metaloceno são descritas, por exemplo, na Patente U.S. 5.571.619 para McAlpin et al.; 5.322.728 para Davis et al.; 5.472.775 para Obijeski et al.; 5.272.236 para Lai et al.; e 6.090.325 para Wheat, et al. Exemplos de catalisadores metalocênicos incluem dicloreto de bis(n-butilciclopentadienil)titânio, dicloreto de bis(n-butilciclopentadienil)zircônio, cloreto de bis(ciclopentadienil)escândio,

dicloreto de bis(indenil)zircônio, dicloreto de bis(metilciclopentadienil)titânio, dicloreto de bis(metilciclopentadienil)zircônio, cobaltoceno, tricloreto de ciclopentadieniltitânio, ferroceno, dicloreto de hafnoceno, dicloreto de isopropil(ciclopentadienil,-1-flourenil)zircônio, dicloreto de molibdoceno, níqueloceno, dicloreto de nioboceno, rutenoceno, dicloreto de titanoceno, hidreto de cloreto de zirconoceno, dicloreto de zirconoceno, e assim por diante. Os polímeros produzidos usando catalisadores metallocênicos normalmente têm uma faixa estreita de peso molecular. Por exemplo, polímeros catalisados por metalloceno podem ter números de polidispersividade (M_w/M_n) abaixo de 4, distribuição controlada de ramificação de cadeia curta e isotaticidade controlada.

B. Aditivo de Nanoinclusão

[28] Tal como utilizado neste documento, o termo "aditivo de nanoinclusão" geralmente refere-se a um material que seja capaz de ser dispersado no interior da matriz polimérica na forma de domínios discretos de tamanho nanoescalar. Por exemplo, antes do estiramento, os domínios podem ter uma dimensão transversal média de cerca de 1 a cerca de 1000 nanômetros, em algumas modalidades, de cerca de 5 a cerca de 800 nanômetros e, em algumas modalidades, de cerca de 10 a cerca de 500 nanômetros, e em algumas modalidades, de cerca de 20 a cerca de 200 nanômetros. Os domínios podem ter uma variedade de diferentes formas, tais como elíptica, esférica, cilíndrica, semelhante a placa, tubular, etc. Em uma modalidade, por exemplo, os domínios têm uma forma substancialmente elíptica. O aditivo de nanoinclusão é empregado normalmente em uma quantidade de cerca de 0,05% em peso a cerca de 20% em peso, em algumas modalidades de cerca de 0,1% em peso a cerca de 10% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 0,5% em peso a cerca de 5% em peso da composição termoplástica, com base no peso da matriz de poliolefina de fase contínua. A concentração do aditivo de nanoinclusão em toda a composição termoplástica pode ser de cerca de

0,01% em peso a cerca de 15% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 0,05% em peso a cerca de 10% em peso e, em algumas modalidades, de cerca de 0,3% em peso a cerca de 6% em peso da composição termoplástica.

[29] O aditivo de nanoinclusão é parcialmente incompatível com a poliolefina no sentido de que ela pode ser distribuída de maneira substancialmente uniforme dentro dos limites da matriz de poliolefina, mas na forma de domínios discretos. Tal incompatibilidade parcial pode ser realizada de várias maneiras. Em determinadas modalidades, por exemplo, o aditivo de nanoinclusão pode possuir um componente não-polar (por exemplo, olefina) que seja compatível com a matriz de poliolefina e possibilite que a mesma seja uniformemente distribuída na mesma. Não obstante, o aditivo também pode incluir um componente polar que seja incompatível com a matriz de poliolefina, permitindo, portanto, que este coalesça ou segregue-se em domínios discretos. Tal componente pode incluir segmentos moleculares polares de alto ou baixo peso molecular ou blocos, grupos iônicos, domínios polares carregados ou não-carregados e /ou grupos moleculares polares. Alternativamente, o aditivo pode ser inteiramente apolar na natureza, mas possui certas propriedades física que ainda permitem a formação de domínios discretos. Por exemplo, em determinadas modalidades, o aditivo de nanoinclusão pode ser compatível ou miscível com a poliolefina acima de certa temperatura, mas constituir fase separada em temperaturas inferiores à temperatura de solução crítica. Desta forma, o aditivo de nanoinclusão pode formar uma mistura estável com a poliolefina na fase fundida, porém, à medida que a temperatura desce, a fase contínua cristaliza-se e segrega-se de modo que o aditivo de nanoinclusão pode constituir fase separada, coalescer e formar domínios nanoescalares separados.

[30] O estado ou forma particular do aditivo de nanoinclusão não é crítico enquanto os domínios desejados puderem ser formados. Por exemplo, em

algumas modalidades, o aditivo de nanoinclusão pode encontrar-se na forma de um líquido ou semissólido em temperatura ambiente (por exemplo, 25 °C). Tal um líquido pode ser facilmente disperso na matriz a dispersão metaestável e então extinto para preservar o tamanho do domínio, reduzindo a temperatura da mistura. A viscosidade cinemática de tal material líquido ou semissólido é, tipicamente, de cerca de 0,7 a cerca de 200 centistokes (“cs”), em algumas modalidades de cerca de 1 a cerca de 100 cs, e em algumas modalidades de cerca de 1,5 a cerca de 80 cs, determinada a 40 °C. Líquidos ou semissólidos adequados podem incluir, por exemplo, silicones, copolímero de silicone-poliéter, poliésteres alifáticos, poliésteres aromáticos, alquilenos glicóis (por exemplo, etilenoglicol, dietilenoglicol, trietilenoglicol, tetraetilenoglicol, propilenoglicol, polietilenoglicol, polipropilenoglicol, polibutilenoglicol, etc.), dióis de alceno (e.g., 1,3-propanodiol, 2,2-dimetil-1,3-propanodiol, 1,3-butanodiol, 1,4-butanodiol, 1,5-pentanodiol, 1,6-hexanodiol, 2,2,4-trimetil-1,6 hexanodiol, 1,3-ciclohexanodimetanol, 1,4-ciclohexanodimetanol, 2,2,4,4-tetrametil-1,3-ciclobutanediol, etc.), óxidos de amina (por exemplo, óxido de octildimetilamina), ésteres de ácidos graxos, amidas de ácidos graxos (por exemplo, oleamida, erucamida, estearamida, etileno bis(estearamida), etc.), óleos mineirasi e vegetais e assim em diante. Um líquido ou semissólido especificamente adequado é poliol poliéter, tal como comercialmente disponível sob o nome comercial de Pluriol® WI pela BASF Corp.

[31] Em outras modalidades adicionais, o aditivo de nanoinclusão encontra-se na forma de um sólido, o qual pode ser amorfo, cristalino ou semicristalino. Por exemplo, o aditivo de nanoinclusão pode ser polimérico na natureza e possuir peso molecular relativamente alto para ajudar a melhorar a força de fusão e estabilidade da composição termoplástica. Tal como indicado acima, o aditivo de nanoinclusão é parcialmente incompatível com a matriz de poliolefina. Um exemplo de um tal aditivo é uma cera de poliolefina microcristalina a qual é tipicamente extraída a partir

de etileno e/ou C₃-C₁₀-alqu-1-enos, como, por exemplo, de propileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno, 1-octeno, 1-noneno e 1-deceno. Ceras microcristalinas têm, tipicamente, temperatura de fusão relativamente baixa, tal como de cerca de 30 °C a cerca de 150 °C, em algumas modalidades de cerca de 50 °C a cerca de 140 °C e em algumas modalidades, de cerca de 80 °C a cerca de 130 °C. Em tais temperaturas reduzidas de fusão, a cera pode formar uma mistura miscível com a poliolefina quando na fase de fusão, porém, conforme diminui a temperatura e o polímero se cristaliza ou solidifica, a cera irá se segregar e coalescer, formando domínios nanoescalares separados.

[32] Outro exemplo de um aditivo de nanoinclusão polimérico é uma poliolefina funcionalizada que contém um componente polar e não-polar. O componente polar pode, por exemplo, ser provido por um ou mais grupos funcionais e o componente não-polar pode ser provido por uma olefina. O composto de olefina do aditivo de nanoinclusão pode geralmente ser formado por qualquer monômero de α -olefina ramificado ou linear, oligômero ou polímero (incluindo copolímeros) derivados de um monômero de olefina, tal como descrito acima. O grupo funcional do aditivo de nanoinclusão pode ser qualquer grupo, segmento molecular e/ou bloco que provenha à molécula um componente polar e não seja compatível com o polímero matricial de poliolefina. Exemplos de segmento e/ou blocos moleculares não compatíveis com a poliolefina podem incluir acrilatos, estirênicos, poliésteres, poliamida, etc. O grupo funcional pode ter uma natureza iônica e compreender íons metálicos carregados. Grupos funcionais particularmente adequados são anidrido maleico, ácido maleico, ácido fumárico, maleimida, hidrazida do ácido maleico, um produto da reação do anidrido maleico e diamina, anidrido metilnádico, anidrido dicloromaleico, amida de ácido maleico, etc. Poliolefinas modificadas por anidrido maleico são particularmente adequadas para uso na presente invenção. Essas poliolefinas modificadas são normalmente formadas pelo

enxerto de anidrido maleico em um material da estrutura principal polimérica. Essas poliolefinas maleatadas estão disponíveis pela E. I. du Pont de Nemours and Company sob a designação de Fusabond®, tal como a série P (polipropileno modificado quimicamente), série E (polietileno modificado quimicamente), série C (acetato de etileno vinil modificado quimicamente), série A (copolímeros ou terpolímeros de acrilato de etileno modificados quimicamente) ou série N (etileno-propileno, monômero de dieno de etileno-propileno ("EPDM") ou etileno-octeno modificados quimicamente). Como alternativa, as poliolefinas maleatadas também são comercializadas pela Chemtura Corp. sob o nome de Polybond® e pela Eastman Chemical Company sob o nome de Eastman série G, e pela Arkema sob a designação de Orevac®.

[33] Em certas modalidades, o aditivo de nanoinclusão polimérico pode ser também reativo. Um exemplo desse aditivo de nanoinclusão reativo é um poliepóxido que contém, em média, pelo menos dois anéis de oxirano por molécula. Sem intenção de nos limitarmos pela teoria, crê-se que tais moléculas de poliepóxi podem sofrer uma reação (por exemplo, extensão de cadeia, ramificação de cadeia lateral, enxertamento, formação de copolímero, etc) com certos componentes da composição para melhorar força de fusão sem reduzir de maneira significativa a temperatura de transição vítrea. O aditivo reativo pode também prover compatibilização entre a poliolefina e outros aditivos mais polares, tais como aditivos de microinclusão, e pode melhorar a uniformidade de dispersão e reduzir o tamanho dos aditivos de microinclusão. Por exemplo, conforme será descrito mais detalhadamente abaixo, determinadas modalidades da presente invenção podem empregar um poliéster como aditivo de microinclusão. Em tais modalidades, o aditivo de nanoinclusão reativo pode permitir uma reação nucleofílica para abertura de anel por meio um grupo terminal de carboxila do poliéster (esterificação) ou por meio de um grupo de hidroxila (eterificação). As reações laterais da oxazolona podem ocorrer

para formar frações de ésteramida. Por meio de tais reações, o peso molecular de um aditivo de microinclusão de poliéster pode ser aumentado para contrabalancear a degradação comumente observa durante o processamento de fusão. Os presentes inventores descobriram que reação em demasia pode conduzir à reticulação entre espinhas dorsais de polímeros. Se for permitido que a reticulação prossiga até um ponto significativo, a mistura de polímero resultante pode tornar-se quebradiça e difícil de processar em formato de fibra com as propriedades desejadas de alongamento e força.

[34] Nesse sentido, os presentes inventores descobriram que poliepóxis com funcionalidade de epóxi relativamente baixa pode ser particularmente eficaz, a qual pode ser quantificada por seu "peso equivalente de epóxi". O peso equivalente em epóxi reflete a quantidade de resina que contém uma molécula de um grupo epóxi, e pode ser calculado dividindo o peso molecular médio em número do modificador pelo número de grupos epóxi na molécula. O poliepóxido da presente invenção normalmente tem um peso molecular médio em número de cerca de 7.500 a cerca 250.000 gramas por mol, em algumas modalidades, de cerca de 15.000 a cerca de 150.000 gramas por mol e, em algumas modalidades, de cerca de 20.000 a cerca de 100.000 gramas por mol, com um índice de polidispersividade que varia de 2,5 a 7. O poliepóxido pode conter menos de 50, em algumas modalidades, de 5 a 45 e, em algumas modalidades, de 15 a 40 grupos epóxi. Por sua vez, o peso equivalente em epóxi pode ser menor que cerca de 15.000 gramas por mol, em algumas modalidades, de cerca de 200 a cerca de 10.000 gramas por mol e, em algumas modalidades, de cerca de 500 a cerca de 7.000 gramas por mol.

[35] O poliepóxido pode ser um homopolímero ou copolímero linear ou ramificado (por exemplo, aleatório, enxerto, bloco, etc.) contendo grupos epóxi terminais, unidades de oxirano esquelético, e/ou grupos epóxi pendentos. Os monômeros empregados para formar esses poliepóxidos

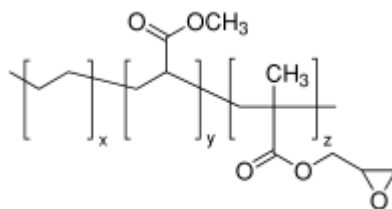
podem variar. Em uma modalidade específica, por exemplo, o poliepóxido contém pelo menos um componente monomérico (met)acrílico epóxi-funcional. Conforme usado neste documento, o termo “(met)acrílico” inclui monômeros acrílicos e metacrílicos, bem como seus sais ou ésteres, tais como monômeros de acrilato e metacrilato. Por exemplo, os monômeros (met)acrílicos epóxi-funcionais adequados podem incluir, mas não estão limitados a, aqueles contendo grupos 1,2-epóxi, tais como acrilato de glicidil e metacrilato de glicidil. Outros monômeros epóxi-funcionais adequados incluem o alil glicidil éter, etacrilato de glicidil e itoconato de glicidil.

[36] O poliepóxido normalmente tem um peso molecular relativamente alto, como indicado acima, para que possa não apenas resultar na extensão de cadeia, mas também a atingir a morfologia desejada da mistura. A taxa de fluxo à fusão resultante do polímero está, assim, normalmente dentro de uma faixa de cerca de 10 a cerca de 200 gramas por 10 minutos, em algumas modalidades, de cerca de 40 a cerca de 150 gramas por 10 minutos e, em algumas modalidades, de cerca de 60 a cerca de 120 gramas por 10 minutos, determinada numa carga de 2160 gramas e a uma temperatura de 190 °C.

[37] Tipicamente, o poliepóxido inclui também pelo menos um monômero de α -olefina linear ou ramificado, como aqueles que têm de 2 a 20 átomos de carbono e, de preferência, de 2 a 8 átomos de carbono. Exemplos específicos incluem etileno, propileno, 1-buteno; 3-metil-1-buteno; 3,3-dimetil-1-buteno; 1-penteno; 1-penteno com um ou mais substituintes de metil, etil ou propil; 1-hexeno com um ou mais substituintes de metil, etil ou propil; 1-hepteno com um ou mais substituintes de metil, etil ou propil; 1-octeno com um ou mais substituintes de metil, etil ou propil; 1-noneno com um ou mais substituintes de metil, etil ou propil; 1-deceno substituído por etil, metil ou dimetil; 1-dodeceno; e estireno. Os comonômeros de α -olefina particularmente desejados são etileno e propileno. Outro monômero adequado pode incluir um monômero (meta)acrílico que não seja epóxi-

funcional. Exemplos desses monômeros (met)acrílicos podem incluir acrilato de metil, acrilato de etil, acrilato de n-propil, acrilato de i-propil, acrilato de n-butil, acrilato de s-butil, acrilato de i-butil, acrilato de t-butil, acrilato de n-amil, acrilato de i-amil, acrilato de isobornil, acrilato de n-hexil, acrilato de 2-etilbutil, acrilato de 2-etilhexil, acrilato de n-octil, acrilato de n-decil, acrilato de metilciclohexil, acrilato de ciclopentil, acrilato de ciclohexil, metacrilato de metil, metacrilato de etil, metacrilato de 2-hidroxi-2-etil, metacrilato de n-propil, metacrilato de n-butil, metacrilato de i-propil, metacrilato de i-butil, metacrilato de n-amil, metacrilato de n-hexil, metacrilato de i-amil, metacrilato de s-butil, metacrilato de t-butil, metacrilato de 2-etilbutil, metacrilato de metilciclohexil, metacrilato de cinamil, metacrilato de crotil, metacrilato de ciclohexil, metacrilato de ciclopentil, metacrilato de 2-etoxietil, metacrilato de isobornil, etc., bom como combinações dos mesmos.

[38] Em uma modalidade particularmente desejável da presente invenção, o poliepóxido é um terpolímero formado por um componente monomérico (met)acrílico epóxi-funcional, um componente monomérico de α -olefina, e um componente monomérico (met)acrílico não epóxi-funcional. Por exemplo, o poliepóxido pode ser metacrilato de poli(etileno-co-metilacrilato-co-glicidil), que tem a seguinte estrutura:



em que x, y e z são 1 ou maiores.

[39] O monômero epóxi-funcional pode ser transformado em um polímero usando uma variedade de técnicas conhecidas. Por exemplo, um monômero contendo grupos funcionais polares pode ser enxertado na estrutura principal de um polímero para formar um copolímero de enxerto. Tais técnicas de enxerto são bem conhecidas na técnica e descritas, por exemplo, na Patente U.S. No. 5.179.164. Em outras modalidades, um

monômero contendo grupos epóxi-funcionais pode ser copolimerizado com um monômero para formar um bloco ou copolímero aleatório usando técnicas conhecidas de polimerização de radical livre, tais como reações de alta pressão, sistemas de reação com catalisador Ziegler-Natta, sistemas de reação com catalisador de sítio único (por exemplo, metalloceno), etc.

[40] A parte relativa do(s) componente(s) monomérico(s) pode ser selecionada para atingir um equilíbrio entre a reatividade de epóxi e a taxa de fluxo à fusão. Mais especificamente, elevados teores de monômeros de epóxi podem resultar em reatividade boa, mas um teor demasiado alto pode reduzir a taxa de fluxo-fusão a um grau tal que o poliepóxido impacta de maneira adversa a força de fusão da mistura de polímero. Assim, na maioria das modalidades, o(s) monômero(s) (met)acrílico(s) epóxi-funcionais constitui(em) cerca de 1% em peso a cerca de 25% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 2% em peso a cerca de 20% em peso e, em algumas modalidades, de cerca de 4% em peso a cerca de 15% em peso do copolímero. O(s) monômero(s) de α -olefina também pode(m) constituir de cerca de 55% em peso a cerca de 95% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 60% em peso a cerca de 90% em peso e, em algumas modalidades, de cerca de 65% em peso a cerca de 85% em peso do copolímero. Quando empregados outros componentes monoméricos (por exemplo, monômeros (met)acrílicos não epóxi-funcionais) podem constituir de cerca de 5% em peso a cerca de 35% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 8% em peso a cerca de 30% em peso e, em algumas modalidades, de cerca de 10% em peso a cerca de 25% em peso do copolímero. Um exemplo específico de um poliepóxido adequado que pode ser usado na presente invenção está comercialmente disponível pela Arkema sob o nome de LOTADER® AX8950 ou AX8900. O LOTADER® AX8950, por exemplo, tem uma taxa de fluxo à fusão de 70 a 100 g/10 min e tem um teor de monômero de metacrilato de glicidil de 7% em peso a 11% em peso, um teor de monômero de acrilato de metil de 13% em peso a

17% em peso, e um teor de monômero de etileno de 72% em peso a 80% em peso. Outro poliepóxido adequado está comercialmente disponível pela DuPont sob o nome de ELVALOY® PTW, que é um terpolímero de etileno, acrilato de butil, e metacrilato de glicidil e tem uma taxa de fluxo à fusão de 12 g/10 min.

[41] Além de controlar o tipo e o teor relativo dos monômeros usados para formar o poliepóxido, a porcentagem em peso geral também pode ser controlada para atingir os benefícios desejados. Por exemplo, se o nível de modificação for muito baixo, o aumento desejado na resistência à fusão e nas propriedades mecânicas pode não ser obtido. Os presentes inventores também descobriram, no entanto, que se o nível de modificação for muito alto, o processamento poderá ficar restrita devido às fortes interações moleculares (por exemplo, reticulação) e formação de rede física pelos grupos epóxi-funcionais. Portanto, o poliepóxido é empregado tipicamente em uma quantidade de cerca de 0,05% em peso a cerca de 10% em peso, em algumas modalidades de cerca de 0,1% em peso a cerca de 8% em peso, em algumas modalidades de cerca de 0,5% em peso a cerca de 5% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 1% em peso a cerca de 3% em peso, com base no peso das poliolefinas empregadas na composição. O poliepóxido também pode constituir cerca de 0,05% em peso a cerca de 10% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 0,05% em peso a cerca de 8% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 0,1% em peso a cerca de 5% em peso e, em algumas modalidades, de cerca de 0,5% em peso a cerca de 3% em peso, com base no peso total da composição.

[42] Outros aditivos de nanoinclusão reativos também podem ser empregados na presente invenção, tais como polímeros de oxazolina funcionalizados, polímeros de cianeto funcionalizados, etc. Quando empregados, tais aditivos de nanoinclusão reativos podem ser empregados dentro das concentrações observadas acima para o poliepóxido. Em uma

modalidade específica, uma poliolefina enxertada com oxazolina pode ser empregada, ou seja, uma poliolefina enxertada com um monômero contendo um anel de oxazolina. A oxazolina pode incluir uma 2-oxazolina, tal como 2-vinil-2-oxazolina (por exemplo, 2-isopropenil-2-oxazolina), 2-graxo-alquil-2-oxazolina (por exemplo, obteníveis pela etanolamina de ácido oleico, ácido linoleico, ácido palmitoleico, ácido gadoleico, ácido erúcico e/ou ácido araquidônico) e combinações dos mesmos. Em outra modalidade, a oxazolina pode ser selecionada dentre maleinato de ricinoloxazolina, undecil-2-oxazolina, soja-2-oxazolina, rícino-2-oxazolina e combinações dos mesmos, por exemplo. Ainda em outra modalidade, a oxazolina é selecionada dentre 2-isopropenil-2-oxazolina, 2-isopropenil-4,4-dimetil-2-oxazolina e combinações dos mesmos.

[43] Em determinadas modalidades da presente invenção, vários aditivos de nanoinclusão podem ser empregados em combinação. Por exemplo, um primeiro aditivo de nanoinclusão (por exemplo, poliepóxido) pode ser disperso na forma de domínios com uma dimensão transversal média de cerca de 50 a cerca de 500 nanômetros, em algumas modalidades, de cerca de 60 a cerca de 400 nanômetros, e em algumas modalidades, de cerca de 80 a cerca de 300 nanômetros. Um segundo aditivo de nanoinclusão pode ser também dispersado na forma de domínios que sejam menores que o primeiro aditivo de nanoinclusão, tais como aqueles que têm dimensão de corte transversal média entre cerca de 1 a cerca de 50 nanômetros, em algumas modalidades entre cerca de 2 a cerca de 45 nanômetros, e em algumas modalidades de cerca de 5 a cerca de 40 nanômetros. Quando empregados, o primeiro e/ou segundo aditivos de nanoinclusão normalmente constituem de cerca de 0,05% em peso a cerca de 20% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 0,1% em peso a cerca de 10% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 0,5% em peso a cerca de 5% em peso da composição termoplástica, com base no peso da fase contínua (polímero(s) da matriz). A concentração do primeiro

e/ou segundo aditivos de nanoinclusão na composição termoplástica inteira pode de cerca de 0,01% em peso a cerca de 15% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 0,05% em peso a cerca de 10% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 0,1% em peso a cerca de 8% em peso da composição termoplástica.

[44] Nanocargas podem ser empregadas opcionalmente para o segundo aditivo de nanoinclusão, de que podem ser exemplos negro de fumo, nanotubos de carbono, nanofibras de carbono, nanoargilas, nanopartículas de metal, nanosílica, nanoalumina, etc. Nanoargilas são particularmente adequadas. O termo "nanoargila" refere-se geralmente a nanopartículas de um material de argila (um mineral de ocorrência natural, um mineral organicamente modificado ou um nanomaterial sintético), que normalmente têm uma estrutura de plaquetas. Exemplos de nanoargilas incluem, por exemplo, montmorillonita (estrutura de argila de esmectita em camadas de 2:1), bentonita (filossilicato de alumínio formado principalmente por montmorillonita), caulinita (aluminossilicato de 1:1 com uma estrutura achatada e fórmula empírica de $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$), haloisita (aluminossilicato de 1:1 com uma estrutura tubular e fórmula empírica de $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$), etc. Um exemplo de nanoargila adequado é Cloisite®, que é uma nanoargila de montmorillonita e está comercialmente disponível pela Southern Clay Products, Inc. Outros exemplos de nanoargilas sintéticas incluem, mas não estão limitadas a, nanoargila de hidróxido de metal misturado, nanoargila de hidróxido duplo em camada (por exemplo, sepiocita), laponita, hectorita, saponita, indonita, etc.

[45] Se desejado, a nanoargila pode conter um tratamento de superfície para ajudar a melhorar a compatibilidade com o polímero da matriz (por exemplo, poliéster). O tratamento de superfície pode ser orgânico ou inorgânico. Em uma modalidade, é empregado um tratamento de superfície orgânico que é obtido pela reação de um cátion orgânico com a argila. Cátions orgânicos adequados podem incluir, por exemplo, compostos de

amônio organoquaternário que são capazes de trocar cátions com a argila, tais como cloreto de dimetil bis[sebo hidrogenado] amônio (2M2HT), cloreto de metil benzil bis[sebo hidrogenado] amônio (MB2HT), cloreto de metil tris[alquil de sebo hidrogenado] (M3HT), etc. Exemplos de nanoargilas orgânicas comercialmente disponíveis podem incluir, por exemplo, Dellite® 43B (Laviosa Chimica de Livorno, Itália), que é uma argila de montmorillonita modificada com sal de dimetil sebo benzil-hidrogenado amônio. Outros exemplos incluem Cloisite® 25A e Cloisite® 30B (Southern Clay Products) e Nanofil 919 (Süd Chemie). Se desejado, a nanocarga pode ser misturada com uma resina transportadora para formar um masterbatch que aumenta a compatibilidade do aditivo com os outros polímeros na composição. Resinas transportadoras particularmente adequadas incluem, por exemplo, poliésteres (por exemplo, ácido polilático, tereftalato de polietileno, etc.); poliolefinas (por exemplo, polímeros de etileno, polímeros de propileno, etc.); e assim por diante, conforme descrito em mais detalhes acima.

[46] Independentemente do material empregado, o aditivo de nanoinclusão é selecionado, tipicamente, de modo a ter uma determinada viscosidade (ou taxa de fluxo-fusão), de modo a assegurar que domínios discretos e poros resultante possam ser mantidos adequadamente. Por exemplo, se a viscosidade do aditivo de nanoinclusão for muito baixa (ou muito alta a taxa de fluxo fusão), ele tende a fluir e dispersa-se incontrolavelmente através da fase contínua. Isto resulta em domínios lamelares ou semelhantes a placa ou em estruturas de fase co-contínua que são difíceis de manter e também prováveis de rachar prematuramente. Por outro lado, se a viscosidade for muito alta (ou muito baixa a taxa de fluxo-fusão), ele tende a agrupar-se e formar domínios elípticos muito grandes, que são difíceis de dispersar durante a mistura. Isto pode provocar distribuição desigual do aditivo de nanoinclusão por toda a fase contínua. Por exemplo, a razão da taxa de fluxo-fusão da poliolefina para a

taxa de fluxo-fusão de um aditivo de nanoinclusão polimérico, por exemplo, pode ser entre cerca de 0,2 a cerca de 8, em algumas modalidades de cerca de 0,5 a cerca de 6 e em algumas modalidades de cerca de 1 a cerca de 5. O aditivo de nanoinclusão pode, por exemplo, ter uma taxa de fluxo-fusão (em uma base seca) de a partir de cerca de 0,1 a cerca de 100 gramas por 10 minutos, em algumas modalidades de cerca de 0,5 a cerca de 50 gramas por 10 minutos, e em algumas modalidades, de cerca de 5 a cerca de 15 gramas por 10 minutos, determinada a uma carga de 2160 gramas e a uma temperatura pelo menos 40 °C superior à temperatura de fusão (por exemplo, a 190 °C) em conformidade com a norma ASTM D1238. A poliolefina pode ter também uma taxa de fluxo-fusão (em base seca) de a partir de cerca de 0,5 a cerca de 80 gramas por 10 minutos, em algumas modalidades de cerca de 1 a cerca de 40 gramas por 10 minutos, e em algumas modalidades, de cerca de 5 a cerca de 20 gramas por 10 minutos, determinada a uma carga de 2160 gramas e a uma temperatura pelo menos cerca de 40 °C superior à temperatura de fusão (por exemplo, a 230 °C) em conformidade com a norma ASTM D1238.

C. Aditivo de Microinclusão

[47] Embora isto não seja necessário, a composição da presente invenção pode empregar igualmente um aditivo de microinclusão. Tal como utilizado neste documento, o termo "aditivo de microinclusão" refere-se, em linhas gerais, a qualquer material que seja capaz de ser dispersado dentro da matriz polimérica na forma de domínios discretos de tamanho microescalar. Por exemplo, antes da extração, os domínios podem ter dimensão de corte transversal média a partir de cerca de 0,1 µm a cerca de 25 µm, em algumas modalidades de cerca de 0,5 µm a cerca de 20 µm, e em algumas modalidades de cerca de 1 µm a cerca de 10 µm. Quando do emprego, os presentes inventores descobriram que domínios de fase nanoescalar e microescalar são capazes de interagir de maneira única quando submetidos á deformação e à tensão de alongamento (por

exemplo, extração) de modo a criar uma rede de poros. Ou seja, acredita-se que a força de alongamento possa iniciar as zonas de cisalhamento localizado intensivo e/ou zonas de intensidade de tensão (por exemplo, tensões normais) perto dos domínios de fase discretos em microescala, como resultado de concentrações de tensão que surgem da incompatibilidade dos materiais. Estas zonas de intensidade de tensão e/ou cisalhamento provocam algumas descolagens iniciais na matriz de poliolefina adjacente aos domínios microescalares. Notavelmente, no entanto, as zonas de intensidade de tensão e/ou cisalhamento localizadas, criadas proximamente aos domínios nanoescalares de fase discreta, podem se sobrepôr às zonas microescalares de modo a causar ainda mais descolagens na matriz polimérica, criando, portanto, um número substancial de nanoporos adjacentes aos domínios nanoescalar e/ou domínios microescalares.

[48] A natureza específica do aditivo de microinclusão não é crítica, e pode incluir líquidos, semissólidos ou sólidos (por exemplo, amorfos, cristalinos ou semicristalinos). Em certas modalidades, o aditivo de microinclusão é polimérico na natureza e possui peso molecular relativamente alto de modo a aperfeiçoar a força de fusão e estabilidade da composição termoplástica. Normalmente, o polímero de aditivo de microinclusão pode ser, no mais dos casos, incompatível com o polímero matricial. Dessa forma, o aditivo pode ser melhor espalhado como os domínios de fase discretos dentro de uma fase contínua do polímero da matriz. Os domínios discretos são capazes de absorver energia que emerja de uma força externa, o que aumenta a dureza geral e força da fibra resultante. Os domínios podem ter uma variedade de diferentes formas, tais como elíptica, esférica, cilíndrica, semelhante a placa, tubular, etc. Em uma modalidade, por exemplo, os domínios têm uma forma substancialmente elíptica. A dimensão física de um domínio individual é, tipicamente, pequena o bastante para minimizar a propagação de trincos ao longo da

fibra quando da aplicação de uma tensão externa, mas grande o suficiente para iniciar deformação plástica microscópica e permitir zonas de cisalhamento em e à volta de inclusão de partícula.

[49] O aditivo de microinclusão pode ter uma determinada taxa de fluxo-fusão (ou viscosidade) para assegurar que domínios discretos e poros resultantes sejam adequadamente mantidos. Por exemplo, se a taxa de fluxo à fusão do aditivo for muito alta, ele tende a fluir e a se dispersar de forma incontrolável pela fase contínua. Isto resulta em domínios lamelares ou semelhantes a placa ou em estruturas de fase co-contínua que são difíceis de manter e também prováveis de rachar prematuramente. Por outro lado, se a taxa de fluxo à fusão do aditivo for muito baixa, ele tenderá a se aglutinar e formar domínios elípticos muito grandes, que são difíceis de dispersar durante a mistura. Isto poderá provocar uma distribuição irregular do aditivo por toda a fase contínua. Nesse sentido, os presentes inventores descobriram que a razão da taxa de fluxo-fusão do aditivo de microinclusão para a taxa de fluxo-fusão do polímero matricial é, tipicamente, de cerca de 0,5 a cerca de 10, em algumas modalidades de cerca de 1 a cerca de 8, e em algumas modalidades, de cerca de 2 a cerca de 6. O aditivo de microinclusão pode, por exemplo, ter uma taxa de fluxo-fusão de cerca de 5 a cerca de 200 gramas por 10 minutos, em algumas modalidades de cerca de 20 a cerca de 150 gramas por 10 minutos, e em algumas modalidades, de cerca de 40 a cerca de 100 gramas por 10 minutos, determina a uma carga de 2160 gramas e a uma temperatura pelo menos 40 °C superior à sua temperatura de fusão (por exemplo, 210 °C).

[50] Além das propriedades observadas acima, as características mecânicas do aditivo de microinclusão podem também ser selecionadas para alcançar a rede porosa desejada. Por exemplo, aplicadas com uma força externa, concentrações de tensão (por exemplo, incluindo tensões normais e de cisalhamento) e zonas de rendimento plásticas e/ou de cisalhamento podem ser principiadas nos e à volta dos domínios de fase

discreta como resultado de concentrações de tensão que emergem da diferença no módulo elástico do aditivo e do polímero matricial. Concentrações maiores de tensão promovem um fluxo plástico localizado mais intenso nos domínios, permitindo que eles se tornem significativamente alongados quando tensões são aplicadas. Esses domínios alongados permitem que a composição exiba comportamento mais flexível e suave. Para intensificar as concentrações de tensão, o aditivo de microinclusão pode ser selecionado para ter um módulo de Young de elasticidade relativamente alto em comparação à matriz de poliolefina. Por exemplo, a razão do módulo de elasticidade do aditivo para o da matriz de poliolefina é, tipicamente, de cerca de 1 a cerca de 250, em algumas modalidades de cerca de 2 a cerca de 100, e em algumas modalidades, de cerca de 2 a cerca de 50. O módulo de elasticidade do aditivo de microinclusão pode, por exemplo, estar no intervalo entre cerca de 200 a cerca de 3.500 Megapascals (Mpa), em algumas modalidades de cerca de 300 a cerca de 2.000 Mpa, e em algumas modalidades, de cerca de 400 a cerca de 1.500 MPa. Ao contrário, o módulo de elasticidade da poliolefina pode, por exemplo, variar de cerca de 100 a cerca de 1.500 MPa, e em algumas modalidades, de cerca de 200 a cerca de 1000 MPa. Como alternativa, o módulo de elasticidade do aditivo de microinclusão aditivo pode ser menor que o módulo de elasticidade de matriz de poliolefina. O módulo de elasticidade pode, por exemplo, variar de cerca de 10 MPa a cerca de 100 MPa e, opcionalmente, de cerca de 20 MPa a cerca de 80 MPa.

[51] Embora uma grande variedade de aditivos de microinclusão dotados das propriedades identificadas acima possa ser empregada, exemplos particularmente adequados de tais aditivos podem incluir copolímeros estirênico (por exemplo, estireno-butadieno-estireno, estireno-isopreno-estireno, estireno-etileno-propileno-estireno, estireno-etileno-butadieno-estireno, etc.); fluoropolímeros, tais como cloreto de polivinal (PVC),

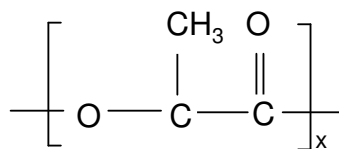
politetrafluoroetileno (PTFE), policlorotrifluoroetileno (PCTFE), etc.; alcoois de polivinila; acetatos de polivinila; poliésteres, tais como poliésteres alifáticos, tais como policaprolactono, poliesteramidas, ácido polilático (PLA) e seus copolímeros, ácido poliglicólico, carbonatos de polialquileno (por exemplo, carbonato de polietileno), poli-3-hidroxi-butirato (PHB), poli-3-hidroxi-valerato (PHV), poli-3-hidroxi-butirato-co-4-hidroxi-butirato, copolímeros de poli-3-hidroxi-butirato-co-3-hidroxi-valerato (PHBV), poli-3-hidroxi-butirato-co-3-hidroxi-hexanoato, poli-3-hidroxi-butirato-co-3-hidroxi-octanoato, poli-3-hidroxi-butirato-co-3-hidroxi-decanoato, poli-3-hidroxi-butirato-co-3-hidroxi-octadecanoato, epolímeros alifáticos com base em succinato (por exemplo, succinato de polibutileno, adipato de succinato de polibutileno, succinato de polietileno, etc.), copoliésteres aromático-alifáticos (por exemplo, tereftalato de adipato de polibutileno, tereftalato de adipato de polietileno, isoftalato de adipato de polibutileno, isoftalato de adipato de polietileno, etc.), poliésteres aromáticos (por exemplo, tereftalato de polietileno, tereftalato de polibutileno, etc.); e por aí em diante.

[52] Particularmente adequados são aditivos de microinclusão que são tipicamente rígidos na natureza a ponto de terem temperatura de transição vítrea relativamente alta. Por exemplo, a temperatura de transição vítrea (“ T_g ”) pode ser cerca de 0 °C ou mais, em algumas modalidades de cerca de 5 °C a cerca de 100 °C, em algumas modalidades de cerca de 30 °C a cerca de 80 °C, e em algumas modalidades, de cerca de 50 °C a cerca de 75 °C. A temperatura de transição vítrea pode ser determinada por uma análise mecânica dinâmica em conformidade com a norma ASTM E1640-09.

[53] Um poliéster rígido particularmente adequado é o ácido polilático, que pode ser derivado geralmente de unidades monoméricas de qualquer isômero de ácido láctico, tal como ácido láctico levógiro (“ácido L-lático”), ácido láctico dextrógiro (“ácido D-lático”), ácido meso-lático ou combinações dos mesmos. As unidades monoméricas também podem ser formadas por

anidridos de qualquer isômero do ácido lático, incluindo L-lactídeo, D-lactídeo, meso-lactídeo ou combinações dos mesmos. Dímeros cíclicos desses ácidos lácticos e/ou lactídeos também podem ser empregados. Qualquer método de polimerização conhecido, tal como a policondensação ou polimerização por abertura de anel, pode ser usado para polimerizar o ácido lático. Uma pequena quantidade de um agente de extensão de cadeia (por exemplo, um composto di-isocianato, um composto epóxi ou anidrido ácido) também pode ser empregada. O ácido polilático pode ser um homopolímero ou um copolímero, tal como um que contenha unidades monoméricas derivadas do ácido L-lático e unidades monoméricas derivadas do ácido D-lático. Embora não seja necessária, a taxa do conteúdo de uma das unidades monoméricas derivadas do ácido L-lático e da unidade monomérica derivada do ácido D-lático é preferencialmente de cerca de 85% em mol ou mais, em algumas modalidades, de cerca de 90% em mol ou mais e, em outras modalidades, de cerca de 95% em mol ou mais. Vários ácidos poliláticos, cada um com uma razão diferente entre a unidade monomérica derivada do ácido L-lático e da unidade monomérica derivada do ácido D-lático, podem ser misturados em qualquer porcentagem aleatória. Claro, o ácido polilático pode ser misturado com outros tipos de polímeros (por exemplo, poliolefinas, poliésteres, etc.).

[54] Em uma modalidade específica, o ácido polilático tem a seguinte estrutura geral:



[55] Em exemplo específico de um polímero de ácido polilático adequado que pode ser usado na presente invenção está comercialmente disponível pela Biomer, Inc. de Krailling, Alemanha) sob o nome BIOMER™ L9000. Outros polímeros de ácido polilático adequados estão comercialmente disponíveis pela Natureworks LLC de Minnetonka, Minnesota

(NATUREWORKS®) ou Mitsui Chemical (LACEA™). Outros ácidos poliláticos adicionais adequados podem ser descritos nas Patentes dos EUA N.º 4.797.468; 5.470.944; 5.770.682; 5.821.327; 5.880.254 e 6.326.458, que estão inclusas na íntegra no presente documento, à guisa de referência, para todos os propósitos.

[56] O ácido polilático normalmente tem um número de peso molecular médio (M_n) que varia de cerca de 40.000 a cerca de 180.000 gramas por mol, em algumas modalidades, de cerca de 50.000 a cerca de 160.000 gramas por mol e, em algumas modalidades, de cerca de 80.000 a cerca de 120.000 gramas por mol. Da mesma forma, o polímero normalmente também tem um peso molecular ponderal médio (M_w) que varia de cerca de 80.000 a cerca de 250.000 gramas por mol, em algumas modalidades, de cerca de 100.000 a cerca de 200.000 gramas por mol e, em algumas modalidades, de cerca de 110.000 a cerca de 160.000 gramas por mol. A razão entre o peso molecular ponderal médio e o número do peso molecular médio (M_w/M_n), isto é, o "índice de polidispersividade", também é relativamente baixa. Por exemplo, o índice de polidispersividade varia normalmente 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 modalidades, de cerca de 1,2 a cerca de 1,8. Os números dos pesos moleculares médio e ponderal médio podem ser determinados por métodos conhecidos aos versados na técnica.

[57] Alguns tipos de poliéster puro (por exemplo, ácido polilático) podem absorver água do ambiente, tal que tenha um teor de umidade de cerca de 500 a 600 partes por milhão ("ppm") ou ainda maior, com base no peso seco do ácido polilático inicial. O teor de umidade pode ser determinado de várias maneiras, conforme é conhecido na técnica, tal como de acordo com ASTM D 7191-05, como descrito abaixo. Uma vez que a presença da água durante o processamento por fusão pode degradar hidroliticamente o poliéster e reduzir seu peso molecular, às vezes é desejado secar o poliéster antes de misturá-lo. Na maioria das modalidades, por exemplo, é

desejável que o poliéster renovável tenha teor de umidade de cerca de 300 partes por milhão ("ppm") ou menos, em algumas modalidades cerca de 200 ppm ou menos, em algumas modalidades de cerca de 1 a cerca de 100 ppm antes da mistura com aditivos de nanoinclusão. A secagem do poliéster pode ocorrer, por exemplo, numa temperatura de cerca de 50 °C a cerca de 100 °C e, em algumas modalidades, de cerca de 70 °C a cerca de 80 °C.

[58] Independentemente dos materiais empregados, a porcentagem relativa do aditivo de microinclusão na composição termoplástica é selecionada a fim de atingir as propriedades desejadas sem afetar consideravelmente a composição resultante. Por exemplo, o aditivo de microinclusão é normalmente empregado em quantidade de cerca de 1% a cerca de 30% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 2% a cerca de 25% em peso e, em outras modalidades, de cerca de 5% a cerca de 20% em peso dos compostos termoplásticos, com base no peso da matriz de poliolefina na composição. A concentração do aditivo de microinclusão em toda a composição termoplástica pode constituir cerca de 0,1% em peso a cerca de 30% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 0,5% em peso a cerca de 25% em peso e, em algumas modalidades, de cerca de 1% em peso a cerca de 20% em peso.

D. Outros Componentes

[59] Uma ampla variedade de ingredientes pode ser usada na composição por diversos motivos diferentes. Por exemplo, em uma modalidade específica, um modificador interfásico pode ser utilizado na composição termoplástica de modo a auxiliar na redução do grau de fricção e conectividade entre os aditivos de nanoinclusão e/ou microinclusão e matriz de poliolefina, intensificando, portanto, o grau e uniformidade de descolagem. Desse modo, os poros podem ser distribuídos de uma forma mais homogênea por toda a composição. O modificador pode estar na forma líquida ou semissólida em temperatura ambiente (por exemplo, 25

°C) para que possua uma viscosidade relativamente baixa, permitindo que seja incorporado mais facilmente na composição termoplástica e migre mais facilmente para as superfícies do polímero. Ao reduzir as forças físicas nas interfaces entre a matriz de poliolefina e o aditivo, acredita-se que a natureza hidrofóbica e de baixa viscosidade do modificador possa ajudar a facilitar a descolagem. Conforme usado neste documento, o termo “hidrofóbico” normalmente se refere a um material que tem um ângulo de contato da água e ar de cerca de 40° ou mais e, em alguns casos, de cerca de 60° ou mais. Em contrapartida, o termo “hidrofílico” normalmente se refere a um material que tem um ângulo de contato da água e ar menor que cerca de 40°. Um teste adequado para medir o ângulo de contato é o ASTM D5725-99 (2008).

[60] Embora não seja obrigatório, o modificador interfásico pode ser particularmente adequado em modalidades em que um aditivo de microinclusão é empregado e em que o aditivo de nanoinclusão é um sólido (por exemplo, material polimérico). Modificadores interfásicos hidrofóbicos de baixa viscosidade podem incluir, por exemplo, os líquidos e/ou semissólidos acima aludidos. Um modificador interfásico particularmente adequado é polioli de poliéter, como o que é comercialmente disponível sob o nome comercial PLURIOL ® WI pela BASF Corp. Outro modificador apropriado é um éster parcialmente renovável, como o comercialmente disponível sob o nome comercial HALLGREEN ® IM de Hallstar.

[61] Quando empregado, o modificador interfásico pode constituir de cerca de 0,1% em peso a cerca de 20% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 0,5% em peso a cerca de 15% em peso e, em outras modalidades, de cerca de 1% em peso a cerca de 10% em peso dos compostos termoplásticos, com base no peso da matriz de poliolefina de fase contínua. A concentração dos modificadores interfásicos em toda a composição termoplástica pode constituir de cerca de 0,05% em peso a cerca de 20% em peso, em algumas modalidades de cerca de 0,1% em

peso a cerca de 15% em peso e, em algumas modalidades, de cerca de 0,5% em peso a cerca de 10% em peso. Quando empregadas as quantidades observadas acima, o modificador interfásico terá uma característica que permite que ele migre rapidamente para a superfície interfacial dos polímeros e facilitem o descolamento sem danificar as propriedades de fusão da composição termoplástica. Por exemplo, o índice de fluxo-fusão da composição termoplástica pode também ser similar ao da matriz de poliolefina. Por exemplo, o índice de fluidez da composição (em base seca) pode ser de cerca de 0,1 a cerca de 250 gramas por 10 minutos, em algumas modalidades de cerca de 0,5 a cerca de 200 gramas por 10 minutos e, em outras modalidades, de cerca de 5 a cerca de 150 gramas por 10 minutos, determinado a uma carga de 2160 gramas e a uma temperatura de 190 °C em conformidade com a norma ASTM D1238.

[62] Compatibilizantes também podem ser empregados para melhorar a aderência interfacial e reduzir a tensão interfacial entre o domínio e a matriz, permitindo, assim, a formação de domínios menores durante a mistura. Exemplos de compatibilizantes adequados podem incluir, por exemplo, copolímeros funcionalizados com epóxi ou frações químicas de anidrido maleico. Um exemplo de um compatibilizante de anidrido maleico é o anidrido maleico enxertado com polipropileno, que está comercialmente disponível pela Arkema sob os nomes Orevac™ 18750 e Orevac™ CA 100. Quando empregados, os compatibilizadores podem constituir de cerca de 0,05% em peso a cerca de 10% em peso, em algumas modalidades, de cerca de 0,1% em peso a cerca de 8% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 0,5% em peso a cerca de 5% em peso da composição termoplástica, com base no peso da matriz de fase contínua.

[63] Outros materiais adequados podem ser também utilizados na composição termoplástica, tais como catalizadores, antioxidantes, estabilizadores, surfactantes, ceras, solventes sólidos, agentes nucleantes, particulatos, nanopreenchimentos e outros materiais acrescentados para

intensificar a processabilidade e propriedades mecânicas da composição termoplásticas. No entanto, um aspecto benéfico da presente invenção é que boas propriedades podem ser fornecidas sem a necessidade de diversos aditivos convencionais, tais como agentes de expansão (por exemplo, clorofluorocarbonos, hidroclorofluorocarbonos, hidrocarbonetos, dióxido de carbono, dióxido de carbono supercrítico, nitrogênio, etc.) e enchimentos iniciadores de poros (por exemplo, carbonato de cálcio). Na verdade, a composição termoplástica pode geralmente ser livre de agentes de expansão e/ou enchimentos iniciadores de poros. Por exemplo, tais agentes de expansão e/ou preenchimentos podem encontrar-se presentes em quantidade não maior que cerca de 1% em peso, em algumas modalidades não maior que cerca de 0,5% em peso, e em algumas modalidades, de cerca de 0,001% em peso a cerca de 0,2% em peso da composição termoplástica. Além disso, devido às propriedades de branqueamento por tensão, conforme descrito com mais detalhes abaixo, a composição resultante pode atingir uma cor opaca (por exemplo, branca) sem a necessidade de pigmentos convencionais, tais como dióxido de titânio. Em certas modalidades, por exemplo, os pigmentos podem estar presentes numa quantidade de não mais que cerca de 1% em peso, em algumas modalidades, não mais que cerca de 0,5% em peso e, em algumas modalidades, de cerca de 0,001% em peso a cerca de 0,2% em peso da composição termoplástica.

II. Misturação

[64] Para formar a composição termoplástica, os componentes são, tipicamente, misturados usando-se uma ou uma variedade de técnicas conhecidas. Em uma modalidade, por exemplo, os componentes podem ser fornecidos separadamente ou em combinação. Por exemplo, os componentes podem ser primeiro misturados a seco para formar uma mistura seca essencialmente homogênea, e podem ser fornecidos simultaneamente ou em sequência a um dispositivo de processamento por

fusão que mistura dispersivamente os materiais. Podem ser empregadas técnicas de processamento por fusão em descontínuas e/ou contínuas. Por exemplo, um misturador/amassador, misturador Banbury, misturador contínuo Farrel, extrusora de rosca única, extrusora de rosca dupla, laminadores, etc., podem ser usados para misturar e processar os materiais por fusão. Dispositivos de processamento por fusão particularmente adequados podem ser uma extrusora de rosca dupla de co-rotação (por exemplo, extrusora ZSK-30 disponível pela Werner & Pfleiderer Corporation de Ramsey, Nova Jersey ou uma extrusora USALAB 16 Thermo Prism™, disponível pela Thermo Electron Corp., Stone, Inglaterra). Essas extrusoras podem incluir portas de alimentação e de ventilação e proporcionar uma mistura distributiva e dispersiva de alta intensidade. Por exemplo, os componentes podem ser introduzidos nas mesmas portas de alimentação da extrusora de rosca dupla e misturados por fusão para formar uma mistura fundida substancialmente homogênea. Se desejado outros aditivos também podem ser injetados na fusão do polímero e/ou introduzidos separadamente na extrusora em um ponto diferente ao longo de seu comprimento.

[65] Independentemente da técnica de processamento específica escolhida, o a composição misturada por fusão contém tipicamente domínios nanoescalares do aditivo de nanoinclusão e, opcionalmente, domínios microescalares do aditivo de microinclusão. O grau de cisalhamento/pressão e de calor pode ser controlado para garantir a dispersão suficiente, mas não tão alto a ponto de reduzir negativamente o tamanho dos domínios, de modo que eles fiquem incapazes de atingir as propriedades desejadas. Por exemplo, a mistura ocorre normalmente numa temperatura de cerca de 180 °C a cerca de 300 °C, em algumas modalidades, de cerca de 185 °C a cerca de 250 °C, e em algumas modalidades, de cerca de 190 °C a cerca de 240 °C. Da mesma forma, a taxa de cisalhamento aparente durante o processamento por fusão varia de

cerca de 10 segundos⁻¹ a cerca de 3000 segundos⁻¹, em algumas modalidades, de cerca de 50 segundos⁻¹ a cerca de 2000 segundos⁻¹, e em algumas modalidades, de cerca de 100 segundos⁻¹ a cerca de 1200 segundos⁻¹. A taxa de cisalhamento aparente pode ser igual a $4Q/\pi R^3$, onde Q é a taxa de fluxo volumétrica (“m³/s”) da fusão do polímero e R é o raio (“m”) do capilar (por exemplo, molde da extrusora) através do qual o polímero fundido flui. Obviamente outras variáveis, tais como o tempo de permanência durante o processamento por fusão, que é inversamente proporcional à taxa de produção, também podem ser controladas para atingir o grau desejado de homogeneidade.

[66] Para atingir as condições de cisalhamento desejadas (por exemplo, taxa, tempo de permanência, taxa de cisalhamento, temperatura de processamento por fusão, etc.), a velocidade da(s) rosca(s) da extrusora pode ser selecionada com um determinado intervalo. Geralmente, é observado um aumento na temperatura do produto com o aumento da velocidade da rosca devido à entrada adicional de energia mecânica no sistema. Por exemplo, a velocidade da rosca pode variar de cerca de 50 a cerca de 600 revoluções por minuto (“rpm”), em algumas modalidades, de cerca de 70 a cerca de 500 rpm, e em algumas modalidades, de cerca de 100 a cerca de 300 rpm. Isso pode resultar em uma temperatura suficientemente alta para dispersar o aditivo de nanoinclusão sem afetar negativamente o tamanho dos domínios resultantes. A taxa de cisalhamento por fusão e, por sua vez, o grau em que os aditivos são dispersos, também podem ser aumentados durante o uso de um ou mais elementos de mistura distributiva e/ou dispersiva dentro da seção de mistura da extrusora. Misturadores distributivos adequados para extrusoras de rosca única podem incluir, por exemplo, misturadores Saxon, Dulmage, Cavity Transfer, etc. Da mesma forma, misturadores dispersivos adequados podem incluir anel Blister, Leroy/Maddock, misturadores CRD, etc. Como é bem conhecido na técnica, a mistura pode ser melhorada ainda pelo uso de

pinos no barril que criam um dobramento e reorientação da fusão do polímero, tais como aqueles usados nas extrusoras Buss Kneader, misturadores Cavity Transfer, e misturadores Vortex Intermeshing Pin (VIP).

III. Formação da Fibra

[67] Conforme utilizado no presente documento, o termo “fibras” refere-se a extrusados alongados, formados pela passagem de um polímero por meio de um orifício de moldagem, como uma matriz Salvo especificação em contrário, o termo “fibras” abarca tanto as fibras descontínuas com comprimentos definidos como filamentos substancialmente contínuos. Os filamentos longos podem, por exemplo, ter comprimento muito maior do que o diâmetro, com razão comprimento para diâmetro (“proporção de formato”) superior a cerca de 15.000 para 1 e, em alguns casos, a cerca de 50.000 para 1.

[68] As fibras formadas a partir da composição termoplástica podem geralmente ter qualquer configuração desejada, incluindo monocomponente e multicomponente (por exemplo, configuração de revestimento-núcleo, configuração lado-a-lado, configuração misturada segmentada, configuração de ilha-no-mar, e assim por diante). Fibras ocas (monocomponente e/ou multicomponente) também podem ser empregadas, como descrito na Patente EUA Nº 6.642.429 para Carter, et al. Em algumas modalidades, as fibras podem conter um ou mais polímero adicional como componente (por exemplo, bicomponente) ou constituinte (por exemplo, biconstituinte) para aumentar ainda mais a força, a processabilidade e/ou outras propriedades. Por exemplo, a composição termoplástica pode formar um componente nuclear de uma fibra bicomponente de núcleo excêntrico, ao passo que um polímero adicional pode formar um componente de bainha ou *vice-versa*. O polímero adicional pode ser qualquer polímero desejado, como, por exemplo, poliésteres, por exemplo, ácido polilático, tereftalato de polietileno, etc; poliolefinas, por exemplo, polietileno, polipropileno, polibutileno, etc.; politetrafluoretileno; acetato de polivinila;

cloreto de acetato de polivinila; polivinil butiral; resinas acrílicas, por exemplo, poliacrilato, polimetilacrilato, polimetilmetacrilato, e assim por diante; poliamidas, por exemplo, náilon; cloreto de polivinila; cloreto de polivinilideno; poliestireno; álcool polivinílico; e poliuretanos.

[69] Qualquer um de uma variedade de processos pode ser usado para formar fibras de acordo com a presente invenção. Por exemplo, a composição termoplástica descrita acima pode ser extrudada através de uma fieira e resfriada. Com referência à Fig. 9, por exemplo, é mostrada mais detalhadamente uma modalidade de um método para a formação de fibras. Nesta modalidade específica, a composição termoplástica da presente invenção pode ser inserida em uma extrusora 12 a partir de um funil 14. A mistura pode ser provida ao funil 14 por meio de qualquer técnica convencional. A extrusora 12 é aquecida a uma temperatura suficiente para fazer a extrusão do polímero fundido. O composto extrudado é então passado por um duto de polímero 16 para uma fieira 18. Por exemplo, a fieira 18 pode incluir uma carcaça contendo um conjunto giratório com uma pluralidade placas empilhadas umas sobre as outras e com um padrão de aberturas dispostas para criar caminhos de fluxo para direcionar os componentes do polímero. A fieira 18 pode também ter aberturas dispostas em uma ou mais fileiras. As aberturas formam uma cortina de filamentos extrusora descendente, quando os polímeros são extrudados por ela. O processo 10 também emprega um soprador de resfriamento 20 posicionado adjacente à cortina de fibras, se estendendo a partir da fieira 18. O ar originado no soprador de ar de resfriamento 20 resfria as fibras que se estendem a partir da fieira 18. O ar de resfriamento pode ser direcionado de um lado da cortina de fibra, como mostrado na Fig. 9 ou de ambos os lados da cortina de fibra.

[70] Para formar uma fibra com o comprimento desejado, as fibras resfriadas são geralmente fundidas e extraídas, como quando se usa uma unidade de extração de fibras 22, como mostrado na Fig. 9. As unidades de

estiramento ou aspiradores de fibras, para uso nos polímeros de fiação por fusão, são bem conhecidos na técnica. Unidades de estiramento de fibra adequadas no processo para a presente invenção incluem um aspirador de fibra linear do tipo mostrado na Patente U.S. Nos. 3.802.817 e 3.423.255. Geralmente a unidade de extração de fibras 22 inclui uma passagem vertical de alongamento, por meio da qual as fibras são extraídas, aspirando-se o ar que entra pelas laterais da passagem e fluindo em sentido descendente por meio da passagem. Um aquecedor ou soprador 24 fornece o ar de aspiração à unidade de estiramento de fibra 22. O ar aspirado extrai por fusão as fibras e o ar ambiente por meio da unidade de extração de fibras 22. O fluxo de gás faz com que as fibras sejam extraídas por fusão ou atenuadas, o que aumenta a orientação molecular ou cristalinidade dos polímeros que formam as fibras. Quando se emprega uma unidade de estiramento de fibra, a taxa de "tração" pode ser selecionada para ajudar a atingir o comprimento desejado da fibra. A taxa de "tração" é a velocidade linear das fibras após o estiramento (por exemplo, a velocidade linear do cilindro godet 42 ou de uma superfície foraminosa (não mostrada) dividida pela velocidade linear das fibras após a extrusão). Por exemplo, a taxa de tração durante o estiramento por fusão pode ser calculada da seguinte maneira:

$$\text{Taxa de Tração} = A/B$$

em que,

A é a velocidade linear da fibra após o estiramento por fusão (por exemplo, a velocidade do godet) e é medida diretamente; e

B é a velocidade linear da fibra extrudada e pode ser calculada desta forma:

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

em que,

C é a produção através um único furo (gramas por minuto);

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

E é o diâmetro do orifício (em centímetros) por onde a fibra é extrudada. Em algumas modalidades, a taxa de tração pode variar de cerca de 20:1 a cerca de 4000:1, em algumas modalidades, de cerca de 25:1 a cerca de 2000:1, em algumas modalidades, de cerca de 50:1 a cerca de 1000:1 e, em algumas modalidades, de cerca de 75:1 a cerca de 800:1.

[71] Depois de formadas, as fibras podem ser depositadas através da abertura de saída da unidade de estiramento de fibra 22 e em um cilindro godet 42. Se desejado, as fibras coletadas no cilindro godet 42 podem, opcionalmente, ser submetidas a um processamento em série adicional e/ou a etapas de conversão (não mostrado), como será entendido pelos versados na técnica. Por exemplo, as fibras podem ser coletadas e depois onduladas, texturizadas e/ou cortadas em um comprimento de fibra médio na faixa de cerca de 3 a 80 milímetros, em algumas modalidades, de cerca de 4 a cerca de 65 milímetros e, em algumas modalidades, de cerca de 5 a cerca de 50 milímetros. As fibras descontínuas podem ser então incorporadas a uma trama não-tecida, tal como se conhece no âmbito da técnica, como, por exemplo, tecidos cardados e penteados, tecidos penteados por fluxo de ar, etc. Tais fibras podem ser depositadas também em uma superfície foraminosa de modo a formar uma trama não-tecida, tal como descrito mais detalhadamente abaixo.

[72] Independentemente da maneira específica como são formadas, as fibras resultantes podem ser extraídas de modo a formar a rede porosa desejada. Caso desejado, as fibras podem ser extraídas em linha à medida que são formadas as fibras. Como alternativa, as fibras podem ser extraídas em seu estado sólido depois de formadas. Por extração em "estado sólido", geralmente quer-se dizer que a composição é mantida a uma temperatura abaixo da temperatura de fusão do polímero matricial de poliolefina. Dentre outras coisas, isto ajuda a garantir que as cadeias poliméricas não sejam alteradas em tal grau que a rede porosa se torne instável. Por exemplo, a composição pode ser extraída a uma temperatura de cerca de 0 °C a cerca de 50 °C, em algumas modalidades, de cerca de

15 °C a cerca de 40 °C e em algumas modalidades, de cerca de 20 °C a cerca de 30 °C. Ela pode estar, opcionalmente, pelo menos cerca de 10 °C, em algumas modalidades pelo menos cerca de 20 °C, e em algumas modalidades, pelo menos cerca de 30 °C abaixo da temperatura de transição vítrea do componente com a maior temperatura de transição vítrea (por exemplo, aditivo de microinclusão). Em certas modalidades, por exemplo, a extração pode ocorrer em temperaturas a partir de cerca de -50 °C a cerca de 150 °C, em algumas modalidades de cerca de -40 °C a cerca de 100 °C, em algumas modalidades, a partir de cerca de -20 °C a cerca de 50 °C.

[73] A extração das fibras pode ocorrer em um ou múltiplos estágios. Em uma modalidade, por exemplo, a extração é completada em-linha sem que seja necessário removê-la para processamento em separado. Na Fig. 9, por exemplo, as fibras podem ser inicialmente extraídas por fusão pela unidade de extração de fibras 22, transferidas a um bico (não ilustrado) onde se permite que o polímero matricial resfrie até uma temperatura abaixo de sua temperatura de fusão, para ser depois submetido a uma etapa adicional de extração antes de ser depositado no rolo de Godet 42. Em outros casos, no entanto, as fibras podem ser removidas a partir da maquinaria formadora de fibras e submetidas a uma etapa de extração adicional. Independentemente disso, diversas técnicas de extração podem ser empregadas, como aspiração (por exemplo, unidades de extração de fibra), extração por quadro de tensão, extração biaxial, extração multiaxial, extração de perfil, extração a vácuo, etc. A composição é tipicamente extraída (por exemplo, na direção da máquina) a uma razão de extração de a partir de cerca de 1,1 a cerca de 3,5, em algumas modalidades de cerca de 1,2 a cerca de 3,0 e em algumas modalidades, de cerca de 1,3 a cerca de 2,5. A “razão de extração” pode ser determinada pela divisão do comprimento da fibra extraída por seu comprimento antes da extração. A taxa de tração também pode variar para ajudar a atingir as propriedades desejadas, tais como

dentro do intervalo de cerca de 5% a cerca de 1500% por minuto de deformação, em algumas modalidades, de cerca de 20% a cerca de 1000% por minuto de deformação, e em algumas modalidades, de cerca de 25% a cerca de 850% por minuto de deformação. Embora a composição seja tipicamente extraída sem a aplicação de calor externo (por exemplo, rolos aquecidos), tal calor pode ser opcionalmente empregado para melhorar a processabilidade, reduzir força de extração, aumentar taxas de tração e melhorar uniformidade da fibra.

[74] A extração, quando realizada da maneira supradescrita, pode resultar na formação de poros de dimensão nanoescalar ("nanoporos"), tais como dimensão de corte transversal média de cerca de 800 nanômetros ou menos, em algumas modalidades de cerca de 5 a cerca de 700 nanômetros e em algumas modalidades, de cerca de 10 a cerca de 500 nanômetros. Os nanoporos podem ter também dimensão axial média (por exemplo, comprimento) de cerca de 100 a cerca de 5000 nanômetros, em algumas modalidades de cerca de 50 a cerca de 2000 nanômetros e em algumas modalidades de cerca de 100 a cerca de 1000 nanômetros. Microporos podem ser igualmente formados durante a extração que tenham dimensão de corte transversal de cerca de 0,2 micrômetros ou mais, em algumas modalidades cerca de 0,5 micrômetros ou mais e em algumas modalidades de cerca de 0,5 micrômetros a cerca de 5 micrômetros. Em certos casos, a dimensão axial dos microporos e/ou nanoporos pode ser maior que a dimensão de corte transversal de modo a proporção de aspecto (a razão da dimensão axial para a dimensão de corte transversal) é de cerca de 1 a cerca de 30, em algumas modalidades de cerca de 1,1 a cerca de 15 e em algumas modalidades de cerca de 1,2 a cerca de 5. Por exemplo, a dimensão axial dos microporos pode ser de 1 microporo ou superior, em algumas modalidades cerca de 1,5 micrômetros ou mais e em algumas modalidades de cerca de 2 a cerca de 30 micrômetros.

[75] Independentemente de seu tamanho particular, os presentes

inventores descobriram que os poros (por exemplo, nanoporos, microporos ou ambos) podem ser distribuídos de maneira substancialmente homogênea através da composição. Por exemplo, os poros podem ser distribuídos em colunas que são orientadas em um sentido geralmente perpendicular ao sentido em que a tensão é aplicada. Essas colunas podem ser, geralmente, paralelas uma à outra ao longo da largura da composição. Sem a intenção de impor limitações teóricas, acredita-se que a presença dessa rede de espaços vazios distribuídos de forma homogênea possa resultar em boas propriedades mecânicas (por exemplo, dissipação de energia sob carga e força de impacto). Há um grande contraste com as técnicas convencionais para criar poros que envolvem o uso de agentes de expansão, que tende a resultar uma distribuição descontrolada de poros e fracas propriedades mecânicas.

[76] Além de formar uma rede porosa, a extração pode também aumentar de maneira significativa a dimensão axial de alguns dos domínios discretos de modo que tenha um formato geralmente linear, alongado. Por exemplo, os domínios em microescala alongados podem ter uma dimensão axial de cerca de 10% ou mais, em algumas modalidades de cerca de 20% a cerca de 500% e, em algumas modalidades, de cerca de 50% a cerca de 250% maior que a dimensão axial dos domínios antes do estiramento. A dimensão axial (por exemplo, comprimento) após extração pode, por exemplo, varia entre cerca de 1 μm a cerca de 400 μm , em algumas modalidades de cerca de 5 μm a cerca de 200 μm e, em algumas modalidades de cerca de 10 μm a cerca de 150 μm . Os domínios microescalares podem ser relativamente delgados e podem, portanto, tem uma pequena dimensão de corte transversal, como, por exemplo, de cerca de 0,02 a cerca de 20 micrômetros, em algumas modalidades de cerca de 0,1 a cerca de 10 micrômetros e em algumas modalidades, de 0,4 a cerca de 5 micrômetros. Isso pode resultar em uma proporção de aspecto dos domínios (a razão da dimensão axial para a dimensão ortogonal para a

dimensão axial) de cerca de 2 a cerca de 150, em algumas modalidades de cerca de 3 a cerca de 100 e, em outras modalidades, de cerca de 4 a cerca de 50. Devido a seu tamanho pequeno, os domínios nanoescalares não são tipicamente alongados da mesma maneira que os domínios microescalares. Portanto, os domínios nanoescalares podem reter uma dimensão axial média (por exemplo, comprimento) de cerca de 1 a cerca de 1000 nanômetros, em algumas modalidades de cerca de 5 a cerca de 800 nanômetros, em algumas modalidades de cerca de 10 a cerca de 500 nanômetros e em algumas modalidades de cerca de 20 a cerca de 200 nanômetros.

[77] A extração a frio pode também criar uma ou mais regiões com formação de pescoço localizadas ao longo do eixo longitudinal da fibra, as quais são espaçadas entre as regiões sem formação de pescoço. As fibras com formação de pescoço podem ter também um diâmetro não-uniforme de seção transversal ao longo de seu eixo longitudinal, o qual pode prover uma variedade de benefícios de diferenciação, tais como área de superfície ampliada, etc. O número de regiões com formação de pescoço pode geralmente variar e pode ser controlado com base na razão de estiramento selecionada. Contudo, geralmente o número de regiões com formação de pescoço pode variar de cerca de 1 a cerca de 400 pescoços por centímetro, em algumas modalidades de cerca de 2 a cerca de 200 pescoços por centímetro, e em algumas modalidades, de cerca de 5 a cerca de 50 pescoços por centímetro. O número de regiões com formação de pescoço pode ser determinado a partir da seguinte equação:

$$N = (1 - L_2)/(L_1 + L_2)$$

em que N é o número de regiões com formação de pescoço, L_1 é o comprimento médio de uma região com formação de pescoço e L_2 é o comprimento médio de uma região sem formação de pescoço (inclui transição da região com pescoço para a região sem pescoço).

[78] Mesmo nas densidades muito baixas conseguidas pela presente invenção, as fibras resultantes não são quebradiças e podem, portanto,

deformar-me sob aplicação de tensão, em vez de se quebrarem. As fibras podem, assim, continuar a funcionar como membros de suporte de carga, mesmo depois da fibra tiver apresentado alongamento substancial. Nesse aspecto, as fibras da presente invenção são capazes de exibir propriedade de alongamento máximo melhoras, por exemplo, porcentagem de alongamento da fibra a seu máximo carregamento. Por exemplo, as fibras da presente invenção podem exibir um alongamento de pico de cerca de 50% ou mais, em algumas modalidades, cerca de 100% ou mais, em algumas modalidades, de cerca de 200% a cerca de 1500%, e em algumas modalidades, de cerca de 400% a cerca de 800%, tal como determinado de acordo com ASTM D638-10 a 23 °C. Esses alongamentos podem ser obtidos para fibras que têm uma ampla variedade de diâmetros médios, tais como aqueles que variam de cerca de 0,1 a cerca de 50 micrômetros, em algumas modalidades, de cerca de 1 a cerca de 40 micrômetros, em algumas modalidades, de cerca de 2 a cerca de 25 micrômetros, e em algumas modalidades, de cerca de 5 a cerca de 15 micrômetros.

[79] Embora possuam a habilidade de esticar-se sob pressão, as fibras da presente invenção podem permanecer também relativamente fortes. Por exemplo, as fibras podem apresentar um pico de tensão de resistência de cerca de 25 MPa a cerca de 600 Megapascals ("MPa"); em algumas modalidades, de cerca de 50 MPa a cerca de 450 MPa; e em outras modalidades, de cerca de 60 MPa a cerca de 350 MPa, tal como determinado de acordo com a norma ASTM D638-10 a 23 °C. Outro parâmetro que é indicativo da força relativa das fibras da presente invenção é "tenacidade", que indica a resistência à tração de uma fibra expressa como a força por unidade de densidade linear. Por exemplo, as fibras da presente invenção podem apresentar tenacidade a partir de cerca de 0,75 a cerca de 7,0 gramas-força ("gf") por denier, em algumas modalidades de cerca de 1,0 a cerca de 6,0 gf por denier, e em algumas modalidades de cerca de 1,5 a cerca de 5,0 gf por denier. O denier das fibras pode variar,

dependendo da aplicação desejada. Normalmente as fibras são formadas de modo a apresentarem um denier por filamento (ou seja, a unidade de densidade linear igual à massa em gramas por 9000 metros de fibra) inferior a cerca de 15, em algumas modalidades, inferior a cerca de 12 e, em algumas modalidades, de cerca de 0,5 a cerca de 6.

III. Trama Não-Tecida

[80] As fibras podem também ser formadas em uma estrutura de trama não-tecida, depositando-se as fibras aleatoriamente sobre uma superfície de formação (opcionalmente com o auxílio de vácuo) e fazendo-se a adesão da trama resultante por meio de qualquer técnica conhecida. A trama não-tecida pode ser formada antes ou depois da extração das fibras. Em certas modalidades, por exemplo, pode ser desejável formar uma trama não-tecida a partir de uma pluralidade de fibras e, portanto, extrair as fibras estirando-se trama não-tecida ao grau desejado para formar a rede porosa. Numa modalidade alternativa, uma superfície de formação contínua pode simplesmente ser posicionada abaixo de uma unidade de aspiração de fibras que extrai as fibras até a extensão desejada, antes de formar a trama.

[81] Uma vez formada, a trama não-tecida pode ser então ligada usando-se qualquer técnica convencional, tal como por meio de um adesivo ou de forma autogênica (por exemplo, fusão e/ou auto-adesão das fibras sem aplicação de adesivo externo). A adesão autogênica, por exemplo, pode ser obtida por meio do contato com as fibras enquanto estão semiderretidas ou pegajosas ou pela simples mistura de resina e/ou solvente aderente com os polímeros usados na formação das fibras. Técnicas de adesão autogênica adequadas podem incluir adesão por ultrassom, adesão térmica, adesão por fluxo de ar, adesão por calandra, e assim por diante. Por exemplo, a trama pode ser adicionalmente ligado ou estampado com um padrão por um processo termomecânico em que o tecido é passado através de um rolo de bigorna liso aquecido e um rolo de

padronagem aquecido. O rolo de padronagem pode ter padronagem em relevo, o qual provê as propriedades ou aparência desejados do tecido. É preferível que o rolo de padronagem defina um padrão em relevo que defina uma pluralidade de locações de ligação a qual defina uma ligação de área de cerca de 2% e 30% da área total do rolo. Exemplos de padrões de ligação incluem, por exemplo, aqueles descritos nas Patentes dos EUA N° 3.855.046 para Hansen et al., Patente dos EUA N° 5.620.779 para Levy et al., Patente dos EUA N° 5.962.112 para Haynes et al., Patente dos EUA N° 6.093.665 para Sayovitz et al., assim como nas Patentes de Designs dos EUA Patente dos EUA N°s. 428.267 para Romano et al.; 390.708 para Brown; 418.305 para Zander et al.; 384.508 para Zander et al.; 384.819 para Zander et al.; 358.035 para Zander et al.; e 315.990 para Blenke, et al. A pressão entre os rolos pode ser de cerca de 5 a 2000 libras por polegada linear. A pressão entre os rolos e a temperatura dos rolos é equilibrada, para obter as propriedades ou aparência desejadas da trama ao mesmo tempo em que mantém propriedades similares a tecidos. Como é de conhecimento de indivíduos versados na técnica, a temperatura e a pressão exigidas podem variar dependendo de muitos fatores, incluindo, mas não se limitando a, área de padrão de ligação, propriedades de polímero, propriedades de fibra e propriedades não-tecidas.

[82] Além de tecidos "spunbound", uma variedade de tramas não-tecidas pode também ser formada a partir da composição termoplástica em conformidade com a presente invenção, como, por exemplo, tecidos "meltblown" (fundidos e soprados), tecidos cardados e penteados, tecidos formados por via úmida, tecidos formado por via aérea, tecidos coformes, tecidos hidraulicamente entrelaçados, etc. Por exemplo, a composição termoplástica pode ser extraída através de uma pluralidade de capilaridades de matriz fina, formando fluxos convergentes de gás de alta velocidade (por exemplo, ar) os quais atenuam as fibras de modo a reduzir diâmetro. Por conseguinte, as fibras "meltblown" são carregadas pelo jato

de gás de alta velocidade e são depositadas em uma superfície de coleta de modo a formar uma trama de fibras "meltblown" dispersas aleatoriamente. Opcionalmente, o polímero pode ser formado em uma trama cardada colocando-se fardos de fibras formadas a partir da composição termoplásticas em uma colheitadeira que separa as fibras. Em seguida, as fibras são enviadas por uma unidade de penteamento ou cardamento que decompõe e alinha adicionalmente as fibras no sentido da máquina de modo a formar uma rede não-tecida fibrosa no sentido da máquina. Uma vez formada, normalmente a trama não-tecida é estabilizada por meio de uma ou mais técnicas de adesão, conforme descrito acima, para formar uma trama cardada e ligada.

[83] Se assim for desejado, a trama não-tecida pode também ser um composto que contém uma combinação das fibras da presente invenção e outros tipos de fibras (por exemplo, fibras descontínuas, filamentos, etc.). Por exemplo, as fibras sintéticas termoplásticas adicionais podem ser utilizadas, tais como aquelas formadas a partir de poliolefinas, por exemplo, polietileno, polipropileno, polibutileno, assim em diante; politetrafluoretileno; poliésteres, por exemplo, tereftalato de polietileno e assim por diante; acetato de polivinila; acetato de cloreto de polivinila; polivinil butiral; resinas acrílicas, por exemplo, poliacrilato, polimetilacrilato, polimetilmetacrilato, e assim por diante; poliamidas, por exemplo, náilon; cloreto de polivinila; cloreto de polivinilideno; poliestireno; álcool polivinílico; poliuretanos; ácido polilático; etc. Se desejado, polímeros renováveis também podem ser empregados. Alguns exemplos de fibras sintéticas conhecidas incluem as fibras bicomponentes de revestimento e núcleo, comercializadas pela KoSa Inc. de Charlotte, North Carolina sob as designações T-255 e T-256, ambas utilizando revestimento de poliolefina ou T-254, que apresenta revestimento de copoliéster de baixa fusão. Ainda outras fibras bicomponentes conhecidas que podem ser usadas incluem as comercializadas pela Chisso Corporation de Moriyama, Japão ou a Fibervisions LLC de Wilmington,

Delaware. As fibras cortadas de ácido polilático também podem ser empregadas, com as comercializadas pela Far Eastern Textile, Ltd. de Taiwan.

[84] O composto pode também conter fibras de celulose, como celulosas com comprimento médio de fibra maior, celulosas com comprimento médio de fibra menor ou combinações destas. Um exemplo de fibra de celulose com lanugem com comprimento médio maior são as fibras de celulose kraft de madeira macia. As fibras de celulose kraft de madeira macia derivam de árvores coníferas e incluem fibras de celulose como, entre outras, das espécies do norte, do oeste e do sul, inclusive sequoia, cedro vermelho, cicuta, abeto de Douglas, abeto verdadeiro, pinho (por exemplo, pinho do sul), picea (por exemplo, picea mariana) bambu, combinações destas e assim por diante. As fibras de celulose kraft de madeira macia do norte podem ser usadas na presente invenção. Um exemplo de fibras de celulose kraft de madeira macia do sul, adequada para a presente invenção, são as comercializadas pela Weyerhaeuser Company, que conta com escritórios em Federal Way, Washington, sob a designação comercial de “NF-405.” Outra celulose adequada para uso na presente invenção é uma celulose de madeira sulfatada alvejada, contendo principalmente fibras de madeira macia, comercializada pela Bowater Corp., que conta com escritórios em Greenville, South Carolina, sob o nome comercial de celulose CoosAbsorb S. As fibras de baixa média de comprimento também podem ser usadas na presente invenção. Um exemplo de fibras de celulose de baixa média de comprimento são as fibras de celulose kraft de coníferas. Fibras de celulose kraft de madeira dura são derivadas de árvores decíduas e incluem fibras de celular tais como, mas não limitadas a, eucalipto, bordo, lariço, álamo tremedor, etc. Fibras de celulose de eucalipto podem ser particularmente desejáveis para melhorar maciez, intensificar brilho, intensificar opacidade e mudar as estruturas de poros do tecido para aumentar sua habilidade de absorção. Fibras de bambu ou algodão também podem ser empregadas.

[85] Compósitos não tecidos podem ser formados por meio de diversas técnicas conhecidas. Por exemplo, a composição não-tecido pode ser "material coforme" que contenha uma mistura ou matriz estabilizada das fibras de composição termoplásticas e um material absorvente. Por exemplo, materiais coformes podem ser produzidos por meio de um processo em que pelo menos uma cabeça de matriz "meltblown" (soprada e fundida) é disposta próximo a uma calha através da qual os materiais absorventes são acrescentados à trama enquanto a mesma se forma. Tais materiais absorventes podem incluir, mas não se limitam a, fibras de celulose, partículas superabsorventes, materiais absorventes orgânicos e/ou inorgânicos, fibras poliméricas descontínuas cortadas e assim por diante. As porcentagens relativas do material absorvente podem variar dentro de um amplo intervalo, dependendo das características desejadas da composição não-tecido. Por exemplo, a composição não-tecido pode conter de cerca de cerca de 1% em peso a cerca de 60% em peso; em algumas modalidades, de 5% a cerca de 50%; e em outras modalidades, de cerca de 10% a cerca de 40% de fibras de composição termoplástica. O compósito não-tecido pode, da mesma forma, conter de cerca de 40% a cerca de 99% em peso, em algumas modalidades, de 50% a cerca de 95% em peso e, em outras modalidades, de cerca de 60% a cerca de 90% em peso de material absorvente. Alguns exemplos de tais materiais coformados são descritos nas Patentes dos EUA N.º 4.100.324 para Anderson, et al.; 5.284.703 para Everhart, et al.; e 5.350.624 para Georger, et al.

[86] Os laminados não tecidos também podem ser formados na presente invenção, em que uma ou mais camadas são formadas a partir da composição termoplástica. Por exemplo, a manta não tecida de uma camada pode ser um termossoldado contendo um composição termoplástica, enquanto a manta não tecida de outra camada contém composição termoplástica outros polímeros renováveis e/ou qualquer outro

tipo de polímero (como poliolefinas). Em uma modalidade, o laminado não tecido contém uma camada meltblown disposta entre duas camadas spunbond, para formar um laminado spunbond/meltblown/spunbond ("SMS"). Se desejado, as camadas termossoldadas podem ser formadas a partir da composição termoplástica. A camada meltblown pode ser formada a partir da composição termoplástica, de outros polímeros renováveis e/ou quaisquer outros polímeros (como poliolefinas). Diversas técnicas de formação de laminados SMS são descritas nas Patentes dos EUA Nº 4.041.203 para Brock et al.; 5.213.881 para Timmons et al.; 5.464.688 para Timmons et al.; 4.374.888 para Bornslaeager; 5.169.706 para Collier et al.; e 4.766.029 para Brock et al., assim como nas Publicações de Pedidos de Patentes dos EUA Nº 2004/0002273 para Fitting et al. Naturalmente, o laminado não-tecido pode ter uma configuração diferente e possuir qualquer número desejado de camadas meltblown e spunbound, como, por exemplo, laminados spunbond/meltblown/meltblown/spunbond ("SMMS"), laminados spunbound/meltblown ("SM"), etc. Embora o peso base do laminado não-tecido possa ser personalizado conforme a aplicação desejada, ele geralmente varia entre cerca de 10 a cerca de 300 gramas por metro quadrado ("g/m²"), em algumas modalidades de cerca de 25 a cerca de 200 g/m², e em algumas modalidades, de cerca de 40 a cerca de 150 g/m².

[87] Podem ser formados também laminados de película não-tecida. Em tais modalidades, a película é, tipicamente, impermeável a líquidos e ou impermeável ou permeável a vapor. Películas que são impermeáveis a líquidos e permeáveis a vapor são comumente denominadas como "respiráveis" e têm, tipicamente, uma taxa de transmissão de vapor d'água ("WVTR") de cerca de 100 gramas por metro quadrado por 24 horas (g/m²/24 horas) ou mais, em algumas modalidades de cerca de 500 a cerca de 20.000 g/m²/24 horas e algumas modalidades de cerca de 1.000 a cerca de 15.000 g g/m²/24 horas. A película respirável pode ser também película

microporosa ou monolítica. Películas microporosas são formadas tipicamente incorporando-se o preenchimento (por exemplo, carbonato de cálcio) na matriz polimérica, e estirando a película posteriormente de modo a criar os poros. Exemplos de tais películas são descritos, por exemplo, nas Patentes EUA Nº 5.843.057 para McCormack; 5.855.999 para McCormack; 5.932.497 para Morman, et al.; 5.997.981 para McCormack, et al.; 6.002.064 para Kobylyvker, et al.; 6.015.764 para McCormack, et al.; 6.037.281 para Mathis, et al.; 6.111.163 para McCormack, et al.; e 6.461.457 para Taylor, et al.

[88] Se desejado, as fibras, a trama não tecida e etc. também podem ser recozidas para ajudar a garantir a manutenção da forma desejada. O recozimento normalmente ocorre a temperaturas a partir de cerca de 40 °C a cerca de 120 °C, em algumas modalidades de cerca de 50 °C a cerca de 110 °C, e em algumas modalidades, de cerca de 80 °C a cerca de 100 °C. As fibras podem também ter suas superfícies tratadas usando-se qualquer um dentre uma variedade de técnicas conhecidas para a melhoria de suas propriedades. Por exemplo, feixes de alta energia (por exemplo, plasma, raios-x, feixe de elétrons, etc.) pode ser usado na remoção ou redução de quaisquer camadas superficiais que sejam formadas sobre as fibras, para mudar a polaridade de superfície, fragilizar uma camada de superfície, etc. Se desejado, tais tratamentos de superfície podem ser utilizado antes e/ou depois da formação de uma trama, bem como antes e/ou depois da extração a frio das fibras.

[89] Além de densidade reduzida, a estrutura nanoporosa pode prover também uma variedade de benefícios adicionais diferentes à trama não-tecida que contém as fibras de poliolefina da presente invenção. Por exemplo, a estrutura nanoporosa pode ajudar a restringir o fluxo de fluidos e ser geralmente impermeável a fluidos (por exemplo, água em estado líquido), permitindo assim que a trama não-tecida isole uma superfície da penetração da água. Neste respeito, o material fibroso pode ter um valor

hidroabsorvente relativamente alto de cerca de 50 centímetros ("cm") ou mais, em algumas modalidades cerca de 100 cm ou mais, em algumas modalidades, cerca de 150 cm ou mais, e em algumas modalidades, a partir de cerca de 200 cm a cerca de 1000 cm, tal como determinado em conformidade com a norma ATTCC 127-2008. Outras propriedades benéficas também podem ser alcançadas. Por exemplo, a trama não-tecida pode ser, geralmente, permeável a vapores d'água. A permeabilidade a vapor d'água de um material fibroso pode ser caracterizada pela sua taxa de transmissão de vapor d'água ("WVTR") relativamente elevada, sendo esta a taxa na qual vapor d'água permeia um material, tal como medido em unidades de gramas por metro quadrado por 24 horas ($\text{g/m}^2/24 \text{ hrs}$). Por exemplo, a trama não-tecida pode exibir WVTR de cerca de $300 \text{ g/m}^2\text{-}24$ horas ou mais, em algumas modalidades cerca de $500 \text{ g/m}^2\text{-}24$ horas ou mais, em algumas modalidades cerca de $1.000 \text{ g/m}^2\text{-}24$ horas ou mais, e em algumas modalidades, de cerca de 3.000 a cerca de $15.000 \text{ g/m}^2\text{-}24$ horas, tal como determinado em conformidade com a norma ASTM E96/96M-12, Procedimento B ou Procedimento Teste INDA IST-70.4 (01).

IV. Artigo Absorvente

[90] Devido a suas propriedades únicas e vantajosas, a trama não-tecida da presente invenção é particularmente adequada para uso em uma camada e/ou componente de artigo absorvente. Os artigos absorventes, por exemplo, geralmente incluem um membro absorvente (por exemplo, camada de núcleo, camada de distribuição, camada de atraso de transferência, folha de invólucro, camada de ventilação, etc.), posicionado entre a folha posterior e a folha anterior. O artigo absorvente pode também conter outros componentes, tal como conhecido na técnica, como, por exemplo, painéis laterais, abas de contenção, orelhas, faixas de cintura ou de perna, etc. Falando em linhas gerais, a trama não-tecida da presente invenção pode ser empregada em qualquer camada ou componente do artigo absorvente, como, por exemplo, a face anterior, a face superior e/ou

membro absorvente. Quando aplicada em certas camadas ou componentes (por exemplo, face anterior), pode ser desejável laminar a trama não-tecida da presente invenção até alcançar-se uma película como descrita acima.

[91] Neste sentido, várias modalidades exemplares do artigo absorvente serão descritas. Em referência à Fig. 1, por exemplo, uma modalidade particular de um artigo absorvente 201 é mostrada na forma de uma fralda. Entretanto, conforme mencionado acima, a invenção pode ser incorporada em outros tipos de artigos absorventes, como artigos para incontinência, absorventes higiênicos, fralda-calça, absorventes femininos, calças para treino e assim por diante. Na modalidade ilustrada, artigo absorvente 201 é mostrado como tendo uma forma de ampulheta em uma configuração aberta. Entretanto outras formas podem obviamente ser utilizadas, como uma forma geralmente retangular, em forma de T ou forma de I. Como mostrado, o artigo absorvente 201 inclui um chassi 202 formado por vários componentes, incluindo uma folha posterior 217, folha superior 205 e membro absorvente que inclui uma camada de núcleo absorvente 203 camada de distribuição 207. Deve ser entendido, no entanto, que outras camadas também podem ser usadas na presente invenção. De forma semelhante, uma ou mais das camadas referidas na Fig. 1 podem também ser eliminadas em certas modalidades da presente invenção.

[92] Como indicado, a face anterior 217 pode conter uma trama não-tecida de acordo com a presente invenção. Se desejado, a trama não-tecida pode ser posicionada de modo a definir uma superfície da face voltada para as roupas 333 do artigo absorvente 201. O artigo absorvente 201 também inclui uma folha superior 205. A folha superior 205 geralmente é projetada para estar em contato com o corpo do usuário e ser permeável a líquidos. Por exemplo, a folha superior 205 pode definir uma superfície voltada para o corpo 218, que é geralmente compatível, suave ao toque, e não irritante para a pele do usuário. Se desejado, a face superior 205 pode conter a trama não-tecida da presente invenção. Por exemplo, a trama não-

tecida pode ser posicionada de modo a definir a superfície da face voltada para o corpo 218, caso desejado. A folha superior pode cercar camada de núcleo absorvente 203 de maneira a cobrir completamente o artigo absorvente. Como alternativa, a face superior 205 e a face anterior 217 podem estender-se além do membro absorvente e podem juntar-se perifericamente, seja inteira, seja parcialmente, usando-se técnicas conhecidas, tais como adesão por adesivagem, adesão por ultrassom, etc. Tal como indicado acima, a face anterior 205 pode incluir a trama não-tecida da presente invenção. A face anterior 205 pode incluir também uma trama não-tecida convencional (por exemplo, trama spunbound, trama meltdblown ou trama cardada e ligada). Outras construções exemplares de folha superior que contém uma trama de não-tecido são descritas nas Patentes dos EUA N^{os} 5.192.606; 5.702.377; 5.931.823; 6.060.638; e 6.150.002, assim como nas Publicações de Pedidos de Patentes dos EUA N^{os} 2004/0102750, 2005/0054255, e 2005/0059941. A folha superior 205 pode conter também uma variedade de aberturas, formadas através dela mesma, para permitir que o fluido corporal chegue mais rapidamente camada de núcleo absorvente 203. As aberturas podem ser dispostas de forma uniforme ou aleatória por toda a folha superior 205 ou podem ser dispostas somente na faixa ou tira estreita longitudinal posicionada ao longo do eixo longitudinal do artigo absorvente. As aberturas permitem a penetração rápida dos fluidos corporais no membro absorvente. O tamanho, a forma, o diâmetro e o número de aberturas pode variar para atender às necessidades específicas de cada pessoa.

[93] O artigo absorvente pode conter também um membro absorvente posicionado entre a folha superior e a folha posterior. O membro absorvente pode ser formado a partir de uma única camada absorvente ou por um composto que contém camadas absorventes separadas e distintas. Deve-se entender, no entanto, que qualquer número de camadas absorventes pode ser utilizado na presente invenção. Na Fig. 1, por

exemplo, o membro absorvente contém uma camada de núcleo absorvente 203 e uma camada de distribuição 207 que ajuda a desacelerar e dispersar de picos ou jatos de líquido que possam ser rapidamente introduzidos na camada de núcleo absorvente 203. Caso seja desejável, a camada de distribuição 207 pode receber e armazenar temporariamente o líquido antes de liberá-lo para as partes de armazenamento ou de retenção da camada de núcleo absorvente 203. Na modalidade ilustrada, por exemplo, camada de distribuição 207 é posta de forma intermediária entre uma superfície revestida interiormente 216 da folha superior 205 e a camada de núcleo absorvente 203. Alternativamente, a camada de distribuição 207 pode ser posicionada na superfície revestida externamente 218 da folha superior 205. A camada de distribuição 207 é construída normalmente a partir de materiais altamente permeáveis a líquidos. Materiais adequados podem incluir materiais de tecido poroso, materiais de não-tecido poroso e películas com aberturas. Em uma modalidade, a camada de controle de sobrepressão 207 pode conter a trama não-tecida da presente invenção. Outros exemplos de camadas de distribuição adequadas são descritos nas Patentes dos EUA N^{os} 5.486.166 para Ellis, et al. e 5.490.846 para Ellis, et al.

[94] Caso seja desejável, o membro absorvente pode conter também uma camada de atraso de transferência posicionada verticalmente abaixo da camada de distribuição. A camada de atraso de transferência pode conter um material menos hidrofílico que as outras camadas absorventes e pode ser, de maneira geral, caracterizada como bastante hidrofóbica. Por exemplo, a camada de atraso de transferência pode ser uma trama não-tecida (por exemplo, trama spunbound) formada de acordo com a presente invenção. As fibras podem ser arredondadas, com três lobos ou múltiplos lobos em formato de corte transversal e que pode ser oca ou sólida em termos de estrutura. Normalmente, as tramas são ligadas, por exemplo, por ligação térmica, acima de 3% a cerca de 30% da área da trama. Outros

exemplos de materiais adequados que podem ser usados na camada de atraso de transferência são descritos nas Patentes dos EUA N^{os} 4.798.603 para Meyer, et al. e 5.248.309 para Serbiak, et al. Para ajustar o desempenho da invenção, a camada de atraso de transferência pode também ser tratada com uma quantidade selecionada de surfactante para aumentar sua capacidade inicial de absorção de água.

[95] A camada de atraso de transferência pode, de forma geral, ter qualquer tamanho, como um comprimento de cerca de 150 mm a cerca de 300 mm. Normalmente, o comprimento da camada de atraso de transferência é quase igual ao comprimento do artigo absorvente. A camada de atraso de transferência pode também ser igual em largura à camada de distribuição, mas geralmente é mais larga. Por exemplo, a largura da camada de atraso de transferência pode ser de cerca de 50 mm a cerca de 75 mm, e especialmente de cerca de 48 mm. A camada de atraso de transferência normalmente tem uma gramatura menor que a dos outros membros absorventes. Por exemplo, a gramatura da camada de atraso de transferência é normalmente de cerca de 150 gramas por metro quadrado (gsm) e, em algumas modalidades, entre cerca de 10 gsm a cerca de 100 gsm. Se desejado, a camada de atraso de transferência pode conter a trama não-tecida (por exemplo, trama "spunbound") da presente invenção.

[96] O membro absorvente pode incluir também uma camada absorvente composta, como um material conformado. Nesse caso, os fluidos podem ser transferidos da camada de atraso de transferência para o membro absorvente composto. A camada absorvente composta pode ser formada separadamente da camada de distribuição e/ou da camada de atraso de transferência ou pode ser formada simultaneamente com elas. Em uma modalidade, por exemplo, a camada absorvente composta pode ser formada na camada de atraso de transferência ou na camada de distribuição, que age como transportador durante o processo de

coformação descrito acima.

[97] Além dos componentes acima mencionados, artigo absorvente 201 pode conter também diversos outros componentes, conforme é conhecido na técnica. Por exemplo, artigo absorvente 201 pode conter também uma folha de invólucro substancialmente hidrofílica (não ilustrada), que ajuda a manter a integridade da estrutura fibrosa da camada de núcleo absorvente 203. A folha de invólucro geralmente é colocada sobre camada de núcleo absorvente 203, sobre, pelo menos, duas grandes superfícies de contato do mesmo e é composta por um material celulósico absorvente, como uma manta de celulose crepada ou papel tissue com alta resistência à umidade. O invólucro pode ser, opcionalmente, configurado para fornecer uma camada de drenagem que ajuda a distribuir rapidamente o líquido sobre a massa das fibras absorventes da camada de núcleo absorvente 203. O material do invólucro em um lado da massa fibrosa absorvente pode ser ligado ao invólucro localizado no lado oposto da massa fibrosa para efetivamente prender a camada de núcleo absorvente 203. Além disso, o artigo absorvente 201 também pode incluir uma camada de ventilação (não mostrada) que é posicionada entre a camada de núcleo absorvente 203 e a folha posterior 217. Quando utilizado, a camada de ventilação pode ajudar a isolar a folha posterior 217 da camada de núcleo absorvente 203, reduzindo assim a umidade na folha posterior 217. Exemplos de tais camadas de ventilação podem incluir uma trama de não-tecido laminada a uma película respirável, como descrito na Patente dos EUA Nº 6.663.611 para Blaney, et al. Se desejado, a película de embalagem e/ou camada de ventilação pode conter a trama não-tecida da presente invenção.

[98] Em algumas modalidades, artigo absorvente 201 pode incluir também um par de abas (não mostrado) que se estendem desde as bordas laterais 232 do artigo absorvente 201 em uma das regiões da cintura. As abas podem ser formadas integralmente com um componente da fralda selecionado. Por exemplo, as orelhas podem ser integralmente formadas

com a face anterior 217 ou a partir do material empregado para prover a superfície superior, a qual pode incluir a trama não-tecida da presente invenção, caso assim se deseje. Em configurações alternativas, as abas podem ser fornecidas por membros ligados e montados na folha posterior 217, na superfície superior, entre a folha posterior 217 e superfície superior ou em várias outras configurações. Conforme observado acima, as orelhas podem conter a trama não-tecida da presente invenção, caso assim se deseje.

[99] Como ilustrado representativamente na Fig. 1, o artigo absorvente 201 também pode incluir um par de barreiras anti-vazamento 212 que são configuradas para fornecer uma barreira e para conter o fluxo lateral de exsudatos corporais. As barreiras anti-vazamento 212 podem estar localizadas ao longo das bordas laterais 232 opostas lateralmente da folha superior 205 de forma adjacente às bordas laterais da camada de núcleo absorvente 203. As barreiras anti-vazamento 212 podem estar localizadas longitudinalmente ao longo do comprimento total da camada de núcleo absorvente 203 ou podem se estender apenas parcialmente ao longo do comprimento da camada de núcleo absorvente 203. Quando as barreiras anti-vazamento 212 são menores no comprimento do que a camada de núcleo absorvente 203, elas podem ser seletivamente posicionadas em qualquer lugar ao longo das bordas laterais 232 do artigo absorvente 201 em uma região da virilha 210. Em uma modalidade, as barreiras anti-vazamento 212 se estendem ao longo de todo o comprimento da camada de núcleo absorvente 203 para melhor conter os exsudatos corporais. Estas barreiras anti-vazamento 212 são geralmente bem conhecidas por aqueles versados na técnica. Por exemplo, construções e arranjos adequados para as barreiras anti-vazamento 212 são descritos na Patente dos EUA Nº 4.704.116 para Enloe. Se desejado, as abas de contenção podem conter a trama não-tecida da presente invenção.

[100] O artigo absorvente 201 pode incluir vários materiais elásticos ou esticáveis, como um par membros elásticos para pernas 206 posicionados nas bordas laterais 232 para aumentar a prevenção de vazamento de exsudatos corporais e apoiar a camada de núcleo absorvente 203. Além disso, um par de membros elásticos para cintura 208 podem ser posicionados longitudinalmente em oposição às bordas da cintura 215 do artigo absorvente 201. Os membros elásticos para pernas 206 e os membros elásticos para a cintura 208 são geralmente adaptados para um ajuste estreito sobre as pernas e a cintura do usuário quando em uso para manter um relacionamento em contato e positivo com o usuário e para efetivamente reduzir ou eliminar o vazamento de exsudatos corporais do artigo absorvente 201. O artigo absorvente 201 pode incluir também uma ou mais fechos 230. Por exemplo, dois fechos flexíveis 130 são ilustrados na Fig. 1 nas bordas laterais opostas da região da cintura para criar uma abertura para a cintura e um par de aberturas para as pernas do usuário. A forma dos fechos 230 geralmente pode variar, mas pode incluir, por exemplo, formas geralmente retangulares, formas quadradas, formas circulares, formas triangulares, formas ovais, formas lineares e assim por diante. Os fechos podem incluir, por exemplo, um material tipo gancho. Em uma determinada modalidade, cada fecho 230 inclui uma peça de material tipo gancho separada, afixada na superfície interior de um suporte flexível. Os membros elásticos (por exemplo, perna, cintura, etc.) e/ou prendedores podem conter a trama não-tecida da presente invenção, caso desejado.

[101] As as diversas regiões e/ou componentes do artigo absorvente 201 podem ser montados juntos usando qualquer mecanismo de fixação conhecido, como adesão por adesivos, pro ultrassom, térmica, etc. Adesivos adequados podem incluir, por exemplo, adesivos de fusão a quente, adesivos sensíveis à pressão e assim por diante. Quando utilizado, o adesivo pode ser aplicado como uma camada uniforme, uma camada estampada, um padrão pulverizado ou qualquer uma das linhas separadas,

redemoinhos ou pontos. Na modalidade ilustrada, por exemplo, a folha posterior 217 e a folha superior 205 são montadas umas às outras e camada de núcleo absorvente 203 usando um adesivo. Alternativamente, a camada de núcleo absorvente 203 pode estar relacionada com a folha posterior 217 usando prendedores convencionais, como botões, fechos tipo velcro, prendedores de fita adesiva e assim por diante. Da mesma forma outros componentes de fralda, como membros elásticos para pernas 206, membros elásticos para cintura 208 e prendedores 230, também podem ser montados no artigo absorvente 201 usando qualquer mecanismo de fixação.

[102] Embora várias configurações de uma fralda tenham sido descritas acima, deve-se entender que outras configurações para fralda e artigo absorvente também estão incluídas no escopo da presente invenção. Além disso, a presente invenção não deve ser limitada de forma alguma à fraldas. De fato, qualquer outro artigo absorvente pode ser formado de acordo com a presente invenção, incluindo, mas sem limitar a outros artigos absorventes para cuidados pessoais, como fraldas de treinamento, calcinhas absorventes, produtos para incontinência, produtos de higiene feminina (por exemplo, absorventes higiênicos), roupas de banho, lenços umedecidos para bebês, e assim por diante; artigos absorventes médicos, como roupas, campos cirúrgicos, forros para cama, curativos, panos cirúrgicos absorventes e lenços médicos; toalhas de papel para limpeza pesada em cozinhas, artigos de vestimenta, e assim por diante.

[103] A presente invenção pode ser melhor compreendida com referência aos seguintes exemplos.

Métodos de Teste

Taxa de Fluxo à Fusão:

[104] A taxa de fluxo de fusão ("MFR") é o peso de um polímero (em gramas) forçado através de um orifício de reômetro de extrusão (diâmetro de 0,0825 polegadas), quando submetido a uma carga de 2160 gramas em 10 minutos, tipicamente a 190 °C, 210 °C ou 230 °C. Salvo especificação

em contrário, a taxa de fluxo de fusão é medida de acordo com o método de teste ASTM D1238 com um plastômero de extrusão Tinius Olsen.

Propriedades Térmicas:

[105] A temperatura de transição vítrea (T_g) pode ser determinada por meio de análise dinâmico-mecânica (DMA), de acordo com ASTM E1640-09. Um instrumento Q800 da TA Instruments pode ser usado. As execuções experimentais podem ser executadas em geometria de tensão/tensão, em um modo de varrimento de temperatura na faixa de -120 °C a 150 °C com uma taxa de aquecimento de 3 °C/min. A frequência de amplitude de força pode ser mantida constante (2 Hz) durante o teste. Três (3) amostras independentes podem ser testadas para obter uma temperatura de transição vítrea média, que é definida pelo valor de pico da curva da tangente δ , em que a tangente δ é definida como a razão entre o módulo de perda e o módulo de armazenamento (tangente $\delta = E''/E'$).

[106] A temperatura de fusão pode ser determinada por meio de calorimetria diferencial de varredura (DSC). O calorímetro de varredura diferencial pode ser um calorímetro DSC Q100, que foi equipado com um acessório de arrefecimento de nitrogênio líquido e com um software de análise UNIVERSAL ANALYSIS 2000 (versão 4.6.6), que são disponibilizados pela T.A. Instruments Inc. de New Castle, Delaware. Para evitar o manuseamento das amostras diretamente, pinças ou outros instrumentos são utilizados. As amostras são colocadas em uma panela de alumínio e pesadas com uma precisão de 0,01 miligrama em uma balança analítica. Uma tampa é dobrada sobre o material de amostra sobre a panela. Normalmente, os grãos de resina são colocados diretamente no prato de pesagem.

[107] O equipamento de varredura diferencial de calorimetria é calibrado por meio de um padrão de metal índio, e é feita uma correção de base, conforme descrito no manual de operação do equipamento. A amostra do material é colocada na câmara de testes do equipamento de varredura

diferencial de calorimetria para ser testado e é usada um prato vazio como referência. Todos os testes são executados com a aplicação de 55 centímetros cúbicos por minuto de nitrogênio (grau industrial) sobre a câmara de testes. Para as amostras de grãos de resina, o programa de aquecimento e resfriamento é um teste de 2 ciclos, que começou com o equilíbrio da câmara a -30 °X, seguido por um primeiro período de aquecimento até uma taxa de 10 °X por minuto até uma temperatura de 200 °X, seguido por um equilíbrio da amostra a 200 X por 3 minutos, seguido por um primeiro período de resfriamento de 10 °X por minuto até uma temperatura de -30 °X, seguido pelo equilíbrio da amostra a -30 °X por 3 minutos, e em seguida um segundo período de aquecimento, a uma taxa de 10 °X por minuto até uma temperatura de 200 °X. Todos os testes são realizados com a descarga de 55 centímetros cúbicos de nitrogênio por minuto (escala industrial) na câmara de testes.

[108] Os resultados são avaliados utilizando o software de análise UNIVERSAL ANALYSIS 2000, que identifica e quantifica a temperatura de transição vítrea (T_g) de inflexão, os picos endotérmicos e exotérmicos e as áreas sob os picos nos gráficos DSC. A temperatura de transição vítrea é identificada como a região na linha narrativa em que uma clara mudança de inclinação ocorreu, e a temperatura de fusão é determinada através de um cálculo automático de inflexão.

Propriedades Elásticas:

[109] As propriedades elásticas podem ser determinadas de acordo com ASTM 638-10 a 23 °C. Por exemplo, as amostras de fibra individuais podem ser inicialmente encurtadas (por exemplo, cortados com tesouras) em 38 milímetros de comprimento, e colocadas separadamente sobre um pano de veludo preto. Podem ser coletadas de 10 a 15 amostras dessa forma. As amostras de fibra podem ser, então, montadas numa condição substancialmente reta em uma estrutura de papel retangular, com dimensões externas de 51 milímetros x 51 milímetros e dimensões internas

de 25 milímetros x 25 milímetros. As extremidades de cada amostra de fibra podem ser operacionalmente fixadas à estrutura, prendendo-se cuidadosamente as extremidades das fibras aos lados da estrutura com fita adesiva. Cada amostra de fibra pode ser então medida para sua dimensão de fibra cruzada, externa, relativamente mais curta, empregando-se um microscópio convencional de laboratório, que pode ser devidamente calibrado e ajustado com ampliação de 40X. A dimensão da fibra cruzada pode ser registrada como o diâmetro da amostra de fibra individual. A estrutura auxilia a montagem das extremidades das amostras de fibra nas fixações superior e inferior de uma taxa constante do testador elástico do tipo de extensão, de forma a evitar o dano excessivo às amostras de fibra.

[110] Uma taxa constante do tipo de extensão do testador elástico e uma célula de carga apropriada podem ser empregadas no teste. A célula de carga pode ser escolhida (por exemplo, 10N) para que o valor do teste fique entre 10-90% da escala total da carga. O testador elástico (isto é, MTS SYNERGY 200) e a célula de carga podem ser obtidos pela MTS Systems Corporation, de Eden Prairie, Michigan. As amostras de fibra na montagem da estrutura podem ser então montadas entre as garras do testador elástico, tal que as extremidades das fibras sejam operacionalmente mantidas pelas garras do testador elástico. Em seguida, os lados da estrutura de papel que se estendem paralelamente ao comprimento da fibra podem ser cortados ou, de outra forma, separados para que o testador elástico aplique a força de teste somente sobre as fibras. As fibras podem ser, então, submetidas a um teste de tração, com uma taxa de tração e velocidade de garra de 12 polegadas por minuto. Os dados resultantes podem ser analisados usando um programa de software TESTWORKS 4, da MTS Corporation, com a seguinte configuração de teste:

| Entradas para Cálculo | | Entradas para Teste | |
|------------------------------------|---------|----------------------------|-------|
| Queda no marcador de ruptura | 50% | Sensibilidade à ruptura | 90% |
| Alongamento do marcador de ruptura | 0,1 pol | Limite de ruptura | 10 gr |
| Comprimento de segurança nominal | 1 pol | Taxa de aquisição de dados | 10 Hz |

| | | | |
|---------------------------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
| Pré-carga solta | 1 lb _f | Comprimento em Denier | 9000 m |
| Comprimento de segmento da inclinação | 20% | Densidade | 1,25 g/cm ³ |
| Desvio de produção | 0,20% | Velocidade inicial | 12 pol/min |
| Comprimento do segmento de produção | 2% | Velocidade secundária | 2 pol/min |

[111] Os valores de tenacidade podem ser expressos em termos de força-grama por denier. O alongamento de pico (% de força na ruptura) e a tensão de pico também podem ser calculados.

[112] A carga máxima de uma trama pode ser determinada usando-se uma tira 2"x6" cortada ao longo do sentido de comprimento (MD) e largura (CD). O teste pode ser executado em um testador de resistência à tração universal equipado com dois elementos de pega revestidos de borracha de 1"x3". O comprimento do indicador pode ser 76 ± 1 mm (± 3) 0,04".

Densidade e porcentagem de volume vazio:

[113] Para determinar a densidade e a porcentagem de volume vazio, a largura (W_i) e espessura (T_i) do espécime foram inicialmente medidos antes da extração. O comprimento (L_i) antes do estiramento também pôde ser determinado pela medição da distância entre duas marcas numa superfície da amostra. Posteriormente, o espécime pode ser extraído de modo a iniciar formação de poro. A largura (W_f), espessura (T_f) e comprimento (L_f) da amostra puderam então ser medidos o mais próximo de 0,01 mm usando um Compasso Digimatic (Mitutoyo Corporation). O volume (V_i) antes do estiramento pôde ser calculado por $W_i \times T_i \times L_i = V_i$. O volume (V_f) após o estiramento pôde ser calculado por $W_f \times T_f \times L_f = V_f$. A densidade (P_f) pode ser calculada por $P_f = P_i/\Phi$, onde P_i é densidade de material precursor e a porcentagem do volume vazio (% V_v) foi calculada por: $\%V_v = (1 - 1/\Phi) \times 100$.

Teste de Pressão Hidrostática ("Carga hidrostática"):

[114] O teste de pressão hidrostática é uma medida da resistência de um material à penetração pela água em estado líquido sob uma pressão estática e é realizada de acordo com o Método de Teste AATCC 127-2008. Os resultados para cada amostra podem ter a média calculada e registrada

em centímetros (cm). Um valor mais alto indica maior resistência à penetração da água.

Taxa de Transmissão de Vapor d'Água ("WVTR"):

[115] O teste usado para determinar a WVTR de um material pode variar com base na natureza do material. Uma técnica para medir o valor de WVTR é ASTM E96/96M-12, Procedimento B. Outro método envolve o uso do Procedimento de Teste INDA IST-70.4 (01). O procedimento de teste INDA é resumido conforme se segue. Uma câmara seca é separada de uma câmara úmida de temperatura e umidade conhecidas por uma película protetora permanente e pelo material da amostra a ser testada. O objetivo da película protetora é definir uma lacuna de ar definitiva e acalmar ou sossegar o ar na lacuna de ar enquanto ele é caracterizado. A câmara seca, a película protetora e a câmara úmida formam uma célula de difusão, em que a película de teste é vedada. O suporte de amostras é conhecido como Permatran-W modelo 100K fabricado pela Mocon/Modem Controls, Inc., Minneapolis, Minnesota. É feito um primeiro teste da WVTR da película protetora e da lacuna de ar entre a montagem do evaporador, gerando 100% de umidade relativa. O vapor d'água se difunde pela lacuna de ar e a película protetora e então se mistura com o fluxo de gás seco, proporcional à concentração de vapor d'água. O sinal elétrico é roteado para um computador para processamento. O computador calcula a taxa de transmissão da lacuna de ar e da película protetora e armazena o valor para uso posterior.

[116] A taxa de transmissão da película protetora e da lacuna de ar é armazenada no computador como CalC. O material da amostra é então vedado na célula de teste. Novamente, o vapor d'água se difunde pela lacuna de ar para a película protetora e o material de teste, e então se mistura com o fluxo de gás seco que varre o material de teste. Também, novamente, a mistura é conduzida para o sensor de vapor. O computador então calcula a taxa de transmissão da combinação da lacuna de ar, da

película protetora e do material de teste. Essa informação é então usada para calcular a taxa de transmissão em que a umidade é transmitida pelo material de teste de acordo com a equação:

$$TR^{-1}_{1 \text{ material de teste}} = TR^{-1}_{1 \text{ material de teste, película protetora, lacuna de ar}} - TR^{-1}_{1 \text{ película protetora, lacuna de ar}}$$

[117] A taxa de transmissão de vapor d'água ("WVTR") é então calculada conforme se segue:

$$WVTR = \frac{F \rho_{\text{sat}(T)} RH}{A P_{\text{sat}(T)} (1 - RH)}$$

em que,

F = o fluxo de vapor d'água em cm³ por minuto;

$\rho_{\text{sat}(T)}$ = a densidade da água no ar saturado a uma temperatura T;

RH = a umidade relativa em locais específicos na célula;

A = a área transversal da célula; e

$P_{\text{sat}(T)}$ = a pressão do vapor saturado do vapor d'água à temperatura

T.

Porosidade de Frazier:

[118] A porosidade de Frazier foi medida em um Testador de Permeabilidade de Ar de Diferencial Baixo Frazier® (FAP-LP) cortando-se uma tira de 8" (medida ao longo do sentido da máquina) de uma amostra e dobrando-se a amostra à maneira de um acordeão (sentido transversal) de modo obter seis camadas.

EXEMPLO 1

[119] Uma mistura precursora foi formada a partir de 91,8% em peso de homopolímero de propileno isotático (M3661, taxa de fluxo de fusão de 14 g/10 a 210 °C e temperatura de fusão de 150°C, Total Petrochemicals), 7,4 % em peso de ácido polilático (PLA 6252, taxa de fluxo de fusão de 70 a 85 g/10 min a 210 °C, Natureworks®), e 0,7 % em peso de um poliepóxido. O poliepóxido foi o poli(etileno-co-metil acrilato-co-glicidil metacrilato) (LOTADER® AX8900, Arkema) tendo uma taxa de fluxo à fusão de 6 g/10 min (190 °C/2160 g), um teor de metacrilato de glicidil de 8% em peso, teor de acrilato de metil de 24% em peso, e teor de etileno de 68% em peso. Os componentes foram compostos em uma

extrusora de rosca dupla de co-rotação (Werner and Pfeleiderer ZSK-30 com um diâmetro de 30 mm e um L/D=44). A extrusora tinha sete zonas de aquecimento. A temperatura na extrusora variou de 180 °C a 220 °C. O polímero foi introduzido por gravimetria na extrusora no funil em 15 libras por hora e o líquido foi injetado no barril usando uma bomba peristáltica. A extrusora foi operada a 200 revoluções por minuto (RPM). Na última seção do barril (frente), um molde com 3 furos de 6 mm de diâmetro foi usado para formar o extrudado. O extrudado foi resfriado por ar em uma correia transportadora e peletizado usando um peletizador Conair.

[120] A fibra foi então produzida a partir da mistura precursora usando uma linha de rotação de fibra Davis-Standard equipada com uma extrusora de rosca única de 0,75 polegada e uma fieira de 16 furos com um diâmetro de 0,6 mm. As fibras foram coletadas em diferentes razões de tração. A velocidade de encurtamento variou de 1 a 1000 m/min. A temperatura da extrusora variou de 175 °C a 220 °C. As fibras foram esticadas em uma máquina testadora elástica a 300 mm/min até 400% de alongamento a 25 °C. Para analisar a morfologia do material, as fibras foram rompidas por congelamento em nitrogênio líquido e analisadas através de microscópio eletrônico de varredura Jeol 6490LV em alto vácuo. Os resultados são mostrados nas Figuras 2-4. Como mostrado, poros esferoidais são formados, os quais são altamente alongados no sentido do estiramento. Foram formados tanto nanoporos (~50 nanômetros de largura, ~500 nanômetros de comprimento) quanto microporos (~0,5 micrômetro de largura, ~4 micrômetros de comprimento).

EXEMPLO 2

[121] Uma mistura de 93% em peso de polipropileno (Total M3661) e 7% em peso de Lotader® AX8900 foi colocada em uma extrusora de parafusos geminados de co-rotação (Werner e Pfeleiderer ZSK-30 com diâmetro de 30 mm e um L/d=44). A extrusora tinha sete zonas de aquecimento. A temperatura na extrusora variou entre 180 °C e 220 °C. O polímero foi alimentado gravimetricamente à extrusora no funil a 15 libras por hora. A extrusora foi operada a 200 revoluções por minuto (RPM). Na última seção

do barril (frente), um molde com 3 furos de 6 mm de diâmetro foi usado para formar o extrudado. O extrudado foi resfriado por ar em uma correia transportadora e peletizado usando um peletizador Conair. Produziu-se então fibra a partir da mistura precursora usando-se uma linha de fiação de fibra Davis-Standard equipada com uma extrusora de parafuso único de 0,75 polegadas e uma fieira de 16 orifícios com um diâmetro de 0,6 mm. As fibras foram coletadas em diferentes razões de tração. A velocidade de encurtamento variou de 1 a 1000 m/min. A temperatura da extrusora variou de 175 °C a 220 °C. As fibras foram esticadas em uma máquina testadora elástica a 300 mm/min até 400% de alongamento a 25 °C. Para analisar a morfologia do material, as fibras foram rompidas por congelamento em nitrogênio líquido e analisadas através de microscópio eletrônico de varredura Jeol 6490LV em alto vácuo. Os resultados são mostrados nas Figs. 5-6.

EXEMPLO 3

[122] Uma mistura de 91,1% em peso (Total M3661), 7,4% em peso de ácido polilático (NatureWorks 6251) e 1,5% de Lotader® AX8900) foi colocada na extrusora e nas condições descritas no Exemplo 2. Neste caso, 5% de Pluriol® WI 285 foi então injetado no barril usando-se bomba peristáltica. Produziu-se então fibra a partir da mistura precursora usando-se uma linha de fiação de fibra Davis-Standard equipada com uma extrusora de parafuso único de 0,75 polegadas e uma fieira de 16 orifícios com um diâmetro de 0,6 mm. As fibras foram coletadas em diferentes razões de tração. A velocidade de encurtamento variou de 1 a 1000 m/min. A temperatura da extrusora variou de 175 °C a 220 °C. As fibras foram esticadas em uma máquina testadora elástica a 300 mm/min até 400% de alongamento a 25 °C. Para analisar a morfologia do material, as fibras foram rompidas por congelamento em nitrogênio líquido e analisadas através de microscópio eletrônico de varredura Jeol 6490LV em alto vácuo. Os resultados são mostrados nas Figs. 7-8.

EXEMPLO 4

[123] Uma mistura de polímero precursor foi realizada que continha 91,8% em peso de polipropileno isotático (M3661, taxa de fluxo de fusão de 14 g/10 min a 230 °C e temperatura de fusão de 150 °C, Total Petrochemicals), 7,45% em peso de ácido polilático (PLA) (Ingeo 6251D, taxa de fluxo de fusão 70-85 g/10 a 210 °C, Natureworks), e 0,75% de compatibilizador de poliepóxido (Arkema Lotader® AX8900). O modificador poliepóxi foi poli(etileno-co-metil acrilato-co-glicidil metacrilato) (Lotader® AX8900, Arkema), com taxa de fluxo de fusão de 5-6 g/10 min (190°C/2160 g), um conteúdo de glicidil metacrilato de 7 a 11% em peso, um conteúdo de acrilato de metil de 13% em peso a 17% em peso, e um conteúdo de etileno de 72% em peso a 80% em peso. Os componentes foram colocados em uma extrusora de parafusos geminados de co-rotação (Werner e Pfleiderer ZSK-30 de 30 mm de diâmetro e um L/D = 44). A extrusora tinha sete zonas de aquecimento. A temperatura na extrusora variou entre 180 °C e 220 °C. O polímero foi alimentado por gravimetria à extrusora no funil a 6,8 quilogramas por hora (15 libras por hora). A extrusora foi operada a 200 revoluções por minuto (RPM). Na última seção do barril (frente), um molde com 3 furos de 6 mm de diâmetro foi usado para formar o extrudado. O extrudado foi resfriado por ar em uma correia transportadora e peletizado usando um peletizador Conair.

EXEMPLO 5

[124] Foram produzidas fibras bicomponentes em uma linha de fibra bicomponente equipada com 2 extrusoras de parafuso único (1,25 em diâmetro). A fibra bicomponente tinha uma configuração de bainha/núcleo de 30/70, em que a bainha foi formada a partir de 100% em peso de polipropileno (M3661, Total Petrochemicals) e o núcleo foi formado a partir da mistura do Exemplo 4. As extrusora alimentou as composições poliméricas de bainha/núcleo em uma fieira de 288 capilaridade de 0,5 mm em diâmetro e razão comprimento/diâmetro 4:1 (L/D). As fibras foram tecidas a uma taxa de 8 kg/hr a uma velocidade de tecelagem de 660

metros por minuto e coletadas em carretéis para processamentos pós-estiramento.

[125] O perfil de temperatura de extrusão, tanto para bainha quanto para núcleo, foi o seguinte: Zona 1 = 220 °C, Zona 2= 225 °C, Zona 3 = 230 °C, Zona 4 = 240 °C, e Feixe de Tecelagem = 240 °C. As fibras tecidas por fusão foram então estiradas em temperatura ambiente (25 °C) até 200% entre dois rolos de godete (extração de etapa única) a uma taxa de 1200 metros por minuto. Então, as fibras foram frisadas (19 frisos por polegada) e cortadas a um comprimento de 38 mm. As fibras foram, então, cortadas com uma lâmina em nitrogênio líquido e analisadas por meio de microscopia de varredura eletrônica. As superfícies fraturadas foram revestidas de ouro paládio por pulverização catódica em um Sistema de Pulverização Denton Vacuum Desk V, usando-se 15 mA para 75 segundos, e analisados por meio de SEM em um Quanta de Emissão Campal 650. Os resultados são apresentados nas Figs. 10-11.

[126] Várias propriedades das fibras foram igualmente testadas tal como se provê na tabela abaixo.

| | |
|--|-------|
| Diâmetro (μm) | 19,4 |
| Tenacidade (g/den) | 5,5 |
| Tensão de pico (MPa) | 443,9 |
| Deformação na ruptura (%) | 85,28 |
| Energia por volume na ruptura (J/cm^3) | 269,4 |

[127] Uma trama de 100 gsm cardada e penteada por fluxo de ar (TABCW) também foi formada com uma mistura das fibras do Exemplo 5 (70% em peso) e fibras bicomponentes bainha/núcleo (30% em peso). A trama foi formada em um Cardo de Alta Velocidade Truetzschler EWK 413 equipado com Perfil Asselin 415-FD "crosslapper" e um Forno Fleissner (Universidade Estadual de NC). A trama cardada foi ligada por fluxo de ar a 260 °F e sua espessura final foi 5,5 mm.

EXEMPLO 6

[128] Uma mistura polimérica precursora foi feita tal como descrito no Exemplo 4 que continha 93% em peso de matriz de polipropileno (M3661,

Total Petrochemicals) e 7% em peso de Lotader® AX8900. Fibras ocas bicomponentes foram produzidas em uma linha de fibra bicomponente equipada com duas extrusoras de parafuso único (1,25 em diâmetro). A fibra bicomponente tinha uma configuração de bainha/núcleo 50/50, em que a bainha foi formada a partir de 100% em peso de polipropileno (Achieve 3854) e o núcleo foi formado a partir da mistura supradescrita. As extrusoras alimentaram as composições de polímero de bainha e núcleo a uma fieira de 72 capilaridades de concepção capilar de segmentos 4C. As fibras foram tecidas a uma taxa de 2kg/hr a uma velocidade de tecelagem de 198 metros por minutos e coletada em carretéis para processamento pós-estiramento. O perfil de temperatura de extrusão tanto para a bainha quanto para o núcleo foi o seguinte: Zona 1 = 220 °C, Zona 2= 225 °C, Zona 3 = 230 °C, Zona 4 = 240 °C, e Feixe de Tecelagem = 240 °C. A fibra foi arrefecida em um banho de água localizado 35 abaixo da fieira. As fibras arrefecidas foram em seguida estiradas a temperatura ambiente (25 °C) até 200% entre dois rolos de godet (extrusão de etapa única) a uma velocidade de 1200 metros por minuto. As fibras foram, então, cortadas com uma lâmina em nitrogênio líquido e analisadas por meio de microscopia de varredura eletrônica. As superfícies fraturadas foram revestidas de ouro paládio por pulverização catódica em um Sistema de Pulverização Denton Vacuum Desk V, usando-se 15 mA para 75 segundos, e analisados por meio de SEM em um Quanta de Emissão Campal 650. Os resultados são apresentados nas Figs. 12-13. Várias propriedades das fibras foram igualmente testadas tal como se provê na tabela abaixo.

| | |
|--|-------|
| Diâmetro (µm) | 31,4 |
| Tenacidade (g/den) | 3,8 |
| Tensão de pico (MPa) | 303,8 |
| Deformação na ruptura (%) | 90,0 |
| Energia por volume na ruptura (J/cm ³) | 223,1 |

EXEMPLO 7

[129] Uma mistura precursora foi formada tal como descrito no Exemplo 4, salvo pelo fato de que o material foi produzido usando-se uma extrusora de

parafuso geminado de co-rotação de 64 mm a uma taxa de produção de 270 quilogramas por hora (600 libras por hora) e temperatura de 220 °C. A mistura polimérica fundida foi extrusada através de uma matriz multifilamento, arrefecida com água e cortada em pelete por meio de um sistema de peletização subaquática tal como aqueles disponíveis através de Gala Industries de Eagle Rock, Virginia. Uma fibra monocomponente foi formada a partir da mistura a uma velocidade de 22,5 quilogramas por hora em uma linha de tecelagem de fibra monocomponente (FiberVisions) equipada com um extrusora de parafuso único de 1,25 polegadas e 24 LD e duas fieiras, cada qual tendo 675 capilaridades arredondadas (total de 1.350) com diâmetro de 0,35 mm e razão L/D 4:1. A velocidade de tecelagem foi de 435 metros por minuto. As sete zonas de aquecimento da extrusora e o perfil de temperatura de feixe de tecelagem foram mantidas a 220 °C. A linha de tecelagem foi equipada com uma caixa de esfriamento com fluxo de ar unilateral e a temperatura do ar foi 21 °C. As fibras extraídas por fusão foram coletadas em carretéis de 5 libras sem extração a frio. As fibras orientadas por fusão tinham denier de 10,7 denier por filamento.

[130] As fibras foram estiradas a 100% a uma velocidade de 50 metros por minutos em uma unidade de estiramento que consiste de três bancos de cinco rolos (quintetos). A temperatura do primeiro quinteto foi mantida a 50 °C e o segundo e terceiro quinteto foram mantidos a uma temperatura de 25 °C. Fibras foram frisadas e cortadas a 1,5 polegadas. O acabamento de tecelagem foi ajustado antes da unidade de corte a 0,5%. As fibras foram, então, cortadas com uma lâmina em nitrogênio líquido e analisadas por meio de microscopia de varredura eletrônica. As superfícies fraturadas foram revestidas de ouro paládio por pulverização catódica em um Sistema de Pulverização Denton Vacuum Desk V, usando-se 15 mA para 75 segundos, e analisados por meio de SEM em um Quanta de Emissão Campal 650. Os resultados são estabelecidos na Figura 14. Várias

propriedades das fibras foram igualmente testadas tal como se provê na tabela abaixo.

| | |
|--|-------|
| Diâmetro (μm) | 29,6 |
| Tenacidade (g/den) | 3,1 |
| Tensão de pico (MPa) | 244,3 |
| Deformação na ruptura (%) | 298,8 |
| Energia por volume na ruptura (J/cm^3) | 433,0 |

[131] Tramas cardadas ligadas termicamente (30 gsm) foram também produzidas em uma linha de cardamento. Para fazer-se a adesão térmica das tramas, foi usado padrão de adesão de diamante, tal como usado na Fig. 15. A temperatura de calandra foi 150 °C e a velocidade de cardamento foi 250 pés por minuto. Várias propriedades da trama foram então testadas, tal como se provê abaixo.

| | |
|---|------|
| Gramatura (g/m^2) | 30 |
| Carga Máxima na Direção da Máquina (lb_f) | 6,46 |
| Carga Máxima na Direção Transversal (lb_f) | 1,2 |
| Camadas 6 de Teste Frazier (ft^3/min) | 298 |

[132] Embora a invenção tenha sido descrita em detalhes em relação às suas modalidades específicas, será contemplado que os versados na técnica, após obter uma compreensão do exposto anteriormente, poderão facilmente conceber alterações, variações e equivalentes dessas modalidades. Nesse sentido, o escopo da presente invenção seve ser avaliado como aquele das reivindicações anexas e quaisquer equivalentes a estas.

REIVINDICAÇÕES:

1. Artigo absorvente que contenha um membro absorvente posicionado entre uma face anterior e uma face superior, caracterizado pelo fato de que o artigo absorvente compreende uma trama não-tecida que inclui uma pluralidade de fibras formadas a partir de uma composição termoplástica que contém um fase contínua que inclui um polímero matricial de poliolefina e um aditivo de nanoinclusão polimérico e um aditivo de microinclusão polimérico dispersados no interior da fase contínua na forma de domínios de discretos,

em que o aditivo de nanoinclusão polimérico está na forma de domínios de nanoescalares e o aditivo de microinclusão polimérico está na forma de domínios microescalares,

em que uma rede porosa é definida na composição que inclui uma pluralidade de nanoporos adjacentes aos domínios nanoescalares e/ou domínios microescalares, os nanoporos tendo uma dimensão de corte transversal média de cerca de 800 nanômetros ou menos.

2. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os nanoporos têm dimensão de corte transversal média de cerca de 5 a cerca de 700 nanômetros.

3. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os nanoporos têm uma dimensão axial média de cerca de 100 a cerca de 5000.

4. Artigo absorvente de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o polímero matricial de poliolefina tem pode ter uma taxa de fluxo de material fundido de cerca 0,5 a cerca de 80 gramas por 10 minutos, determinado a uma carga de 2160 gramas e a 230 °C de acordo com a norma ASTM D1238.

5. Artigo absorvente de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o polímero matricial de poliolefina é um homopolímero de

propileno, copolímero de propileno/ α -olefina, copolímero de etileno/ α -olefina ou uma combinação desses.

6. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o polímero matricial de poliolefina é um homopolímero de polipropileno substancialmente isotático contendo, pelo menos, cerca de 90% em peso de propileno.

7. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a fase contínua constitui de cerca de 60% em peso a cerca de 99% em peso da composição termoplástica.

8. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o polímero é uma poliolefina funcionalizada.

9. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a poliolefina funcionalizada é um poliepóxido.

10. Artigo absorvente de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o aditivo de nanoinclusão tem uma taxa de fluxo de material fundido de cerca de 0,1 a cerca de 100 gramas por 10 minutos, determinada a uma carga de 2160 gramas e a uma temperatura de cerca de 40 °C acima da temperatura de fusão de acordo com a norma ASTM D1238.

11. Artigo absorvente de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a proporção da taxa de fluxo de material fundido do polímero matricial de poliolefina para taxa de fluxo de material fundido de um aditivo de nanoinclusão é de cerca de 0,2 a cerca de 8.

12. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os domínios nanoescalares têm dimensão média de corte transversal de cerca de 1 nanômetro a cerca de 1000 nanômetros.

13. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o aditivo de nanoinclusão constitui de cerca de 0,05% em peso a cerca de 20% em peso da composição, com base no peso da fase contínua.

14. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o aditivo de microinclusão polimérico inclui um copolímero estirênico, fluoropolímero, álcool polivinílico, acetato polivinílico ou poliéster.

15. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o polímero do aditivo de microinclusão é ácido polilático.

16. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o aditivo de microinclusão se encontra na forma de domínios microescalares com uma dimensão axial média de cerca de 1 micrômetro a cerca de 400 micrômetros.

17. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o aditivo de microinclusão constitui de cerca de 1% em peso a cerca de 30% em peso da composição, com base no peso da fase contínua.

18. Artigo absorvente de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a composição termoplástica compreende ainda um modificador interfásico.

19. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a rede porosa inclui adicionalmente microporos.

20. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o volume total do poro das fibras é de a partir de cerca de 15% a cerca de 80% por centímetro cúbico.

21. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que nanoporos constituem cerca de 20% em volume ou mais do volume total de poro da fibra de poliolefina.

22. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a composição termoplástica tem uma densidade de cerca de 0,90 g/cm³ ou menos.

23. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a trama não-tecida é uma trama "spunbound", uma trama

soprada e fundida, uma trama cardada e penteada, uma trama coforme, uma trama hidraulicamente emaranhada ou uma combinação das mesmas.

24. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a face anterior contém a trama não-tecida.

25. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a face superior contém a trama não-tecida.

26. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o membro absorvente contém a trama não-tecida.

27. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que o membro absorvente compreende uma camada nuclear, uma camada de controle de sobrepressão, uma camada de atraso de transferência, uma película embaladora, uma camada de ventilação ou uma combinação das mesmas, e em que uma ou mais das camadas contém a trama não-tecida.

28. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que o membro absorvente compreende uma camada nuclear e uma camada de controle de sobrepressão posicionadas entre a camada nuclear e a face anterior, em que a camada de controle de sobrepressão contém a trama não-tecida.

29. Artigo absorvente, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o artigo contém um componente adicional que inclui uma trama não-tecida, sendo que o componente adicional inclui orelhas, abas de contenção, painéis laterais, membros elásticos, prendedores ou uma combinação dos mesmos.

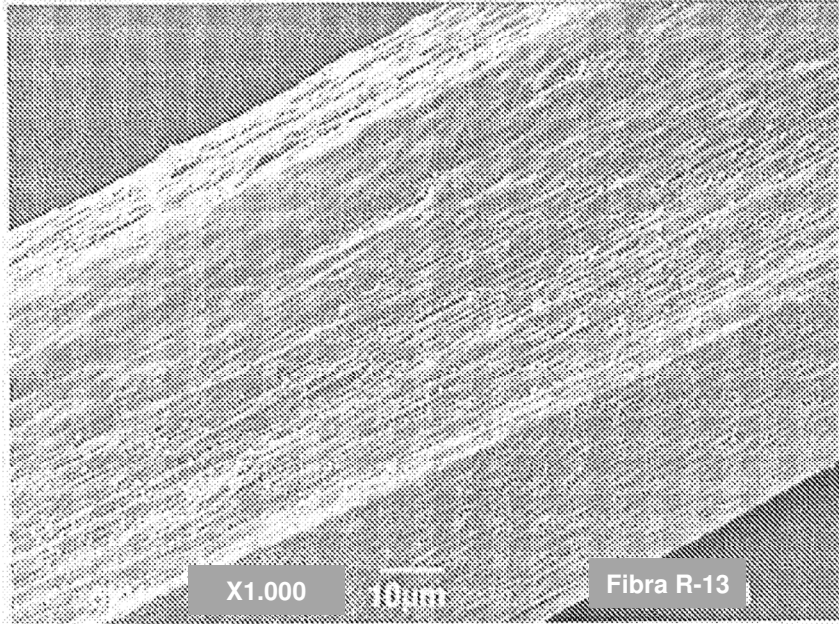


Fig. 2

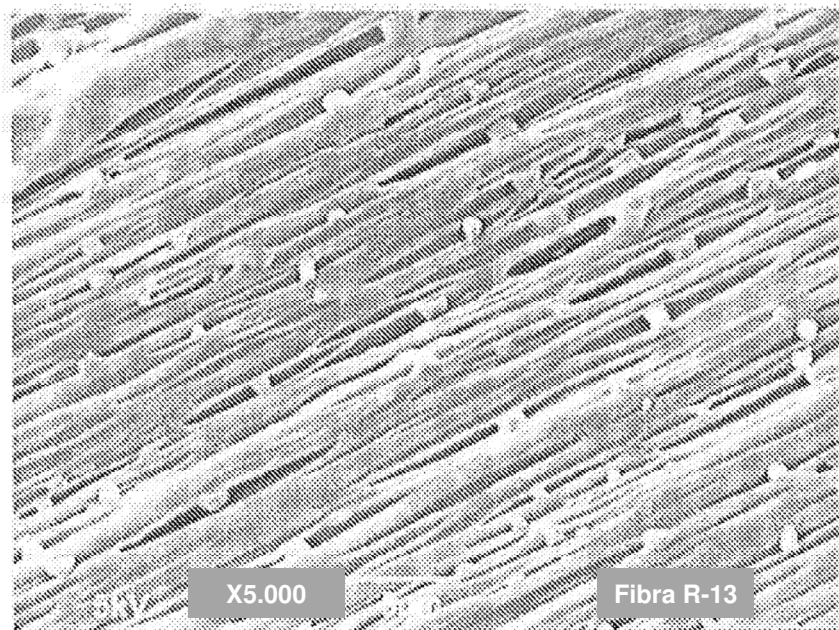


Fig. 3

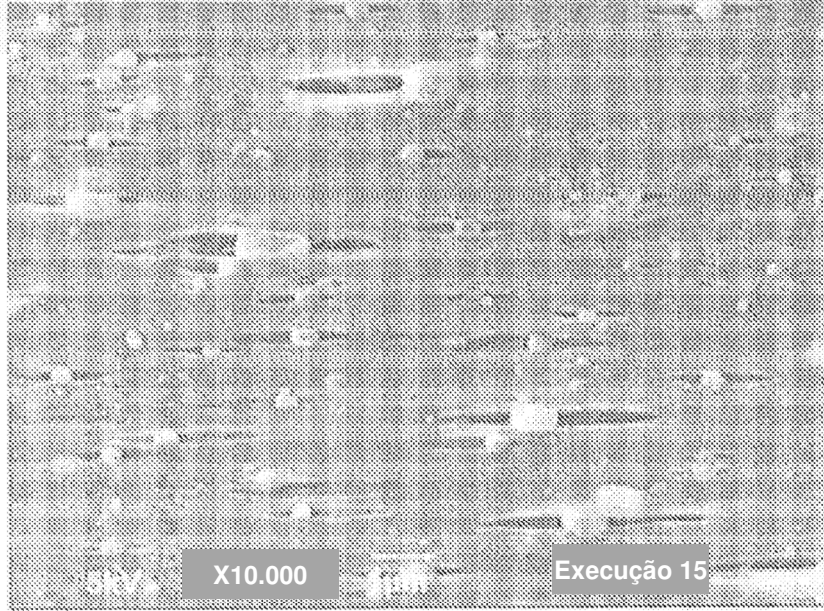


Fig. 4

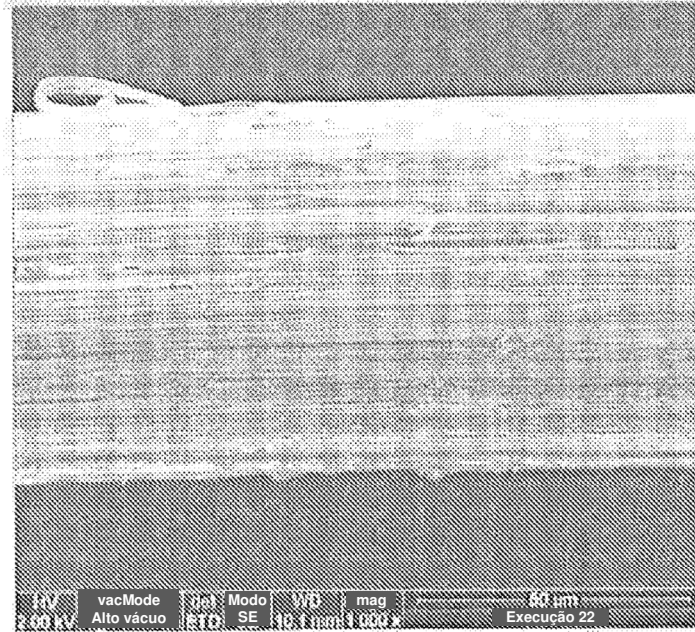


Fig. 5

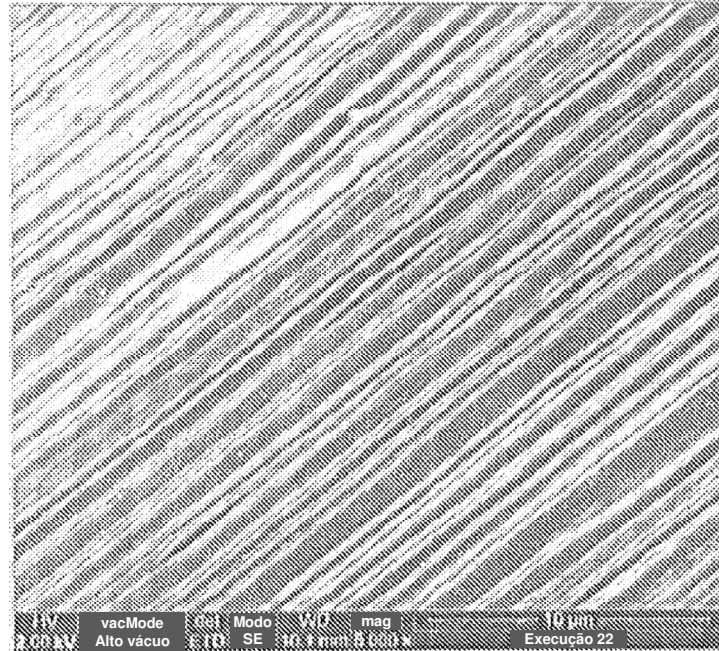


Fig. 6

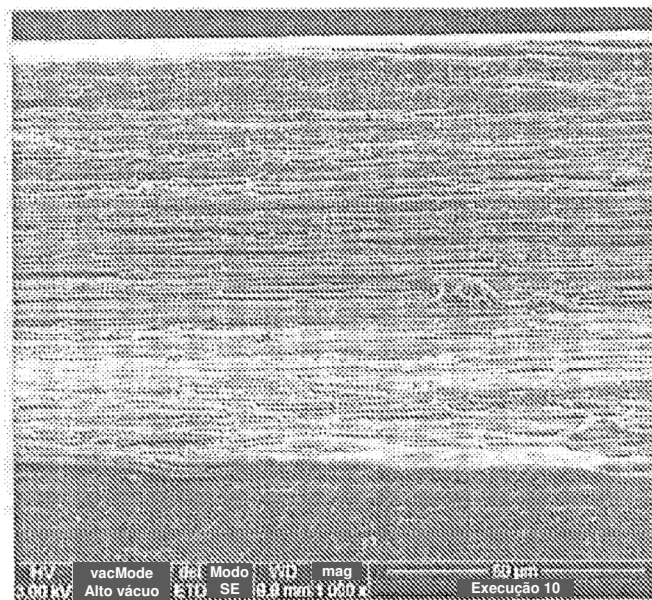


Fig. 7

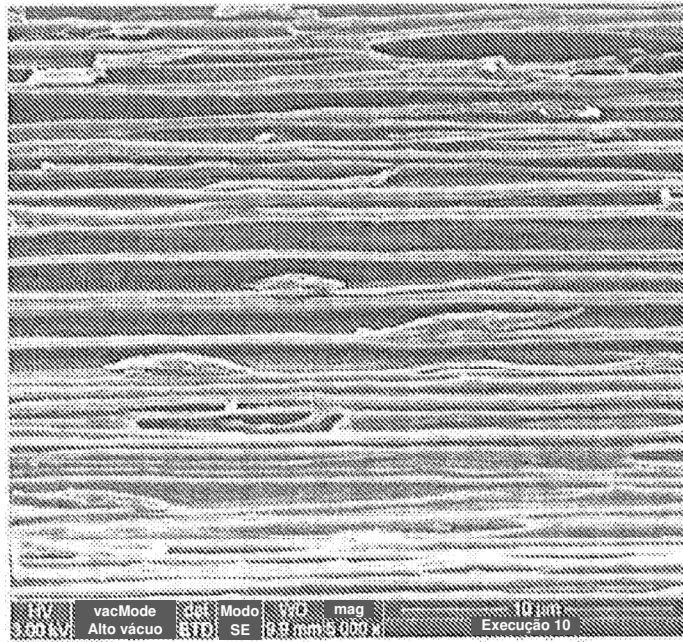


Fig. 8

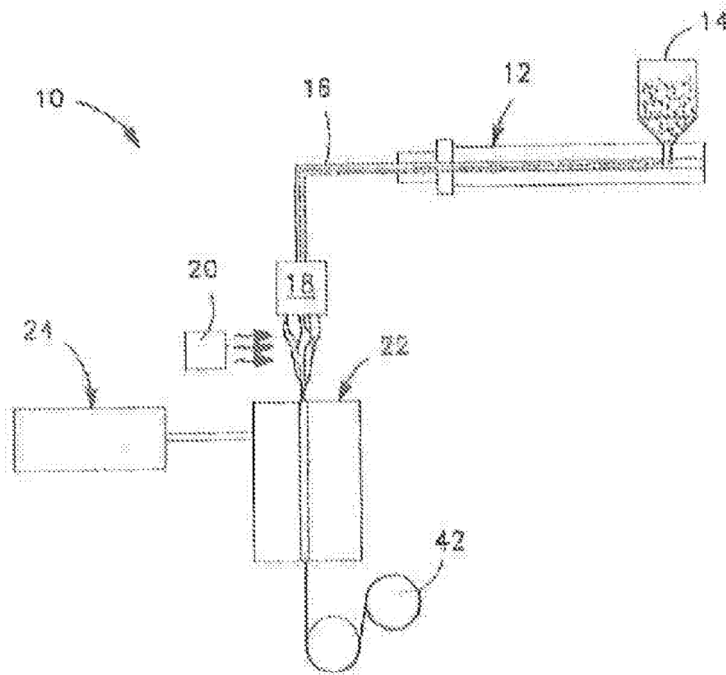


FIG. 9

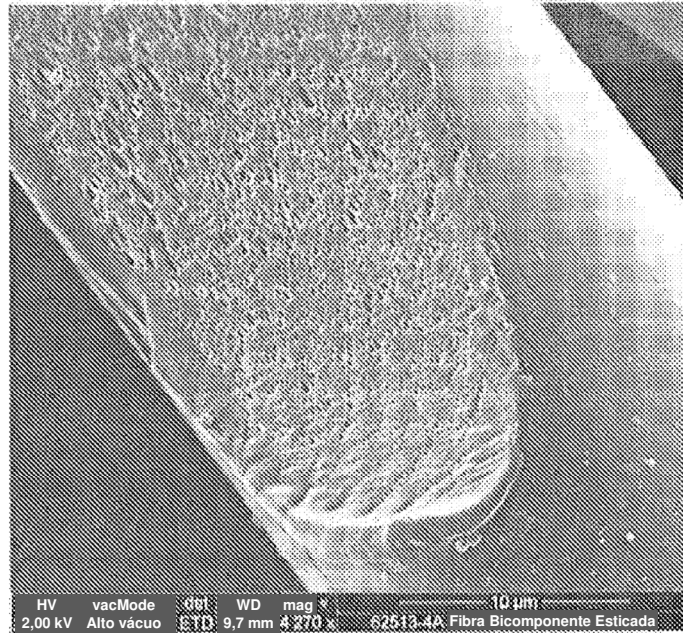


Fig. 10

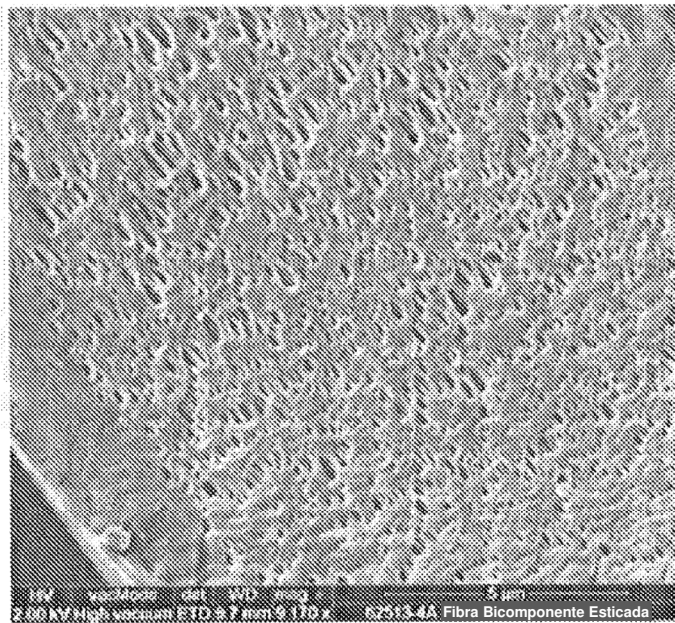


Fig. 11

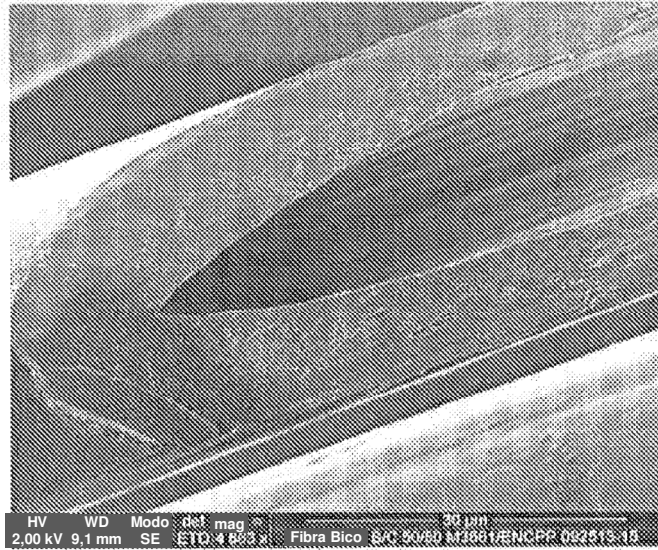


Fig. 12

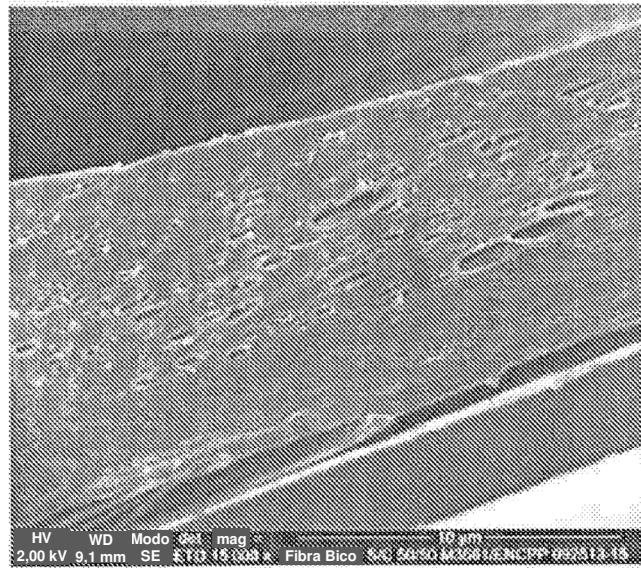


Fig. 13

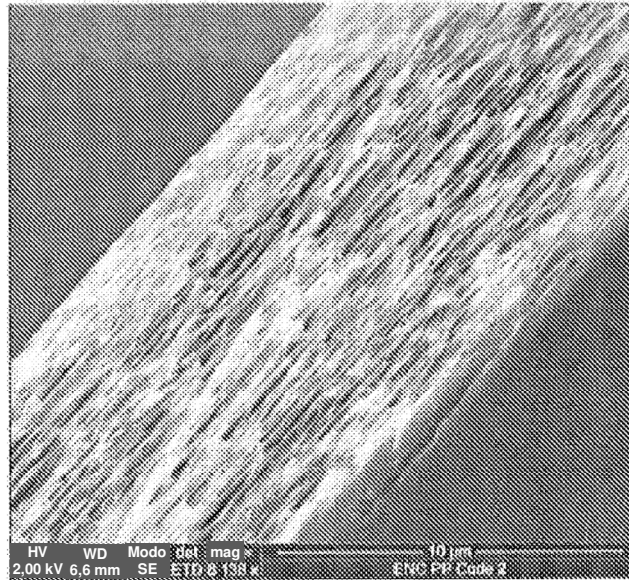


Fig. 14

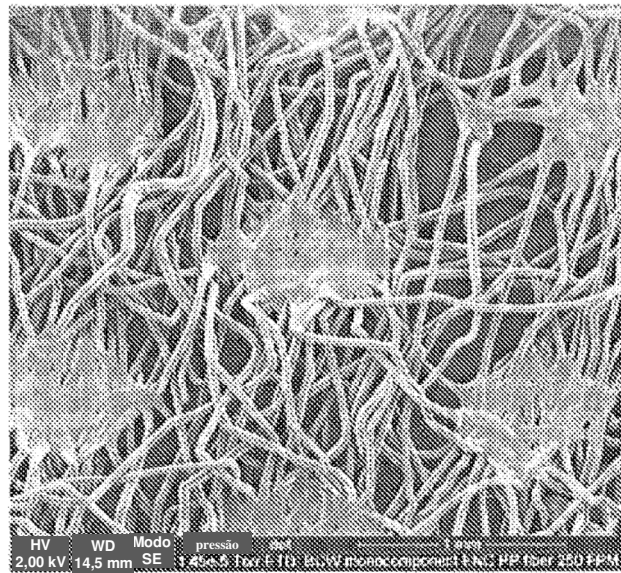


Fig. 15