



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

(11) PI 0510085-2 B1

(22) Data do Depósito: 25/03/2005

(45) Data de Concessão: 05/01/2016
(RPI 2348)



(54) Título: FILMES TERMOPLÁSTICOS, MÉTODO PARA PRODUZIR OS MESMOS E RESPECTIVOS EQUIPAMENTOS DE PRODUÇÃO

(51) Int.Cl.: B29C 47/88; B29C 55/06

(52) CPC: B29C 47/88; B29C 55/06; B32B 2307/516

(30) Prioridade Unionista: 04/05/2004 US 10/838,920

(73) Titular(es): CLOPAY PLASTIC PRODUCTS COMPANY, INC.

(72) Inventor(es): LEOPOLDO V. CANCIO, ROBERT M. MORTELLITE, THOMAS G. MUSHABEN, PAI-CHUAN WU

**“FILMES TERMOPLÁSTICOS, MÉTODO PARA PRODUZIR
OS MESMOS E RESPECTIVOS EQUIPAMENTOS DE PRODUÇÃO”**

RELATÓRIO DESCRITIVO

Campo Técnico da Invenção

1. Esta invenção refere-se a método de estiramento uniforme de um filme termoplástico e de controle pelo mesmo da espessura do filme estirado, conferindo-lhe as propriedades mecânicas pretendidas.

Histórico da Invenção

2. Há três maneiras comuns de se estirar um filme termoplástico. Uma é conhecida como orientação por direção da máquina (MDO), a qual envolve estirar o filme entre dois pares de rolos. O filme é pinçado na área de contato (nip) de um primeiro par de rolos, que está se movendo a uma velocidade relativamente baixa, e um segundo par de rolos, depois do primeiro e que está se movendo mais rápido do que aquele. Devido à diferença de velocidades, o filme entre os pares de rolos tem que estirar ou quebrar para acomodar a diferença. A razão entre as velocidades do rolo determinará o quanto o filme é estirado. Por exemplo, se o primeiro par estiver funcionando a 39 metros por minuto e o segundo a 90 metros, o filme será estirado para cerca de três vezes seu tamanho original. O método MDO estira o filme apenas na direção da máquina (MD). O método de estiramento MDO é usado para criar um filme orientado ou microporoso, por exemplo, quando o filme contém uma carga inorgânica dispersa que cria microporosidade ao ser estirada. Os microporos formados no filme microporoso estirado por MDO tendem a ser ovais e são relativamente grandes, chegando, por exemplo, até 1,5 micrômetros no seu eixo mais longo. Um exemplo mais antigo de estiramento e orientação de um filme microporoso por rolos de diferentes velocidades, feito para melhorar a transmissão de gases e vapores de umidade, é a Patente

Norte-Americana 3.832.267, concedida em 1974. Essa Patente '267 também revela um segundo método de estiramento chamado 'extensão de tecido' (*tentering*). Em termos simples, esse método envolve pegar as laterais do filme e estirá-las para os lados ou numa direção transversal (CD). O método de 'extensão de tecido' costumava ser lento e, devido a que as forças ficavam concentradas nas bordas do filme, geralmente não estirava o filme de maneira igual. A Patente Norte-Americana 4.704.238 revela um equipamento para "extensão de tecido" que possui uma zona de pré-aquecimento e uma de estiramento, seguidas de uma zona de estabelecimento de calor para facilitar o estiramento de um filme já formado soprado ou moldado. Nessa Patente '238, o filme termoplástico contém cargas inorgânicas tais como carbonato de cálcio, que, quando estiradas por 'extensão de tecido' ou têmpera por calor, produzem um filme microporoso. Outro exemplo de estiramento MDO de um filme polimérico ou com multicamadas é a EP 848663, em que um filme expelido pode primeiro ser resfriado e, depois, aquecido e estirado para formar um filme que respire. Além disso, o filme expelido pode ser estirado imediatamente após a extrusão, antes de ser resfriado.

3. Um terceiro método de estiramento envolve o estiramento gradual de um filme termoplástico. Esse método é descrito na literatura de patentes mais antigas, por exemplo, as Patentes Norte-Americanas 4.153.751; 4.116.892; 4.289.832 e 4.438.167. Na parte prática desse método, o filme passa entre rolos que possuem ranhuras ou dentes. As ranhuras ou dentes nesses rolos se encaixam sem se tocar, quando os rolos se aproximam, e, à medida que o filme passa entre os rolos, é estirado. O estiramento gradual tem a vantagem de fazer com que o filme estique em pequenos incrementos que ficam espaçados de maneira igual em todo o filme. Isso resulta num filme mais uniformemente estirado, algo que não é sempre verdadeiro para o estiramento MDO e quase nunca verdade para a 'extensão de tecido'. O estiramento gradual permite que se estire o filme na MD, em CD ou em ângulo ou em qualquer combinação dessas três direções. A profundidade em que os dentes se

encaixam controla o grau de estiramento. Normalmente, esse método gradual de estiramento é simplesmente chamado de CD, MD ou CD/MD. Algumas patentes norte-americanas foram concedidas para o estiramento gradual de filmes e laminados termoplásticos. Um exemplo antigo da técnica de patente que revela um método de estiramento gradual de um filme é a Patente Norte-Americana 5.296.184. Outras patentes relevantes a respeito do estiramento gradual de filmes e laminados termoplásticos incluem as Patentes Norte-Americanas 6.265.045; 6.214.147; 6.013.151; 5.865.926; 5.861.074; 5.851.937; 5.422.172 e 5.382.461.

4. A breve descrição acima das técnicas e equipamento de estiramento para produzir um filme polimérico orientado ou estirado ilustra os esforços que foram feitos para produzir filmes tendo as propriedades estéticas e mecânicas pretendidas. Apesar desses esforços, há um esforço contínuo para melhorar os métodos conhecidos de produção de filmes e laminados termoplásticos, de modo a criar produtos de qualidade que tenham propriedades melhoradas. Além disso, há um esforço contínuo para aperfeiçoar os equipamentos para a produção de filmes termoplásticos orientados ou estirados sem incorrer em gastos significativos de capital. Fazer melhorias com economia de capital e redução de custos, mantendo a qualidade do produto, tem sido um objetivo muito procurado.

5. Sumário da Invenção

6. Esta invenção refere-se a método de produção de filme termoplástico estirado que tenha um calibre (*gauge*) substancialmente uniforme e propriedades mecânicas melhoradas. O método envolve a extrusão do material termoplástico, em seu estado fundido, na forma de uma trama e o posicionamento de rolos com velocidades diferentes para resfriar o filme até o estado sólido, bem como o estiramento do filme entre os rolos para conseguir um filme estirado com um calibre substancialmente uniforme.

7. É considerado crítico, de acordo com os princípios desta invenção, que, para se alcançar os objetivos e as vantagens esperados, seja preciso posicionar um segundo rolo depois do primeiro rolo de resfriamento de

modo a criar um intervalo de estiramento de não mais do que 2,5 centímetros (chamado daqui por diante de “intervalo curto”) entre os rolos de estiramento do filme. Descobriu-se que, se não for mantido o intervalo curto, não se consegue produzir o filme termoplástico com as propriedades mecânicas e estéticas pretendidas. Por exemplo, o equipamento e o método de intervalo curto desta invenção permitem a produção de filmes em que o calibre ou espessura é mantido substancialmente uniforme. Esse controle sobre a espessura do filme elimina o que é chamado na área de “listras de tigre”, evidência visual de ausência de uniformidade na espessura, o que deixa o filme com um aspecto feio e não desejável esteticamente, especialmente porque os filmes são usados na fabricação de tecido, onde não se deseja uma má aparência. Além disso, pretende-se filmes em que o módulo e a força tênsil têm de ser mantidos de maneira a ter produtos úteis.

8. Os objetivos desejados desta invenção são alcançados por meio da utilização do calor residual de extrusão da formação do filme, de modo a facilitar o estiramento imediatamente após a extrusão do filme. Entretanto, essa economia pretendida de energia térmica não necessariamente resultará na produção de um produto satisfatório, a menos que seja utilizado o intervalo curto para o estiramento do filme. Os dados experimentais nos exemplos operacionais detalhados desta invenção, conforme descrito daqui por diante, ilustram a parte prática desta invenção e a obtenção dos resultados desejados.

9. Esta invenção permite a conversão de uma linha convencional de extrusão fundida para uma linha de processamento MDO sem a necessidade de se dispendar capital para adquirir equipamentos convencionais de MDO. Além disso, a presente invenção reduz os custos energéticos porque é eliminada a etapa extra de aquecimento da trama resfriada, de um processo de estiramento MDO típico.

10. Esta invenção também permite que uma linha convencional de extrusão fundida produza um filme polimérico a uma velocidade que exceda os limites da extrusora. Por exemplo, uma limitação para a

velocidade com que os polímeros termoplásticos podem ser expelidos é o início da ressonância de extração, à medida que o material de extrusão (*extrudate*) sai da matriz da extrusora. Se uma determinada extrusora puder produzir um material de extrusão a uma velocidade máxima de 300 mmmin^{-1} lineares sem ressonância, esta invenção torna possível estirar o produto resultante sem ressonância de extração, de modo a produzir 600, 900, 1.200 ou até mais mmmin^{-1} lineares no aparelho de enrolamento. Assim, numa implementação da invenção, a velocidade (V_1) do material de extrusão é levemente menor do que aquela em que ocorre o início da ressonância de extração na trama expelida. O filme expelido a V_1 , que tem uma determinada espessura original, é então estirado no intervalo curto de estiramento a uma velocidade (V_2), que varia em até 4, isto é, cerca de 2 a 4, ou mais, vezes a velocidade V_1 . O filme resultante apresenta um calibre que é mais fino numa taxa correspondente, por exemplo, de 2 a 4 ou mais vezes mais fino do que filme expelido originalmente. Dessa maneira, os filmes finos aceitáveis comercialmente, substancialmente mais finos do que 1 milímetro, por exemplo, 0,01 a 0,015 milímetros, de calibre uniforme podem ser produzidos a altas velocidades, de 600 a 1.200 mmmin^{-1} ou mais pelo método e pelo equipamento desta invenção.

11. De um ponto de vista de composição, brevemente, os filmes termoplásticos produzidos consistem num polímero constituído de poliolefina, poliéster, náilon ou misturas ou coextrusões de dois ou mais desses polímeros. Quando se pretende um filme ou laminado microporoso, o material termoplástico de extrusão contém uma fase dispersa de partículas formadoras de poro, que podem ser uma carga inorgânica ou partículas orgânicas. Dependendo do polímero e do grau desejado de microporosidade para alcançar a respiração, a temperatura do filme e do intervalo curto entre os rolos varia entre 20°C e 100°C.

12. Um dos objetivos da invenção é conseguir um filme com um alto módulo para manuseio e uma força tênsil apropriada para maciez. Também podem ser usados polímeros elastoméricos como material

termoplástico de extrusão, incluindo polímeros metalocenos envolvidos em copolimerização do etileno com um comonômero alfaolefino, tal como o buteno, hexeno ou octeno.

13. A invenção também se refere a um equipamento de produção de um filme termoplástico estirado que consiste numa extrusora, para expelir o material termoplástico de extrusão, e rolos de velocidades diferentes para resfriar o filme e fornecer um intervalo entre eles de não mais do que 2,5 centímetros para estirar o filme, criando, assim, um filme com calibre de espessura uniforme. O rolo de resfriamento pode ser constituído de um rolo metálico com alto relevo ou de um rolo de cromo liso, geralmente em combinação com o suporte de um rolo de borracha ou metal para conseguir propriedades e estética desejáveis para o filme, como uma superfície similar à de tecidos e em alto relevo, acabamento fosco (matte finish) ou outras texturas. De maneira similar, o segundo rolo, o qual opera com uma velocidade periférica mais alta do que a do rolo de resfriamento para facilitar o estiramento no intervalo curto, pode cooperar com outro rolo de suporte para formar uma segunda área de contato para receber o filme oriundo da primeira área de contato. Normalmente, o segundo rolo é um rolo de metal e o rolo de suporte é de borracha.

14. O equipamento para formar o intervalo curto pode ser combinado com os rolos de estiramento gradual, que tratam o filme estirado ainda mais, estirando-o gradualmente. O estiramento gradual do filme modifica as propriedades mecânicas do filme, que foram obtidas estirando-se o filme no intervalo curto. Por exemplo, as várias texturas e estéticas podem ser modificadas através de um estiramento gradual adicional, que afeta a taxa de transmissão do vapor de umidade (MVTR) e a respirabilidade do filme. Os rolos de estiramento gradual consistem normalmente numa primeira seção e numa segunda seção para estirar gradualmente o filme numa primeira direção (MD), seguido de um estiramento gradual numa segunda direção (CD), preferencialmente que seja substancialmente perpendicular à MD.

15. As descrições e exemplos detalhados a seguir ilustram o método e o equipamento desta invenção para produzir filmes termoplásticos. Com base nesses exemplos e descrições detalhadas, é evidente para uma pessoa com capacidade média na técnica que podem ser feitas variações sem abandonar o escopo da invenção. Além disso, outros benefícios, vantagens e objetivos da invenção serão melhor compreendidos com a referência às descrições detalhadas.

Breve Descrição dos Desenhos

16. Esta invenção fica mais bem entendida com a referência aos desenhos, em que:

17. A **Figura 1** é um esquema de um processo de extrusão seqüencial com estiramento MDO e estiramento gradual para fazer um filme ou laminado de filme desta invenção, usando o intervalo curto de estiramento “x”;

18. A **Figura 2** é um corte transversal ao longo de 2-2 da Figura 1, que ilustra rolos interdigitantes na forma de diagrama;

19. A **Figura 3** é um esquema de uma forma alternativa do equipamento de estiramento MDO com o intervalo curto “x”;

20. A **Figura 4** é uma fotomicrografia SEM de um filme não estirado do Exemplo I-O;

21. A **Figura 5** é uma fotomicrografia SEM de um filme estirado do Exemplo I-A;

22. A **Figura 6** é uma fotomicrografia SEM de um filme estirado do Exemplo I-B;

23. A **Figura 7** é uma fotomicrografia SEM de um filme estirado do Exemplo I-C;

24. A **Figura 8** é uma fotomicrografia SEM de um filme estirado do Exemplo I-D;

25. A **Figura 9** é uma fotomicrografia SEM de um filme estirado do Exemplo II-A;

26. A **Figura 10** é uma fotomicrografia SEM de um filme estirado do

Exemplo II-B;

27. A **Figura 11** é uma fotomicrografia SEM de um filme estirado do Exemplo II-c;

28. A **Figura 12** é uma fotomicrografia SEM de um filme estirado do Exemplo III-A;

29. A Figura 13 é uma fotomicrografia SEM de um filme estirado do Exemplo III-B;

30. A Figura 14 é uma exibição esquemática, ilustrativa e comparativa dos Exemplos V-A a V-D.

Descrição Detalhada da Invenção

31. Um dos objetivos desta invenção é converter uma linha convencional de extrusão fundida para fazer um filme termoplástico estirado MDO sem dispende capital para adquirir equipamento MDO, que é normalmente utilizado para realizar o processamento MDO. Além disso, é um objetivo da presente invenção economizar dinheiro e energia na produção de filmes e laminados termoplásticos. Também é um objetivo desta invenção simplificar o processamento e o estiramento de filmes termoplásticos, eliminando etapas extras como o aquecimento da trama fria que ocorre num processo MDO típico. É ainda um objetivo desta invenção produzir filmes termoplásticos a velocidades acima das limitações da extrusora. Um dos benefícios desta invenção é a obtenção de um filme termoplástico estirado que tenha tanto o calibre substancialmente uniforme quanto as propriedades mecânicas desejáveis, tais como força tênsil, impacto e módulo. Os filmes e laminados termoplásticos são produzidos de acordo com a invenção e são esteticamente desejáveis, isto é, têm a aparência e a textura de tecidos. Também são produzidos filmes microporosos com MVTR significativas.

32. Os objetivos e benefícios acima desta invenção são alcançados, com referência à Figura 1, que mostra um sistema de laminação sequencial de extrusão de filme com estiramento MDO e, opcionalmente, uma seção de rolos interdigitantes CD+MD. O sistema convencional de extru-

são de filme envolve uma extrusora 21 e uma matriz 22. Uma trama termoplástica 26 é expelida em seu estado fundido da matriz 22 e passa por uma faca de ar 23, entrando numa área de contato entre um rolo de borracha 25 e um rolo metálico 24. Quando se pretende um laminado de filme não-tecido (*nonwoven*), o não-tecido 20 é suprido à trama 26. A superfície do rolo de borracha 25 é normalmente resfriada pela imersão parcial num tanque de água, que não é mostrado. O filme 26 é resfriado por uma faca de ar 23 da Figura 1 ou por uma faca de ar 33 e uma caixa de vácuo 34 que operam em conjunto com o molde 35 e os rolos de metal 36 e 37, conforme mostrado na implementação alternativa da Figura 3. O rolo de metal 24 pode ter uma textura gravada ou ser um rolo de cromo liso, para produzir filme com alto relevo ou liso, que é resfriado a uma temperatura específica após passar através da área de contato do rolo de metal 24 e do rolo de borracha 25. O rolo de metal 24 serve como um rolo de resfriamento, que é normalmente controlado a uma temperatura (T_1) para receber e resfriar a trama para o seu estado estirável e molecularmente orientado. O segundo rolo 27 também é normalmente mantido a uma temperatura (T_2), que é menor ou igual à T_1 . As temperaturas T_1 e T_2 são mantidas de acordo com as propriedades necessárias do filme e variam entre a temperatura de transição do vidro (T_g) e a temperatura de fusão (T_m) do polímero presente em maior concentração no filme. O filme é estirado de maneira uniforme no intervalo entre os rolos x a uma temperatura de estiramento entre T_1 e T_2 e a uma velocidade entre V_1 e V_2 , para formar o filme termoplástico estirado que tenha um calibre substancialmente uniforme.

33. A trama termoplástica 26 será formada lisa ou em alto relevo e resfriada a uma temperatura específica após passar sobre o rolo de metal 24, que é normalmente controlado a uma temperatura T_1 , que varia entre T_g e T_m do polímero principal (por exemplo, entre 21°F e 71°F para composições de poliolefina de PE, LLDPE, HDPE ou PP) e totalmente retirada ao passar por outro rolo de metal 27, que é tipicamente controlado a uma temperatura T_2 igual ou menor que a T_1 na propriedade

exigida para o filme. Nesse ponto, o filme 29 é formado e resfriado e seguirá adiante onde poderá enrolado na forma de rolo para diferentes aplicações. Quando se pretende um estiramento gradual, o filme estirado por MDO 26 passa por rolos interdigitantes 40, 41 e 42, 43 para estiramento em MD e CD, respectivamente. Um rolo de borracha 28 pode ser adicionado para formar outra área de contato com o rolo de metal 27. Essa área de contato formada pelo rolo de borracha 28 e o rolo de metal 27 pode ser ajustada horizontal e verticalmente para formar o intervalo x na área de contato do rolo de metal 24. O intervalo entre os rolos de metal 24 e 27 é de 0,13 milímetros a 2,5 centímetros e o rolo de metal 27 geralmente roda de 1,5 a 5 vezes mais rápido do que o rolo de metal 24. A razão da velocidade do rolo de metal 27, em metro, em relação ao rolo de metal 24 é definida como a razão de estiramento. O intervalo curto entre os rolos " x " é definido como a distância mais curta entre as circunferências do rolo de resfriamento 24 e do segundo rolo 27. Essa distância é medida diretamente por um medidor de espessura que está disponível.

34. O intervalo entre os rolos não é maior que 2,5 centímetros, variando preferencialmente entre 0,13 milímetros e 1,3 milímetros, sendo geralmente de 0,25 milímetros. A razão entre V_2 e V_1 fornece uma taxa de estiramento entre aproximadamente 1,25:1 e cerca de 4:1. Preferencialmente, o rolo de resfriamento é um rolo de metal, como um rolo de alto relevo, que coopera com um rolo de suporte para formar a primeira área de contato para receber o material de extrusão em forma de trama. Quando se pretende filmes sem alto relevo ou lisos, o rolo de resfriamento é um rolo de cromo liso. O segundo rolo de metal coopera com outro rolo de suporte (geralmente de borracha) para formar uma segunda área de contato para receber o filme da primeira área de contato. Pode ser usada uma caixa de vácuo ou uma faca de ar com o rolo de resfriamento.

A - Polímeros Termoplásticos

para Filmes ou Laminados

35. Quando se pretende um filme microporoso, utiliza-se um material termoplástico de extrusão que contenha uma fase dispersa de partículas formadoras de poro, selecionadas a partir de um conjunto que consiste em carga inorgânica e material orgânico, assim o filme termoplástico estirado é microporoso, tendo uma MVTR e sendo uma barreira para a passagem de líquidos. É atingida uma MVTR maior que cerca de 1.000 g/m²/dia, de acordo com ASTM E96(E), preferivelmente maior que 1.000 a 4.000 g/m²/dia, de acordo com ASTM E96(E). Mais amplamente, o material termoplástico de extrusão compreende um polímero selecionado a partir de um conjunto que consiste em poliolefina, poliéster, náilon e misturas ou coextrusões de dois ou mais desses polímeros. Preferencialmente, a poliolefina é selecionada do conjunto que consiste em polietileno (PE), polipropileno (PP), copolímeros e misturas destes, sendo que a poliolefina contém uma fase dispersa de partículas formadoras de poro, selecionadas a partir de um conjunto que consiste em carga inorgânica e material orgânico e esse filme termoplástico estirado é microporoso. A carga de partículas formadoras de poro é selecionada a partir do grupo que consiste em carbonato de cálcio, sulfato de bário, sílica, talco e mica.

36. Quando se emprega a poliolefina para produzir um filme ou produto microporoso do tipo acima, isto é, PE, PP, LLDPE, LDPE ou HDPE, a temperatura do filme no intervalo entre os rolos varia entre 20°C e 100°C (68°F e 212°F), ficando geralmente no intervalo entre 30°C e 80°C (86°F e 176°F). A temperatura do segundo rolo está entre 21°C e 82°C (70°F e 180°F). A temperatura de estiramento é controlada pelo rolo de resfriamento e o segundo rolo mantém T₂ à temperatura ambiente ou numa temperatura maior, o que mantém o filme em seu estado molecularmente orientável e estirável. Noutras palavras, T₂ é mantida a uma temperatura igual ou menor que T₁. Pode-se fazer um filme que tenha uma razão de força tênsil de MD com 25% de alongamento em relação à força tênsil de CD com 25% de alongamento maior do que 2, o que lhe concede um módulo para manuseio de trama e força tênsil de CD para

maciez.

37. Podem ser usados outros polímeros termoplásticos, que são elastoméricos. Os polímeros elastoméricos são selecionados a partir do grupo que consiste em poli(etileno-buteno), poli(etileno-hexeno), poli(etileno-octeno), poli(etileno-propileno), poli(estireno-butadieno-estireno), poli(estireno-isopreno-estireno), poli(estireno-etileno-butileno-estireno), poli(éster-éter), poli(éter-amida), poli(etileno-vinilacetato), poli(etileno-metilacrilato), poli(etileno-ácido acrílico), poli(etileno butilacrilato), poliuretano, poli(etileno-propileno-dieno) e borracha etileno-propileno. Essa classe de polímeros similares à borracha é, em geral, designada aqui como poliolefinas produzidas a partir de catalisadores de sítio único. Os catalisadores preferidos são conhecidos na técnica como catalisadores metalocenos, por meio dos quais podem ser polimerizados o etileno, o propileno, o estireno e outras olefinas com buteno, hexeno, octeno etc., para produzir elastômeros apropriados para uso de acordo com os princípios desta invenção. Os polímeros elastoméricos também podem conter partículas de carga inorgânica formadora de poros, que concedem microporosidade ao filme, quando este é estirado. Pode-se produzir filmes termoplásticos estirados com espessuras de cerca de 0,25 milímetros até aproximadamente 10 milímetros (de 6 até 250 gm^{-2}), preferencialmente entre 0,25 e 2 milímetros (de 6 a 50 gm^{-2}).

38. Um material termoplástico de extrusão desejável consiste, em termos de peso, em cerca de 30% a 45% de polietileno linear de baixa densidade (LLDPE) ou polipropileno (PP), aproximadamente 1% a 10% de polietileno de baixa densidade (LDPE) e por volta de 40% a 60% de partículas de carga de carbonato de cálcio. A composição pode conter ainda um componente selecionado a partir do grupo que consiste em polietileno de alta densidade (HDPE), dióxido de titânio e misturas destes. O material termoplástico de extrusão pode ser uma estrutura coexpelida de uma ou mais camadas de diferentes composições, tal qual uma ou mais camadas de um polímero selecionado de um conjunto que consiste de polipropileno, LLDPE, LDPE e misturas destes.

39. Como colocado acima, podem ser produzidos tanto filmes de alto relevo como lisos de acordo com os princípios desta invenção. No caso de um filme de alto relevo, a área de contato dos rolos consiste num rolo metálico com ranhuras e um rolo de borracha. A força de compressão entre os rolos forma um filme de alto relevo com uma espessura desejada entre 0,25 milímetros e 10 milímetros. Os rolos com uma superfície lisa de cromo formam filmes lisos. Tanto filmes lisos quanto de alto relevo, quando são estirados gradualmente a altas velocidades, formam filmes microporosos com alta MVTR, que está dentro da variação aceitável de 1.000 a 4.000 g/m²/dia. Podem ser obtidos laminados de filmes microporosos com tramas fibrosas não-tecidas. A trama fibrosa não-tecida pode ser constituída de fibras de polietileno, polipropileno, poliésteres, raion, celulose, náilon e misturas dessas fibras. Algumas definições foram propostas para tramas fibrosas não-tecidas. As fibras são geralmente fibras cortadas (*staple*) ou filamentos contínuos. As não-tecidas são geralmente designadas termossoldadas (*spunbond*), cardadas (*carded*), sopradas (*meltblown*) e similares. As fibras ou filamentos podem ser bicomponentes para facilitar a ligação. Por exemplo, pode ser usada uma fibra cuja capa e cujo cerne são constituídos por polímeros diferentes, tais como PE e PP. Conforme aqui utilizada, a expressão “trama fibrosa não-tecida” significa, de maneira geral, uma estrutura geralmente planar que seja relativamente chata, flexível e porosa, e é composta de fibras cortadas ou filamentos contínuos. Para uma descrição detalhada de não-tecidas, ver *Nonwoven Fabric Primer and Reference Sampler*, por E. A. Vaughn, Association of the Nonwoven Fabrics Industry, 3a Edição (1993).

40. De uma forma desejável, o laminado microporoso emprega um filme com um calibre ou espessura que varia entre 0,006 milímetros e 0,25 milímetros (um peso de 6 a 250 gm⁻²) sendo que, dependendo do uso, a espessura do filme irá variar, e, preferencialmente, em aplicações dispensáveis, ela estará entre cerca de 0,006 milímetro e 0,05 milímetros. As tramas fibrosas não-tecidas da folha laminada normalmente têm um

peso entre cerca de 6,17 g/m² e 92,6 g/m², sendo preferencialmente entre aproximadamente 24,7 e 45,4 g/m². O compósito ou laminado pode ser estirado gradualmente na CD para formar um compósito estirado em CD. Além disso, o estiramento na CD pode ser seguido por estiramento na MD para formar um compósito que esteja estirado tanto na direção CD quanto na MD. Como indicado acima, o filme ou laminado microporoso pode ser usado em diversas aplicações, como fraldas de bebês, calças de treinamento de bebês, almofadas e roupas catameniais e similares, em que são necessárias propriedades de transmissão de vapor de umidade e de ar.

B - Estiradores para os

Filmes e Laminados Microporosos

41. Podem ser empregados vários estiradores e técnicas diferentes para estirar o filme ou laminado de um trama fibrosa não-tecida e um filme formador de microporos. Esses laminados de tramas fibrosas cardadas não-tecidas de fibras cortadas ou tramas fibrosas termossoldadas não-tecidas podem ser estiradas com os estiradores e técnicas descritas a seguir:

42.1 - Estirador Diagonal Interdigitante

43. Um estirador diagonal interdigitante consiste num par de elementos similares a engrenagens helicoidais, com torção para a esquerda e para a direita, em barras paralelas. As barras são dispostas entre placas do lado da máquina, a barra mais baixa fica num rolamento fixo e a mais alta num rolamento conectado a elementos que podem correr verticalmente. Os elementos que correm verticalmente podem ser ajustados na direção vertical por elementos em forma de cunha, que são operados por roscas ajustáveis. Aparafusando-se as cunhas para fora ou para dentro, move-se o elemento que corre verticalmente para baixo ou para cima, respectivamente, e se aproxima ou afasta os dentes em forma de engrenagem do rolo de cima com os do rolo de baixo, interdigitante. Os mi-

crômetros montados na estrutura lateral são operáveis para indicar a proximidade dos dentes dos rolos interdigitantes.

44. São empregados cilindros de ar para manter os elementos que correm na posição mais baixa, firmemente ajustados contra as cunhas, para contrabalançar a força para cima exercida pelo material que está sendo estirado. Esses cilindros também podem ser retraídos para afastar os rolos superior e inferior interdigitantes, com o objetivo de passar o material pelo equipamento ou em combinação com um circuito de segurança, que abriria todos os pontos de área de contato da máquina quando ativado.

45. Um meio de propulsão é tipicamente utilizado para girar o rolo estacionário. Se o rolo superior for afastado com os propósitos descritos acima, é preferível usar um arranjo que previna folga (*antibacklash*) das engrenagens entre os rolos superior e inferior, de maneira a garantir que, ao se aproximarem de novo, os dentes de um rolo se acomodarão entre os dentes do outro rolo e será evitado um contato físico potencialmente danoso. Se os rolos interdigitantes deverem permanecer em constante aproximação, então o rolo superior normalmente não precisa ser girado. O giro pode ser obtido pelo rolo que está sendo girado, através do material que está sendo estirado.

46. Os rolos interdigitantes se assemelham a engrenagens helicoidais de passo (*pitch*) pequeno. Numa implementação desejável, os rolos têm 15,075 centímetros de diâmetro, ângulo de hélice de 45°, um passo normal de 0,254 centímetros, passo diametral 30, ângulo de pressão igual 14,5° e são, basicamente, uma engrenagem de grande saliência. Isso produz um perfil de dentes estreito e profundo, o que permite uma distância de aproximação de até 0,23 centímetros e cerca de 0,13 milímetros de espaço nas laterais dos dentes para a espessura do material. Os dentes não são projetados para transmitir a força rotacional e não fazem contato com o metal numa operação normal de estiramento.

2 - Estiramento na Direção Transversal Interdigitante

47. O equipamento para estiramento em CD interdigitante é idêntico ao do estiramento diagonal interdigitante, com diferenças no projeto dos rolos interdigitantes e em outras áreas menores que são mencionadas abaixo. Como os elementos interdigitantes em CD são capazes de grandes aproximações, é importante que o equipamento incorpore um meio de fazer que as duas barras interdigitantes permaneçam paralelas, quando a barra superior estiver subindo ou descendo. Isso é necessário para garantir que os dentes de um rolo se acomodarão entre os dentes do outro rolo e será evitado um contato físico potencialmente danoso. Esse movimento paralelo é assegurado por um arranjo de uma armação e de engrenagens, em que uma armação de engrenagens estacionária é presa às estruturas laterais, em sobreposição aos elementos que correm verticalmente. Uma barra atravessa as estruturas laterais e opera num suporte em cada um dos membros que correm verticalmente. Uma engrenagem reside em cada ponta dessa barra e opera em conjunto com as armações para produzir o movimento paralelo pretendido.

48. Um sistema de acionamento para o estirador em CD interdigitante deve operar os rolos superior e inferior, exceto no caso do estiramento de materiais com um coeficiente de atrito relativamente alto. O acionamento não necessita, no entanto, prevenir folgas, já que um pequeno erro de alinhamento da direção da máquina ou uma pequena falha do sistema de acionamento não causarão nenhum problema. A razão para isso será evidente com a descrição dos elementos em CD interdigitantes.

49. Os elementos em CD interdigitantes são manufaturados a partir de um material sólido, mas, podem ser mais bem descritos como uma pilha de discos de diâmetros diferentes que se alternam. Na implementação pretendida, os discos interdigitantes teriam 15 centímetros de diâmetro, 0,078 centímetros de espessura e um raio completo na sua borda. Os discos espaçadores que separam os discos interdigitantes teriam 14 centímetros de diâmetro e 0,17 centímetros de espessura. Dois rolos com essa configuração seriam capazes de se aproximar até 5,9 milímetros, mantendo 0.48 milímetros de espaço para o material em todos os lados.

Assim como no estirador diagonal interdigitante, essa configuração dos elementos em CD interdigitantes teria um passo de 2,5 milímetros.

3 - Estirador em Direção da Máquina Interdigitante

50. O equipamento de estiramento em MD interdigitante é idêntico ao do estiramento diagonal interdigitante, com diferenças no projeto dos rolos interdigitantes. Os rolos interdigitantes em MD se assemelham a rodas dentadas de passo pequeno. Na implementação desejável, os rolos têm um diâmetro de 15,07 centímetros, passo de 2,5 milímetros, passo diametral 30, 14,5° de ângulo de pressão e são, basicamente, uma engrenagem com grande saliência. Uma segunda passada foi feita nesses rolos com uma fresadora tipo hob de 0,25 milímetros para se ter um dente mais estreito com mais espaço. Com uma aproximação de 2,28 milímetros, essa configuração terá cerca de 0,25 polegada de espaço nos lados para a espessura do material.

4 - Técnica de Estiramento Gradual

51. Ser empregados para produzir o filme ou laminado estirado gradualmente de trama fibrosa não-tecida ou filme formador de microporos e formar os filmes microporosos desta invenção. Por exemplo, a operação de estiramento pode ser empregada num laminado de extrusão de uma trama fibrosa não-tecida de fibras cortadas ou filamentos termossoldados e um filme termoplástico formador de microporos. O laminado de trama fibrosa não-tecida e filme formador de microporos é estirada gradualmente usando, por exemplo, o estirador em CD e/ou MD interdigitante, com uma passada pelo estirador com aproximação dos rolos variando entre 1,5 milímetros e 3,05 milímetros, a velocidades que vão desde 165 $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$ até 360 $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ou mais. Os resultados desse estiramento gradual ou interdigitante produzem laminados que têm ótimas propriedades de respirabilidade e barreira de líquidos, bem como força de ligação superior e texturas macias que se assemelham a tecidos.

52. Os exemplos a seguir ilustram o método de fazer filmes e lamina-

dos microporosos desta invenção. Com base nesses exemplos e descrições detalhadas, fica evidente para uma pessoa com capacidade média na técnica que podem ser feitas variações sem se afastar do escopo desta invenção.

53. Exemplos I

54. Uma fórmula formadora de microporos contendo 55% de carbonato de cálcio, 36% de homopolímero de polipropileno (PP), 5% de polietileno de baixa densidade (LDPE), 3% de um lote-mestre de dióxido de titânio e 1% de lote-mestre de processamento combinados com aditivos antioxidantes, normalmente usados em processamento de filme é expelida por uma extrusora de rosca única 21 e uma matriz do tipo *slot* 22 para formar uma trama 26 que está a 232°-260°C. A trama 26 é levada a uma área de contato pressurizada formada por um rolo de borracha 25 e um rolo metálico 24. O rolo de borracha é parcialmente imerso num tanque de água (que não está mostrado), de maneira que sua superfície é resfriada pela água, sendo que esta é normalmente mantida a uma temperatura de 15,5°-60°C. A trama 26, após passar pela primeira área de contato pressurizada formada pelo rolo de borracha 25 e o rolo de metal 24, é imediatamente estirada na direção da máquina entre a primeira área de contato pressurizada e a segunda área de contato pressurizada formada pelo rolo de borracha 28 e o rolo de metal 27. O intervalo de estiramento ou entre os rolos (x) é definido pela distância mais curta entre as circunferências do primeiro rolo metálico de resfriamento 24 e o segundo rolo metálico 27, que pode ser medida por qualquer medidor de espessura disponível. A Tabela I demonstra as condições experimentais e os resultados dos Exemplos I-O a I-D. I-O é um exemplo comparativo, em que a velocidade do primeiro rolo 24 e do segundo rolo 27 é a mesma (27 mmin⁻¹), de maneira a criar um filme não estirado e que não é microporoso. Em contraste, os Exemplos I-A a I-D são estirados. A topologia de superfície dos não estirados (Exemplo I-O) e dos estirados (Exemplos I-A a I-D) é mostrada nas Figuras 4-8, identificadas de I-O a I-D.

55. A Tabela 1 também demonstra os benefícios desta invenção, pois o filme é expelido sem ressonância de extração com um calibre de espessura de 85 g/m^2 e é estirado até 50 g/m^2 (comparando os Exemplos I-O e I-D). A velocidade do primeiro rolo (V_1) é de 27 mmin^{-1} e a do segundo rolo (V_2) é de 54 mmin^{-1} , para uma taxa de estiramento de 2:1. Mais amplamente, esta invenção pode fazer filmes finos que são até 4 vezes, ou mais, mais finos do que o filme originalmente expelido sem ressonância de extração.

Tabela 1

Exem- plo	Temp. (°C)	Velocida- de (mm·min ⁻¹)	Temp. (°C)	Veloci- dade (mm·min ⁻¹)	Intervalo entre os Rolos (x)	Taxa de Estira- mento (R)	Espes- sura do filme (g/m²)	MVTR	
								E-96E g/m²/ dia	Mocon g/m²/ dia
I-O	32	27	21	27,0	1,27	1:1	85	0	0
I-A	32	27	21	40,5	1,27	1,5:1	75	2794	4395
I-B	57,8	27	21	47,4	1,27	1,75:1	58	2840	4305
I-C	57,8	27	21	50,1	1,27	1,85:1	52	2848	4765
I-D	57,8	27	21	54,0	1,27	2,0:1	50	2908	5237

Nota 1: ASTM E-96E é medida a 377°C e 90% RH

Nota 2: Mocon MVTR é medida a 37,8°C

Exemplos II

56. Uma fórmula formadora de microporos contendo 52,8% de carbonato de cálcio, 38,8% de LLDPE, 3% de LDPE, 4,4% de TiO₂ e 1% de lote-mestre de processamento combinado com aditivos antioxidantes, normalmente usados em processamento de filme, é expelida de maneira similar à descrita nos Exemplos I-O a I-D. As condições experimentais e os resultados são mostrados na Tabela 2. A topologia de superfície destes exemplos é mostrada nas Figuras 9-11, identificadas como II-A, II-B e II-C.

57. A Tabela 3 mostra as propriedades mecânicas do Exemplo II-B estirado em MDO, seguido de estiramento gradual em MD e CD com o equipamento da Figura 1 e usando rolos interdigitantes 40, 41 e 42, 43 para estirar em CD e MD, respectivamente. Os rolos de estiramento se encaixam à temperatura ambiente e a aproximação dos rolos em CD e MD é de 1,27 milímetros e 1,01 milímetros, respectivamente.

Tabela 2

	Primeiro Rolo de Metal		Segundo Rolo de Metal		Intervalo entre os Rolos	Taxa de Estiramento (R)	Espessura do Filme	MVTR	
	Temp. (°C)	Velo- cidade (mm·min ⁻¹)	Temp. (°C)	Veloci- dade (mm·min ⁻¹)				E-96E g/m ² / dia	Mocon g/m ² /dia
II-A	51,6	30	21	60	1,27	2:1	54	4373	14.246
II-B	60	30	21	120	1,27	4:1	33	4540	15.219
II-C	60	30	21	120	25,4	4:1	35	4578	18.403

Tabela 3

Exemplo	Peso Base (g/m ²)	MVTR E-96E	Força Tênsil (g/cm)		Alongamento na Quebra (%)	
			MD	CD	MD	CD
II-B como é	32,9	4.373	2.038	144	51	489
II-B interdigitantes	30,6	4.159	1.922	140	50	421

58.Exemplos III

59. A Tabela 4 ilustra os Exemplos I-D, III-A e III-B, em que o filme estirado em MDO de I-D foi a seguir estirado gradualmente em CD e MD sob as condições mostradas na Tabela 4 para os estiradores CD e MD descritos acima.

60. A Tabela 5 demonstra as propriedades mecânicas dos produtos da Tabela 4. O estiramento em MDO e o estiramento interdigitante produziram um filme microporoso com propriedades ajustadas e balanceadas, como tamanho dos microporos, MVTR, módulo de MD e CD e força tênsil de MD e CD, conforme mostrado na Tabela 5. Os filmes microporosos em MDO foram interdigitados em CD continuamente e interdigitados em CD e MD, respectivamente. A topologia de superfície destes exemplos é mostrada nas Figuras 12-13, identificadas como III-A e III-B.

Tabela 4

Exem- plo	Primeiro Rolo de		Segundo Rolo de		Intervalo entre os Rolos (λ) (milímetros)	Taxa de Estiramen- to (R) (V_2/V_1)	Aproximação dos Rolos		MVTR E-96E g/m ² /dia	Peso do Filme (gm ⁻²)
	Temp. (°C)	Velocida- de (mm·s ⁻¹)	Temp. (°C)	Velocida- de (mm·s ⁻¹)			CD (milí- metros)	MD (milí- metros)		
I-D	59,4	27	21	54	1,27	2:1	0	0	2908	50
III-A	59,4	27	21	54	1,27	2:1	1,27	0	3362	45
III-B	59,4	27	21	54	1,27	2:1	1,27	1,01	3837	37

Tabela 5

	Força Tênsil (g/cm)		Alongamento na Quebra (%)		Força tênsil a 2% de Alongamento (g/cm)	
Exemplo	MD	CD	MD	CD	MD	CD
I-D	1.418	464	253	413	365	177
III-A	1.027	593	296	322	282	47
III-B	1.106	421	218	294	279	63

Exemplo IV

61. Uma fórmula formadora de microporos com uma estrutura co-expelida ABA foi expelida num filme com o processo MDO, em que (A) continha 55,6% de CaCO_3 , 36,9% de homopolímero de polipropileno, 5,4% de LDPE, 2% de TiO_2 e 0,1% de aditivo antioxidante e (B) 52,8% de CaCO_3 , 39,2% de LDPE, 3,5% de LDPE, 4,4% de TiO_2 e 0,1% de aditivo antioxidante. O intervalo entre os rolos foi de 0,025 milímetros e a taxa de alongamento foi de 1,0. O processo MDO foi seguido de CD interdigitante a 0,14 milímetros e, depois, de MD interdigitante a 0,11 milímetros usando o estirador CD/MD descrito acima (ver Exemplo IV-A da Tabela 6). Foi produzido um filme microporoso com uma MTRV de 1.300 (ASTM E96E) gramas/ m^2 /dia e um peso de 21 gramas por metro quadrado (gm^{-2}), com uma força tênsil em MD a 25% de 218 g/cm. Então, foi corrida a mesma coextrusão ABA, mas, a taxa de estiramento foi aumentada para 1,0; 1,25; 1,5; 1,75 e 2,0, enquanto todas as outras condições do processo foram mantidas iguais (ver Exemplos IV-B, C, D e E da Tabela 6). O calibre do filme foi reduzido de 21 gm^{-2} para 19,3, 16,5, 15 e 13,95, respectivamente. Enquanto o calibre do filme foi reduzido, a força tênsil em MD a 25% subiu de 218 gm^{-2} para 240, 265, 311 e 327 gm^{-2} , respectivamente. Isso foi bastante benéfico para o manuseio de trama dos filmes com calibre fino. Enquanto a força tênsil em MD a 25% aumentou, a força tênsil em CD a 25% caiu de 142 gm^{-2} para 118; 82; 58 e 54 gm^{-2} . Isso também produziu um filme macio ao toque. Esses tipos de filmes microporosos são apropriados para fazer fraldas e a capa externa de absorventes femininos, pois têm alta força na direção MD para conversão veloz de produto, mas, são macios para o usuário final. A Tabela 7 é fornecida para mostrar as propriedades mecânicas, normalizadas para 21 gm^{-2} , para comparação de mesmo calibre. Dessa maneira, os filmes microporosos produzidos pelo processo MDO desta invenção podem ser seguir para CD e MD interdigitantes para criar um filme com uma razão de força tênsil a 25% de alongamento em MD, em relação a CD, maior que 2.

62. Os exemplos da Tabela 6 também demonstram a redução do calibre original do filme expelido sem ressonância de extração de 21 gm^{-2} a V_1 (1 V-A) para $13,9 \text{ gm}^{-2}$ a V_2 (IV-E), quase duas vezes mais fino. A velocidade em V_1 foi de $97,5 \text{ mmin}^{-1}$ e em V_2 de 195 mmin^{-1} , para uma taxa de estiramento igual a 2.

Tabela 6

Exem- plo	Primeiro Rolo de Metal		Segundo Rolo de Metal		Intervalo entre os Rolos	Taxa de Extra-mento	Estiramento Gradual		Peso do Filme	MVTR	Tensão em MD a 25%	Tensão em MD a 25%
	Temp. (°C)	Velocidade (mm·min ⁻¹)	Temp. (°C)	Velocidade (mm·min ⁻¹)	(x) (milímetro)	(R) (V ₂ /V ₁)	CD (milímetros)	MD (milímetros)	(gm ⁻²)	3. E-96E	(g/cm)	(g/cm)
IV-A	64	97,5	21	97,5	0,25	1	1,4	1,14	21	1.300	218	142
IV-B	4	97,5	21	122	0,25	1,25	1,4	1,14	19,3	1.400	240	18
IV-C	64	97,5	21	146	0,25	1,5	1,4	1,14	16,5	1.400	265	82
IV-D	64	97,5	21	171	0,25	1,75	1,4	1,14	15	1.400	311	58
IV-E	64	97,5	21	195	0,25	2	1,4	1,14	13,9	1.450	327	54

Nota 1: Peso do Filme, gm⁻² é grama por metro quadrado

Nota 2: MVTR é ASTM E96E em gramas/m²/dia

Nota 3: Tensão em MD a 25% é força tensão em MD a 25% de alongamento

Nota 4: Tensão em CD a 25% é força tensão em CD a 25% de alongamento

Tabela 7

Amostrat	Filme (gm ²)	Força Tênsil na direcção MD medida em alongamentos diferentes				Força Tênsil na direcção CD medida em alongamentos diferentes					
		10% (g/cm)		25% (g/cm)		Última (g/cm)/quebra (%)	10% (g/cm)		25% (g/cm)		Última (g/cm)/quebra (%)
		Original	A 21 gm ²	Original	A 21 gm ²	Original	Original	A 21 gm ²	Original	A 21 gm ²	Original
IV-A	21	172	172	218	218	407/207	106	106	142	142	196/340
IV-B	19,3	171	186	240	261	457/339	79	86	118	128	166/313
IV-C	16,5	179	228	265	337	422/210	55	70	82	104	130/326
IV-D	15	187	262	311	435	452/118	39	55	58	81	87/316
IV-E	13,9	185	280	327	494	516/142	36	54	54	82	96/345

Nota 1: "Original" representa as propriedades mecânicas originais do peso do filme.

Nota 2: "A 21 gm⁻²" representa as propriedades mecânicas normalizadas a 21 gm⁻² para comparação de mesmo

calibre

Nota 3: “Última (g/cm)/quebra (%)” representa a última força ténsil (em gramas/cm) no alongamento que resultou em quebra (em %).

Exemplo V

64. Uma fórmula formadora de microporos contendo 52,8% de CaCO_3 , 39,2% de LLDPE, 3,5% de LDPE, 4,4% de TiO_2 e 0,1% de aditivo antioxidante foi expelida num filme e estirada num intervalo maior que 1. A qualquer taxa de estiramento, não pode ser obtido um filme microporoso uniformemente estirado. Grandes áreas de zona não estirada não podem ser eliminadas (ver as fotos Figura 14 para os Exemplos V-A e V-B). Entretanto, num intervalo entre os rolos de 2,5 centímetros e com uma taxa de estiramento de 4:1, consegue-se obter filmes microporosos com aparência de serem uniformemente estirados (ver as fotos da Figura 14 para os Exemplos V-C e V-D). Quando o intervalo entre os rolos é reduzido para 1,27 centímetros, filmes microporosos uniformes podem ser obtidos com valores tão baixos quanto 1,25-1,50, como mostrado nas fotos da Figura 14 de V-C e V-D. De acordo com este Exemplo V, um intervalo de estiramento ou entre os rolos de 2,54 centímetros ou menos é essencial para a prática bem sucedida desta invenção.

65. A Figura 14 ilustra os produtos do Exemplo V, que foram produzidos para mostrar a importância do método e do equipamento de intervalo curto desta invenção para criar filmes microporosos aceitáveis de calibre substancialmente uniforme. A expressão “calibre substancialmente uniforme” é usada para definir aqueles filmes microporosos em que o grau de uniformidade é tal que nenhuma “listra de tigre” é evidente a olho nu e o estiramento uniforme praticamente completo do produto foi obtido com referência aos esquemas C e D do Exemplo V na Figura 14. Os esquemas A e B dos produtos do Exemplo V demonstram produtos inaceitáveis, em que as listras de tigre são bastante visíveis a olho nu, fazendo com que o produto tenha uma aparência ruim. No caso dos esquemas de produto A e B, as larguras não estiradas das listras de tigre são maiores que 3,18 centímetros e são bastante visíveis a olho nu, sendo predominantes sobre uma parte significativa do produto, o que o torna feio. Entretanto, onde as listras de tigre foram reduzidas ou completamente eliminadas, como no caso dos esquemas C e D, foi criado um

produto aceitável através de estiramento uniforme para fornecer um calibre substancialmente uniforme. As linhas finas representadas no esquema C são tão finas, menores que 0,8 milímetros, que elas não afetam o apelo visual do produto ou então essas linhas não existem, como no caso do esquema D. Dessa maneira, alguém com capacidade na técnica perceberá que os objetivos desta invenção são alcançados por meio do intervalo curto para produzir um calibre substancialmente uniforme como forma de representar a eliminação de listras de tigre, que fazem com que o produto seja inaceitável, como representado pelos exemplos comparativos do Exemplo V.

66. Exemplo VI

67. Uma fórmula formadora de microporos com uma estrutura co-expelida ABA foi expelida num filme com o processo MDO, que (A) continha 52,8% de CaCO_3 , 39,2% de LLDPE, 3,5% de LDPE, 4,4% de TiO_2 e 0,1% de aditivo antioxidante e (B) continha 90% de polímero polipropileno e 10% de polímero etileno. Os intervalos entre os rolos foram de 0,51 milímetros e 0,9 milímetros e as taxas de alongamento foram de 3,0, 4,0 e 5,0. Os filmes foram produzidos com camadas microporosas em ambos os lados e uma camada não porosa no meio. Os filmes resultantes têm uma MVTR muito baixa, equivalente à de filmes finos de poliolefinas, mas, proporcionam uma superfície de filme microporoso para impressão, têm uma textura agradável ao toque etc., o que os torna apropriados para diversas aplicações de embalagem. A Tabela 8 a seguir mostra os resultados.

Tabela 8

Exemplo	Primeiro Rolo de Metal		Segundo Rolo de Metal		Intervalo entre os Rolos (x)	Taxa de Estiramento (R) (V_2/V_1)	Peso do Filme (gm^{-2})	MVTRE-96E
	Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Velocidade (mm^{-1})	Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Velocidade (mm^{-1})				
VI-A	49	36	21	108	0,5	3,0	32,2	0-45
VI-B	60	36	21	144	0,5	4,0	34,5	30-90
VI-C	43	36	21	144	0,5	5,0	33,5	15-75

Nota 1: Peso do Filme, gm^{-2} é grama por metro quadrado

Nota 2: MVTRE é ASTM E96E em gramas/ m^2/dia

Exemplo VII

68. Uma resina composta de 100% de polietileno é expelida num filme de camada única usando o processo MDO desta invenção com um intervalo entre os rolos de 1,14 milímetros. Foi produzido um filme usando essa técnica com uma velocidade maior que 300 mmin^{-1} . O produto deste exemplo tem um calibre substancialmente uniforme de 27 gm^{-2} e não é microporoso. Dessa maneira, a expressão “calibre substancialmente uniforme” também é usada para definir aqueles filmes que não são microporosos e possuem alta qualidade em termos de calibre ou espessura uniforme. A Tabela 9 descreve os resultados.

Tabela 9

Exemplo	Primeiro Rolo de Metal		Segundo Rolo de Metal		Intervalo entre os Rolos	Taxa de Estira-mento	Peso do Filme	MVTR
	Temp. (°C)	Velocidade (mmir ⁻¹)	Temp. (°C)	Velocidade (mmir ⁻¹)				
VII	49	149,7	21	1.025	1,14	2,5	27	0-30
					(milíme-tros)	(R) (V ₂ /V ₁)	(gm ⁻²)	E-96E

Nota 1: Peso do Filme, gm² é grama por metro quadrado.

Nota 2: MVTR é ASTM E96E em gramas/m²/dia.

69. Assim, os Exemplos I-VII acima demonstram que o método desta invenção produz filmes termoplásticos a altas velocidades e com um intervalo curto entre os rolos, sendo que os filmes têm uma pressão substancialmente uniforme e são não microporosos, microporosos respiráveis ou microporosos não respiráveis.

70. Os dados e resultados experimentais acima demonstram os filmes termoplásticos únicos e o método e o equipamento desta invenção para estirar esses filmes termoplásticos. Outras variações serão evidentes para um especialista sem sair do escopo desta invenção.

REIVINDICAÇÕES

1 - Método Para Produzir Filmes Termoplásticos, caracterizado por que compreende:

expelir um material termoplástico de extrusão na forma de trama (26) em seu estado fundido,

posicionar um rolo de resfriamento, operando a uma velocidade periférica (V_1) e a uma temperatura (T_1), para receber e resfriar essa trama (26), formando filme,

posicionar um segundo rolo, operando a uma velocidade periférica (V_2) maior que V_1 , para receber esse filme a uma temperatura (T_2),

espaçar esse segundo rolo do rolo de resfriamento, para criar um intervalo (x) não maior do que 2,5 centímetros entre esse rolo de resfriamento e o segundo rolo para estirar esse filme,

estirar uniformemente esse filme nesse intervalo (x) entre os rolos, a uma temperatura de estiramento que esteja entre T_1 e T_2 e a uma velocidade que esteja entre V_1 e V_2 , para formar um filme termoplástico estirado que tenha um calibre substancialmente uniforme.

2 - Método Para Produzir Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que o intervalo (x) entre rolos varia entre 0,13 milímetros e 1,3 milímetros.

3 - Método Para Produzir Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que o intervalo (x) entre os rolos é de 0,25 milímetros.

4 - Método Para Produzir Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que a razão entre a V_2 e a V_1 gera uma taxa de estiramento entre 1,25:1 e 4:1.

5 - Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos, para realização do Método conforme definido na Reivindicação 1, **caracterizado** por que o referido rolo de resfriamento é um rolo de metal (24), que opera em conjunto com um rolo de suporte para formar a primeira área de contato para receber a trama (26).

6 - Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 5, **caracterizado** por que o referido rolo de resfriamento é selecionado a partir do grupo que consiste num rolo de metal (24) com ranhuras e um rolo de cromo liso.

7 - Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 5, **caracterizado** por que o referido rolo de suporte é selecionado a partir do grupo que consiste num rolo de borracha (25, 28) e um rolo de metal (24).

8 - Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 5, **caracterizado** por que o referido segundo rolo opera em conjunto com outro rolo de suporte para formar a segunda área de contato para receber o filme da primeira área de contato.

9 - Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 8, **caracterizado** por que o referido segundo rolo é um rolo de metal (24).

10 - Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 8, **caracterizado** por que o referido rolo de suporte é um rolo de borracha (25, 28).

11 - Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 5, **caracterizado** por que uma caixa e vácuo (34) fica posicionada adjacente ao rolo de resfriamento.

12 - Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 11, **caracterizado** por que o referido rolo de resfri-

amento é selecionado a partir do grupo que consiste num rolo de metal (24) com ranhuras e um rolo de cromo liso.

13 - Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 12, **caracterizado** por que o referido segundo rolo opera em conjunto com um rolo de suporte para formar a primeira área de contato para receber o filme do rolo de resfriamento.

14 - Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 13, **caracterizado** por que o referido segundo rolo é um rolo de metal (24) e o rolo de suporte é um rolo de borracha (25, 28).

15 - Método Para Produzir Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que a referida V_1 é levemente menor do que aquela em que ocorre o início da ressonância de extração na trama (26) expelida e V_2 varia em até 4 vezes ou mais do que V_1 .

16 - Método Para Produzir Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 15, **caracterizado** por que V_2 é 2 a 4 vezes V_1 .

17 - Filmes Termoplásticos, fabricados segundo o Método da Reivindicação 1, no Equipamento segundo a Reivindicação 5, **caracterizados** por que o filme expelido no rolo de resfriamento tem um calibre original e o filme estirado é de 4 vezes ou superior mais fino do que o calibre original.

18 - Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 17, **caracterizados** por que o referido filme é uniformemente estirado a velocidades de até 1.200 ou mais metros lineares por minuto.

19 - Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 17, **caracterizados** por que referido o material termoplástico de extrusão é um polímero termoplástico que contém uma fase dispersa de partículas formadoras de poros selecionada a partir do grupo que consiste em carga inorgânica e material orgânico e esse filme termoplástico estirado

é microporoso, tendo uma taxa de transmissão de vapor de umidade (MVTR) e sendo uma barreira para a passagem de líquido.

20 - Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 17, **caracterizados** por que a referida MVTR é maior do que 1.000 g/m²/dia, de acordo com ASTM E96(E).

21 - Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 17, **caracterizados** por que a referida MVTR é maior do que 1.000 a 4.000 g/m²/dia, de acordo com ASTM E96(E).

22 - Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 17, **caracterizados** por que o referido material termoplástico de extrusão consiste num polímero, sendo que esse polímero é selecionado a partir do grupo que consiste em poliolefina, poliéster, náilon e misturas ou coextrusões de dois ou mais desses polímeros.

23 - Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 22, **caracterizados** por que a referida poliolefina é selecionada a partir do grupo que consiste em polietileno, polipropileno, copolímeros ou misturas destes.

24 - Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 23, **caracterizados** por que a referida poliolefina contém uma fase dispersa de partículas formadoras de poro selecionada a partir do grupo que consiste em carga inorgânica e material orgânico e esse filme termoplástico estirado é microporoso.

25 - Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 24, **caracterizados** por que a referida carga formadora de partículas é selecionada a partir do grupo que consiste em carbonato de cálcio, sulfato de bário, sílica, talco e mica.

26 - Método Para Produzir Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que a temperatura do filme no

intervalo (x) entre os rolos varia entre 20°C e 100°C (68°F e 212°F).

27 - Método Para Produzir Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 26, **caracterizado** por que a temperatura do filme no referido intervalo (x) entre os rolos varia entre 30°C e 80°C (86°F e 176°F).

28 - Método Para Produzir Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 26, **caracterizado** por que a temperatura do referido segundo rolo varia entre 21°C e 82°C (70°F e 180°F).

29 - Método Para Produzir Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que a temperatura de estiramento é controlada pelo rolo de resfriamento.

30 - Método Para Produzir Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 29, **caracterizado** por que o referido segundo rolo mantém T_2 à temperatura ambiente ou a uma temperatura maior.

31 - Método Para Produzir Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que a referida T_2 é mantida à temperatura de T_1 ou mais baixa.

32 - Método Para Produzir Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que o referido filme tem uma razão de força tênsil em MD com 25% de alongamento em relação à força tênsil em CD com 25% de alongamento maior do que 2, que concede ao referido filme um módulo para manuseio de trama (26) e força tênsil em CD para maciez.

33 - Filmes Termoplásticos, fabricados segundo o Método da Reivindicação 1, no Equipamento da Reivindicação 5, **caracterizados** por que o referido polímero termoplástico é um polímero elastomérico.

34 - Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 33, **carac-**

terizados por que o referido polímero elastomérico é selecionado a partir do grupo que consiste em poli(etileno-butenos), poli(etileno-hexeno), poli(etileno-octeno), poli(etileno-propileno), poli-(estireno-butadieno-estireno), poli(estireno-isopreno-estireno), poli(estireno-etileno-butileno-estireno), poli(éster-éter), poli(éter-amida), poli(etileno-vinilacetato), poli(etileno-metilacrilato), poli(etileno-ácido acrílico), poli (etileno butilacrilato), poliuretano, poli(etileno-propileno-dieno) e borracha etileno-propileno.

35 - Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 33, **caracterizados** por que o referido polímero contém partículas de carga inorgânica formadora de partículas, que concedem microporosidade ao referido filme, quando é estirado.

36 - Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 35, **caracterizados** por que o referido filme termoplástico estirado tem uma espessura que varia entre 0,006 (6 gm⁻²) e 0,25 (250 gm⁻²) milímetros.

37 - Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 33, **caracterizados** por que o referido material termoplástico de extrusão consiste em

de 30% a 45% de peso de polietileno linear de baixa densidade ou polipropileno,

de 1% a 10% de peso de polietileno de baixa densidade e

de 40% a 60% de peso de partículas de carga de carbonato de cálcio.

38 - Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 37, **caracterizados** por que a composição contém ainda um componente selecionado do grupo que consiste em polietileno de alta densidade, dióxido de titânio e misturas destes.

39 - Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 33, **caracterizados** por que o referido material termoplástico de extrusão é uma estrutura coexpelida de uma ou mais camadas de diferentes composições de polímeros para produzir um filme termoplástico selecionado do conjunto que consiste num

- (a) filme microporoso respirável,
- (b) filme microporoso não respirável e
- (c) filme não microporoso.

40 - Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 39, **caracterizados** por que a estrutura coexpelida tem uma ou mais camadas de polímero selecionado do grupo que consiste em polipropileno, polietileno linear de baixa densidade (LLDPE), polietileno de baixa densidade (LDPE) e misturas destes.

41 - Método Para Produzir Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que compreende a etapa adicional de se introduzir o filme termoplástico em rolos de estiramento gradual (40, 41, 42, 43) gradual para estirar gradualmente o referido filme.

42 - Método Para Produzir Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 41, **caracterizado** por que os referidos rolos de estiramento gradual (40, 41, 42, 43) gradual compreendem uma primeira seção e uma segunda seção e o referido filme é estirado gradualmente numa primeira direção pela referida primeira seção, seguido de um estiramento gradual numa segunda direção pela referida segunda seção.

43 - Método Para Produzir Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 42, **caracterizado** por que as referidas direções de estiramento são substancialmente perpendiculares entre si.

44 - Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 35, **carac-**

terizados por que o referido filme termoplástico estirado tem uma espessura que varia entre 0,006 e 0,05 milímetros.

45 - Método Para Produzir Filme Termoplástico Microporoso Respirável e de Barreira de Líquidos, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que compreende

expelir um material termoplástico de extrusão formador de poros fundido selecionado a partir do grupo que consiste polipropileno, polietileno, copolímeros e misturas destes, sendo que esse material de extrusão contém uma carga formadora de poros,

posicionar um rolo de resfriamento, operando a uma velocidade periférica (V_1) e a uma temperatura (T_1), para resfriar essa trama (26), formando um filme formador de microporos,

posicionar um segundo rolo, operando a uma velocidade periférica (V_2) maior que V_1 , para receber esse filme a uma temperatura (T_2),

espaçar esse segundo rolo do rolo de resfriamento de forma a proporcionar um intervalo (x) de não mais do que 2,5 centímetros entre esse rolo de resfriamento e o segundo rolo para estirar esse filme,

estirar esse filme nesse intervalo (x) entre os rolos, a uma temperatura de estiramento que esteja entre T_1 e T_2 e a uma velocidade que esteja entre V_1 e V_2 , para formar um filme termoplástico microporoso que tenha uma espessura entre 0,006 e 0,25 milímetros.

46 - Método Para Produzir Filme Termoplástico Microporoso Respirável e de Barreira de Líquidos, de acordo com a Reivindicação 45, **caracterizado** por que o filme microporoso tem uma MVTR maior do que 1.000 g/m²/dia, de acordo com ASTM E96(E).

47 - Filmes Termoplásticos, fabricado segundo o Método da Reivindicação 1, no Equipamento da Reivindicação 5, **caracterizados** por que

essa MVTR é de 1.000 a 4.000 g/m²/dia, de acordo com ASTM E96(E).

48 - Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 47, **caracterizados** por que o referido filme microporoso tem uma razão de força tênsil em MD com 25% de alongamento em relação à força tênsil em CD com 25% de alongamento maior do que 2, que concede ao referido filme microporoso um módulo para manuseio de trama (26) e força tênsil em CD para maciez.

49 - Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 47, **caracterizados** por que o filme é anelado.

50 - Método Para Produzir Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que compreende a etapa adicional de laminar o referido material de extrusão numa folha de fibras não-tecidas extensível durante a referida extrusão para formar um laminado da referida trama (26) e a folha antes do estiramento uniforme.

51 - Método Para Produzir Filmes Termoplásticos, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que compreende a etapa adicional de laminar o referido filme termoplástico estirado numa folha de fibras não-tecidas para formar um laminado do referido filme e a referida folha antes do estiramento uniforme.

52 – Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos Estirados, para realização do Método conforme definido na Reivindicação 1, na produção de Filmes conforme definidos na Reivindicação 17 e/ou 33 e/ou 47, **caracterizado** por que compreende

uma extrusora (21) para expelir um material termoplástico de extrusão fundido na forma de uma trama (26),

um rolo de resfriamento, que opera a uma velocidade periférica (V_1) e a uma temperatura (T_1), para receber e resfriar essa trama (26), formando um filme,

um segundo rolo, que opera a uma velocidade periférica (V_2) maior que V_1 , para receber o referido filme a uma temperatura (T_2),

sendo o citado segundo rolo espaçado do rolo de resfriamento para criar um intervalo (x) de não mais do que 2,5 centímetros entre dito rolo de resfriamento e o referido segundo rolo para estirar o citado filme e criar um filme de calibre uniforme.

53 – Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos Estirados, de acordo com a Reivindicação 52, **caracterizado** por que o referido rolo de resfriamento (24) fica espaçado do segundo rolo para criar um intervalo (x) entre os rolos que varie entre 0,13 milímetros e 1,27 milímetros.

54 – Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos Estirados, de acordo com a Reivindicação 52, **caracterizado** por que os referidos rolos são projetados para operar com uma razão de velocidades de V_2 para V_1 que varie entre 1,25:1 e 4:1.

55 – Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos Estirados, de acordo com a Reivindicação 52, **caracterizado** por que o referido rolo de resfriamento (24) é um rolo de metal (24) que opera em conjunto com um rolo de suporte para formar a primeira área de contato para receber a referida trama.

56 – Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos Estirados, de acordo com a Reivindicação 55, **caracterizado** por que o referido rolo de resfriamento (24) é selecionado a partir do grupo que consiste num rolo de metal (24) com ranhuras e um rolo de cromo liso.

57 – Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos Estirados, de acordo com a Reivindicação 55, **caracterizado** por que o rolo de suporte é selecionado a partir do grupo que consiste num rolo de borracha (25, 28) e num rolo de metal (24).

58 – Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos Estirados, de acordo com a Reivindicação 52, **caracterizado** por que o referido segundo rolo opera em conjunto com outro rolo de suporte para formar a segunda área de contato para receber o citado filme da primeira área de contato.

59 – Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos Estirados, de acordo com a Reivindicação 58, **caracterizado** por que o referido segundo rolo é selecionado do grupo que consiste num rolo de metal (24) e num rolo de borracha (25, 28).

60 – Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos Estirados, de acordo com a Reivindicação 52, **caracterizado** por que uma caixa e vácuo (34) fica posicionada adjacente ao referido rolo de resfriamento (24).

61 – Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos Estirados, de acordo com a Reivindicação 60, **caracterizado** por que o referido rolo de resfriamento (24) é selecionado a partir do grupo que consiste num rolo de metal (24) com ranhuras e um rolo de cromo liso.

62 – Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos Estirados, de acordo com a Reivindicação 60 **caracterizado** por que o referido segundo rolo opera em conjunto com um rolo de suporte para formar uma primeira área de contato para receber o filme do referido rolo de resfriamento.

63 – Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos Estirados, de acordo com a Reivindicação 52, **caracterizado** por que compreende a adição de rolos de estiramento gradual (40, 41, 42, 43) gradual para estirar gradualmente o referido filme.

64 – Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos Estirados, de acordo com a Reivindicação 63, **caracterizado** por que os referidos rolos de estiramento gradual (40, 41, 42, 43) gradual compreendem uma

primeira seção e de uma segunda seção para estirar gradualmente o filme numa primeira direção, seguido de um estiramento gradual numa segunda direção.

65 – Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos Estirados, de acordo com a Reivindicação 64, **caracterizado** por que as referidas primeira e segunda direções de estiramento são substancialmente perpendiculares entre si.

66 – Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos Estirados, de acordo com a Reivindicação 52, **caracterizado** por que a referida extrusora (21) opera até uma taxa máxima de extrusão e o referido rolo de resfriamento e o segundo rolo operam a V1 e V2, respectivamente, até 4 vezes ou mais a referida taxa de extrusão.

67 – Equipamento de Produção de Filmes Termoplásticos Estirados, de acordo com a Reivindicação 66, **caracterizado** por que os referidos rolos operam a velocidades iguais ou superiores a 1.200 metros lineares por minuto.

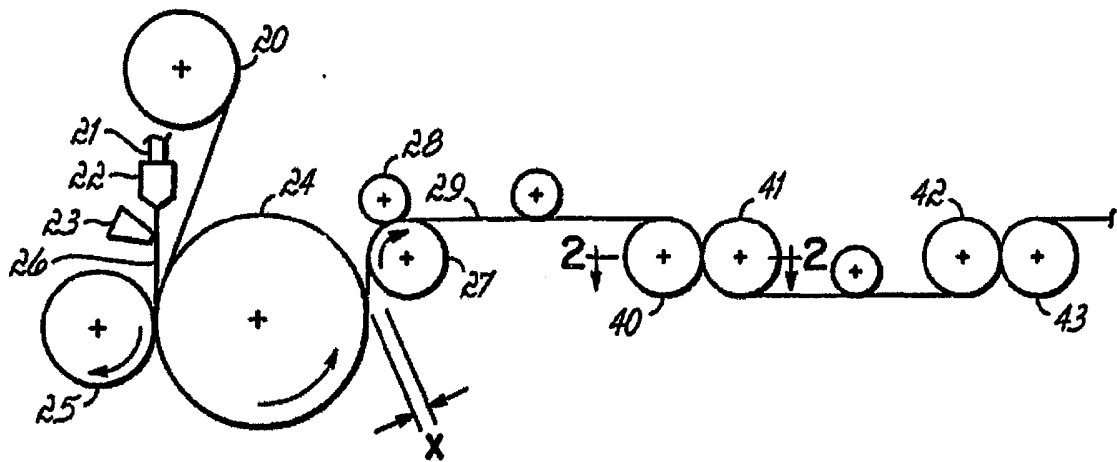


Figura 1

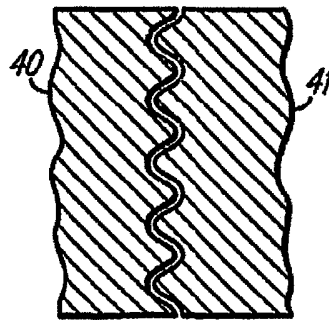


Figura 2

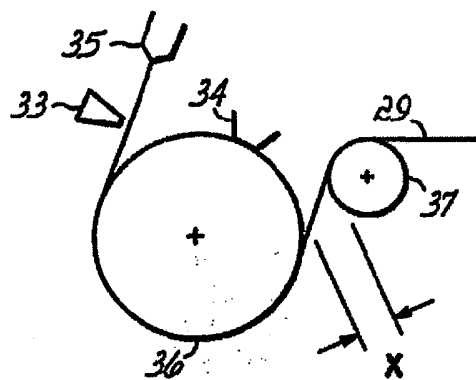


Figura 3

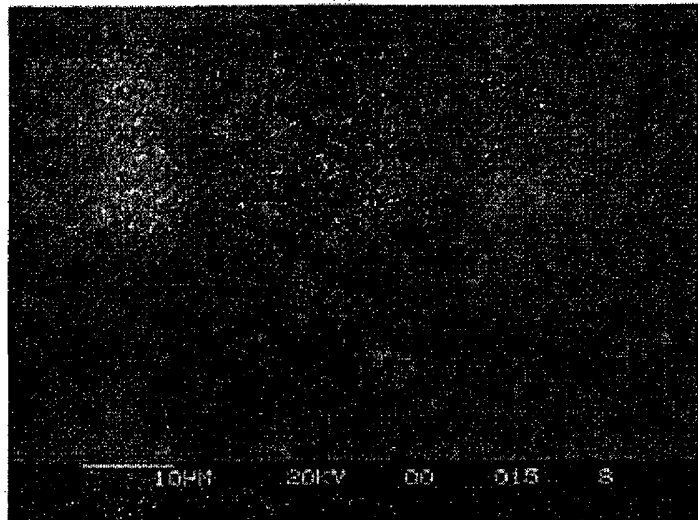


Figura 4

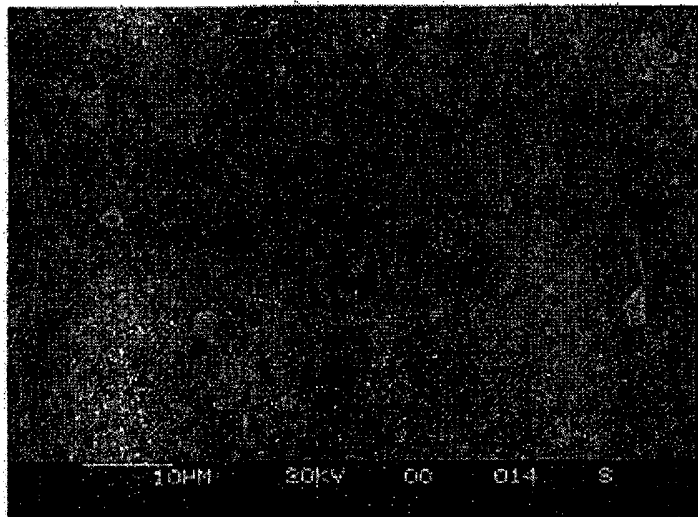


Figura 5

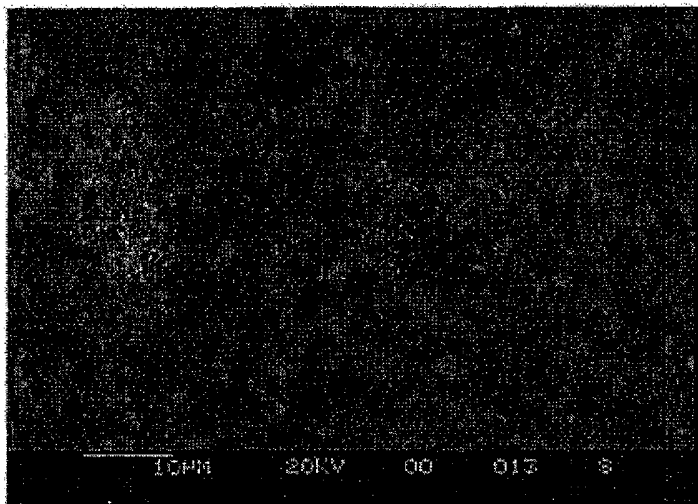
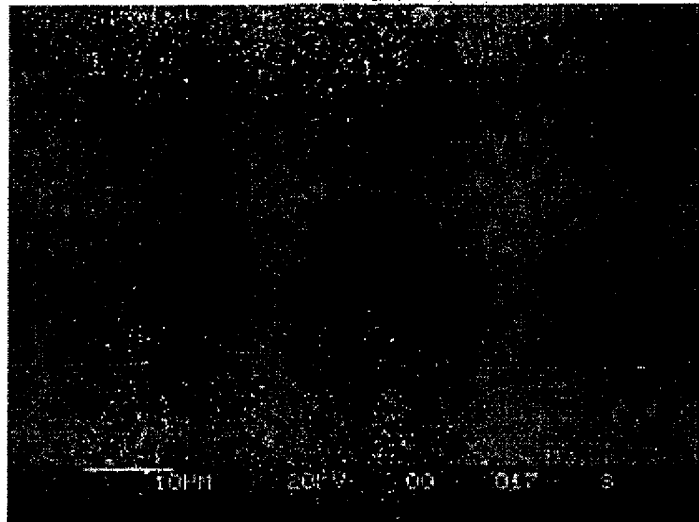
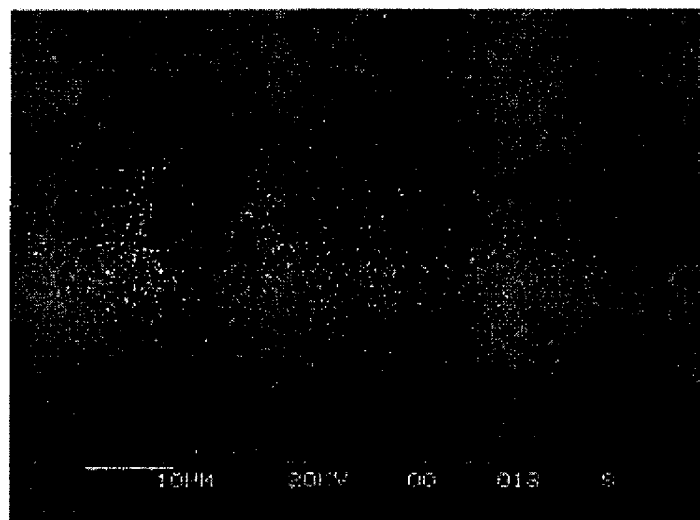
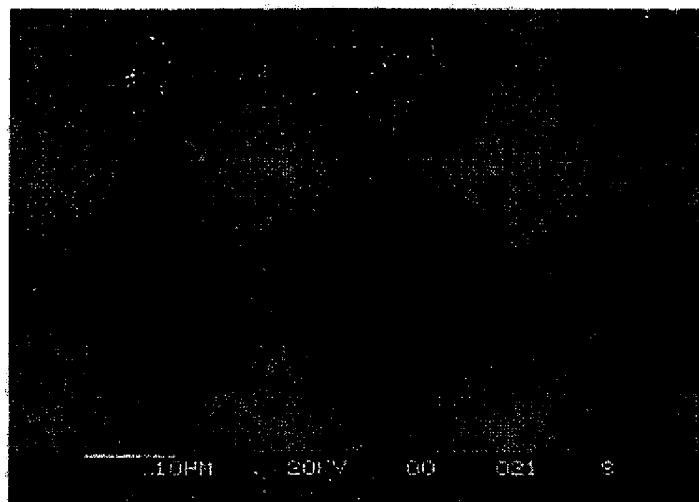


Figura 6

**Figura 7****Figura 8****Figura 9**

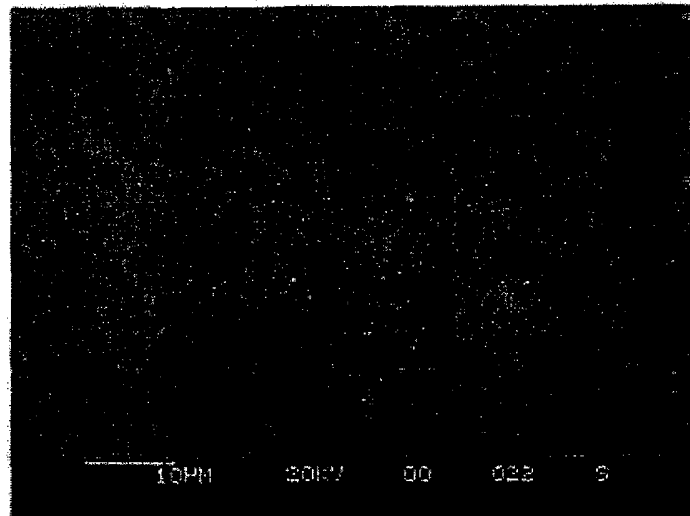


Figura 10

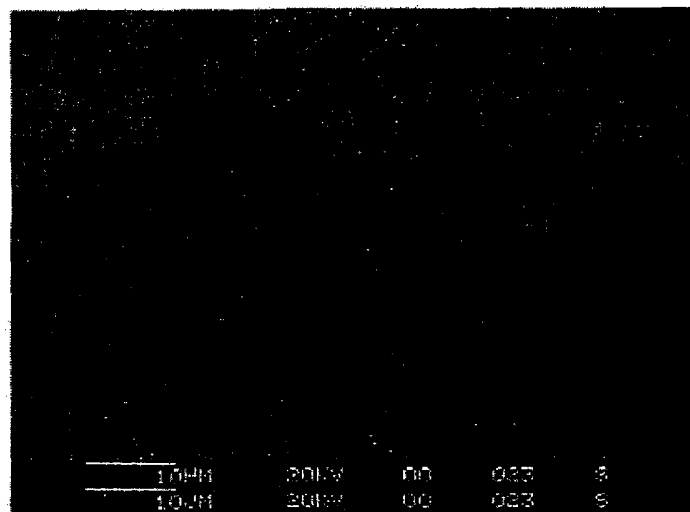


Figura 11

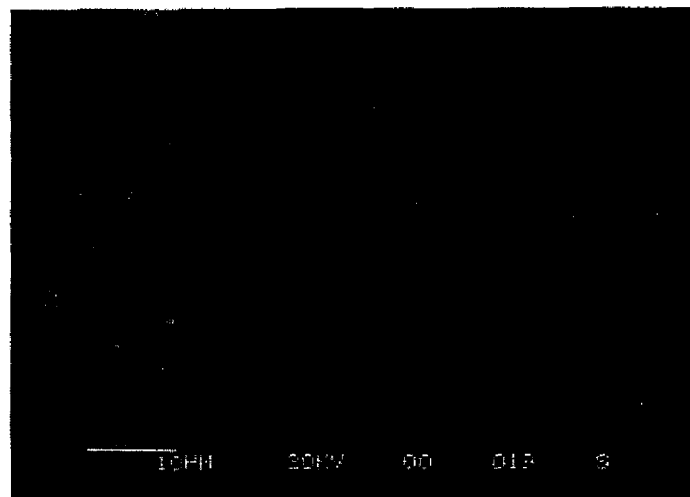


Figura 12

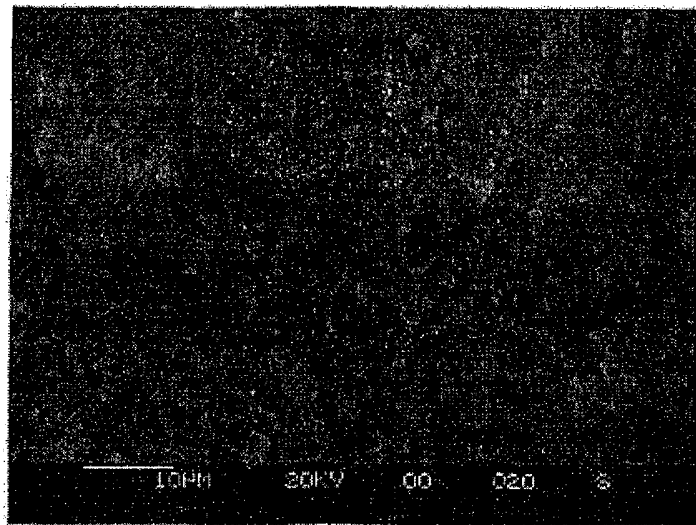


Figura 13

Exemplo V

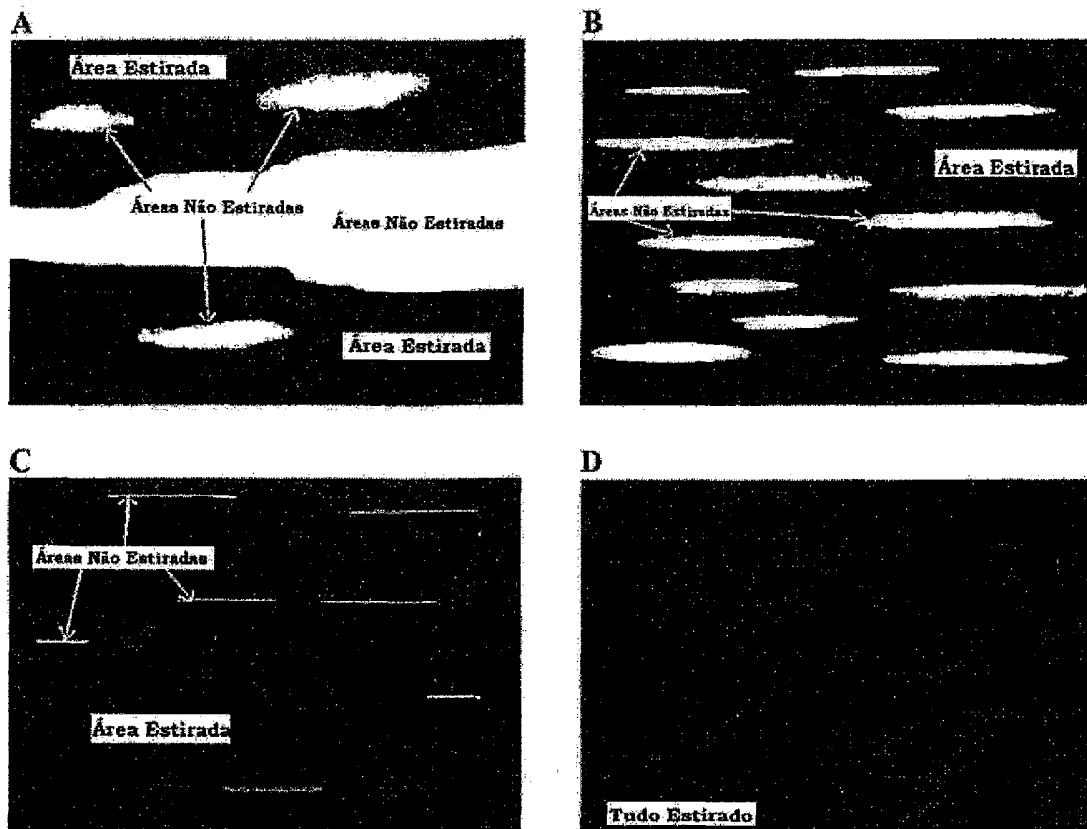


Figura 14

**“FILMES TERMOPLÁSTICOS, MÉTODO PARA PRODUZIR
OS MESMOS E RESPECTIVOS EQUIPAMENTOS DE PRODUÇÃO”**

RESUMO

Filmes e laminados termoplásticos (29) são feitos por meio de extrusão e estiramento, usando-se rolos de velocidades diferentes (24, 27) que empregam um pequeno intervalo de estiramento (x), de não mais do que 2,5 centímetros, imediatamente após a formação do filme expelido. O método e o equipamento (da Figura 1) controlam a espessura do filme estirado e conferem-lhe as propriedades mecânicas pretendidas, como alto módulo de manuseio e força tênsil apropriada para maciez.