



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

**(11) PI 0923609-0 B1**



**(22) Data do Depósito: 22/12/2009**

**(45) Data de Concessão: 14/05/2019**

---

**(54) Título:** PRÉ-FORMA INTEGRALMENTE TECIDA COM ENDURECEDORES EM DUAS OU MAIS DIREÇÕES

**(51) Int.Cl.:** B29B 11/16; B29C 70/22; B29C 70/54; D03D 11/02.

**(30) Prioridade Unionista:** 30/12/2008 US 12/346,576.

**(73) Titular(es):** ALBANY ENGINEERED COMPOSITES, INC..

**(72) Inventor(es):** JONATHAN GOERING.

**(86) Pedido PCT:** PCT US2009069235 de 22/12/2009

**(87) Publicação PCT:** WO 2010/078157 de 08/07/2010

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 28/06/2011

**(57) Resumo:** Pré-forma Integralmente Tecida com Endurecedores em Duas ou Mais Direções Uma pré-forma tridimensional integralmente tecida com endurecedores em duas ou mais direções construída a partir de um pano tecido tendo uma primeira, uma segunda e uma terceira camada opcional de pano tecido. Uma pluralidade de filamentos é entrelaçada sobre uma região entre a primeira e a segunda camadas de tecido de tal modo que a primeira camada de tecido é dobrável em relação à segunda camada de tecido. Uma pluralidade adicional de filamentos é entrelaçada sobre uma região entre a segunda e a terceira camadas de tecido de tal modo que a terceira camada de tecido é dobrável em relação à segunda camada de tecido. Após dobrar as camadas de pano tecido, é formada a pré-forma tridimensional integralmente tecida com endurecedores em duas ou mais direções.

**“Pré-forma Integralmente Tecida com Endurece-  
dores em Duas ou Mais Direções”**

**Relatório Descritivo**

**Referência Remissiva a Pedido Correlacionado**

5            Este Pedido poderia ser considerado relacionado ao Pedido de Pa-  
tente US Número de Série 11/007.600, depositado em 08 de dezembro de  
2004, e ao Pedido de Patente US Número de Série 12/260.689, depositado em  
29 de outubro de 2008, cujas exposições inteiras são aqui incorporadas por  
referência.

10

**Antecedentes da Invenção**

**Campo da Invenção**

            Esta invenção refere-se em geral a pré-formas tecidas e particu-  
larmente se refere a pré-formas tecidas usadas em materiais compósitos re-  
forçados, que podem ser tecidos planos ou dobrados para seu formato final, o  
15    formato final tendo reforço em duas ou mais direções.

**Incorporação por Referência**

            Todas as patentes, pedidos de patente, documentos, referências,  
instruções do fabricante, descrições, especificações de produto e folhetos de  
produto para quaisquer produtos mencionados nos mesmos são incorporados  
20    aqui por referência e podem ser empregados na prática da invenção.

### **Descrição da Técnica Anterior**

O uso de materiais compósitos reforçados para produzir componentes estruturais é, agora, generalizado, particularmente em aplicações onde suas características desejáveis são procuradas por serem leves, forte, resistentes, termicamente resistentes e auto-sustentáveis e adaptáveis para serem formados e conformados. Esses componentes são usados, por exemplo, em aplicações aeronáuticas, aeroespaciais, de satélites, recreacionais (como em barcos de corrida e autos) e outras aplicações.

Tipicamente, esses componentes consistem em materiais de reforço embutidos em materiais de matriz. O componente de reforço pode ser feito de materiais, tais como vidro, carbono, cerâmica, aramida, polietileno e/ou outros materiais que exibem desejadas propriedades físicas, térmicas, químicas e/ou outras propriedades, a principal dentre as quais é a grande resistência contra falha por tensão. Através do uso de tais materiais de reforço, os quais ultimamente tornaram-se um elemento constituinte do componente completo, as características desejadas dos materiais de reforço, tais como resistência muito alta, são proporcionadas ao componente compósito completo. Os materiais constituintes de reforço, tipicamente, podem ser tecidos, emalhados ou de outra maneira orientados nas configurações e formatos desejados for pré-formas de reforço. Usualmente, atenção particular é dada para assegurar a utilização ótima das propriedades para as quais os materiais constituintes de reforço foram selecionados. Usualmente, esses pré-formas de reforço são combinadas com material de matriz para formar desejados componentes acabados ou para produzir estoque de trabalho para a produção final de componentes acabados.

Depois que a desejada pré-forma de reforço foi construída, material de matriz pode ser introduzido na pré-forma, de forma que tipicamente a pré-forma de reforço torna-se alojada no material de

matriz e o material de matriz enche as áreas intersticiais entre os elementos constituintes da pré-forma de reforço. O material de matriz pode ser qualquer de uma extensa variedade de materiais, tais como epóxi, poliéster, bismaleimida, vinil-éster, cerâmica, carbono e/ou

5 outros materiais, que também exibem as desejadas propriedades físicas, térmicas, químicas e/ou outras propriedades. Os materiais escolhidos para uso como a matriz podem ou podem não ser os mesmos que aqueles da pré-forma de reforço e podem ou podem não ter propriedades físicas, químicas, térmicas ou outras propriedades comparáveis.

10 Tipicamente, todavia, elas não serão dos mesmos materiais ou têm comparáveis propriedades físicas, químicas, térmicas ou outras, uma vez que um objetivo usual procurado no uso de compósitos, em primeiro lugar, é o de obter uma combinação de características no produto acabado que não pode ser atingida através do uso de um material

15 constituinte sozinho. Assim combinados, a pré-forma de reforço e o material de matriz podem então ser curados e estabilizados na mesma operação por termo-endurecimento ou outros métodos conhecidos e então sujeitos a outras operações na direção da produção do componente desejado. É significativo notar neste ponto que, depois de serem

20 assim curadas, as massas então solidificadas do material de matriz normalmente são muito fortemente aderidas ao material de reforço (por exemplo, a pré-forma de reforço). Como um resultado, tensão no componente acabado, particularmente via seu material de matriz atuando como um adesivo entre fibras, pode ser efetivamente transferi-

25 da e suportada pelo material constituinte da pré-forma de reforço. Frequentemente, é desejado produzir componentes em configurações que são diferentes de tais formatos geométricos simples, como (per se) placas, folhas, sólidos retangulares ou quadrados etc. Uma maneira de realizar isto é combinar tais formatos geométricos básicos nas formas

30 mais complexas. Tal típica combinação é feita por união de pré-formas de reforço feitas como descrito acima em um ângulo (tipicamente um ângulo reto) com relação à outra. As finalidades usuais para tais

arranjos angulares de arranjos de pré-formas de reforço unidas são para criar um desejado formato para formar uma pré-forma de reforço que inclui uma ou mais paredes de extremidade ou interseções em "T", por exemplo, ou para resistir à combinação resultante de pré-formas de reforço e a estrutura compósita que ela produz contra deflexão ou falha quando está sendo exposta a forças externas, tais como pressão ou tensão. Em qualquer caso, uma consideração relacionada é fazer cada junção entre os componentes constituintes tão forte quanto possível. Dada a desejada resistência muito alta dos constituintes de pré-forma de reforço *per se*, a fragilidade da junção torna-se, efetivamente, um "elo fraco" em uma "corrente" estrutural.

Um exemplo de uma configuração de interseção configuração é exposta na Patente US N.º 6.103.337, cuja exposição é aqui incorporada para referência. Esta referência expõe um efetivo meio de unir conjuntamente duas placas de reforço em uma forma de T. Várias outras propostas foram feitas no passado para fazer tais junções. Foi proposto formar e curar um elemento de painel e um elemento de reforço angulado, separados um do outro, com o último tendo uma única superfície de contato de painel ou sendo bifurcado em uma extremidade para formar duas superfícies de contato de painel divergentes, coplanares. Os dois componentes são então unidos por colar adesivamente a(s) superfície(s) de contato de painel do elemento de reforço em uma superfície de contato do outro componente usando adesivo de termo-endurecimento ou outro material adesivo. Todavia, quando tensão é aplicada ao painel curado ou ao revestimento da estrutura compósita, cargas em valores inaceitavelmente baixos resultaram em forças de "descascamento" que separam o elemento de reforço a partir do painel em sua interface uma vez que a resistência efetiva da junta é aquela do material de matriz e não do adesivo.

O uso de parafusos ou rebites de metal na interface de tais

componentes é inaceitável porque tais adições pelo menos parcialmente destroem e enfraquecem a integridade de estruturas compósitas propriamente ditas, acrescentam peso e introduzem diferenças no coeficiente de expansão térmica, como entre tais elementos e o material circundante.

Outras propostas para solucionar este problema foram baseadas no conceito de introduzir fibras de alta resistência através da área de junta através do uso de tais métodos, como costura de um dos componentes ao outro e confiando no fio de costura para introduzir essas fibras de reforço em e através do local de junção. Tal proposta é mostrada na Patente US N.º 4.331.495 e sua contraparte de divisão, Patente US N.º 4.256.790. Essas patentes expõem junções tendo sido feitas entre um primeiro e segundo painéis compósitos feitos a partir de dobras de fibra adesivamente ligadas. O primeiro painel é bifurcado em uma extremidade para formar duas superfícies de contato de painel divergentes, coplanares, na maneira da técnica anterior, que foram unidas ao segundo painel por pontos de fios compósitos flexíveis não curados através de ambos os painéis. Os painéis e fio foram "co-curados," ou seja, curados simultaneamente. Outro método para melhorar a resistência na junção é exposto na Patente US N.º 5.429.853. Todavia, este método é similar aos métodos previamente descritos porque distintos elementos separadamente construídos são unidos conjuntamente pela costura de um terceiro fio ou fibra entre os dois. Independentemente de qual proposta é usada, a estrutura resultante terá juntas relativamente fracas nas interfaces entre as peças individuais e substancial trabalho de toque será requerido para cortar e colar as dobras individuais.

Embora a anterior tenha procurado melhorar a integridade estrutural do compósito reforçado e tenha obtido sucesso, particularmente no caso da Patente US N.º 6.103.337, existe um desejo de

melhorar a mesma ou abordar o problema através de uma proposta diferente do uso de adesivos ou acoplamento mecânico. A esse respeito, uma proposta poderia ser pela criação de uma estrutura tecida tridimensional ("3D") por máquinas especializadas. Todavia, o dispêndio envolvido é considerável e raramente é desejável se ter uma máquina de 5 tear dirigida à criação de uma única estrutura. A despeito deste fato, pré-formas 3D que podem ser processadas em componentes compósitos reforçados com fibras são desejáveis porque eles provêm elevada resistência em relação aos compósitos laminados bidimensionais 10 convencionais. Essas pré-formas são particularmente úteis em aplicações que requerem que o compósito suporte cargas fora do plano. Todavia, as pré-formas da técnica anterior, discutidas acima, foram limitadas em sua capacidade de resistir a altas cargas fora do plano, para serem tecidas em um processo de tear automático e para prover 15 espessuras variadas das partes da pré-forma.

Outra proposta seria a de tecer uma estrutura bidimensional ("2D") e dobrá-la em um formato de 3D de modo que o painel é integralmente reforçado, ou seja, fios são continuamente entrelaçados entre a base plana ou parte de painel e o enrijecedor. Um exemplo de 20 uma estrutura tecida de 2D que é dobrada no formato de 3D é revelada na Patente US 6.874.543, cujo teor inteiro é aqui incorporado para referência. Pré-formas de fibra com formatos estruturais específicos, tais como, por exemplo, seções transversais em 'T', T, 'H' o 'Pi', podem ser tecidas em um tear de lançadeira convencional e várias patentes 25 existentes descrevem o método de tecer tais estruturas (Patente US No. 6.446.675 e Patente US N.º 6.712.099, por exemplo). Outra proposta para construir painéis reforçados é exposta na Patente US N.º 6.019.138, cujo teor inteiro é aqui incorporado para referência, que revela um método para produzir painéis reforçados com enrijecedores 30 de reforço em ambas as direções de urdidura e enchimento. Como revelado, este método obtém reforço em duas direções através de sobre-

tecedura, ou simplesmente tecedura de altos pontos na parte de painel da pré-forma. Em toda a técnica anterior, todavia, as pré-formas foram construídas de forma que os enrijecedores têm orientação ou de 0 graus ou +/-90 graus.

5

### **Sumário da Invenção**

Por conseguinte, uma necessidade existe de uma pré-forma integralmente tecida que provê reforço em duas ou mais direções, que pode ser tecida em um processo usando um tear convencional sem quaisquer modificações especiais. Especificamente, uma necessidade  
10 existe de uma pré-forma integralmente tecida com enrijecedores fora de eixo onde os enrijecedores são orientados em uma direção ou ângulo diferente de 0 e +/- 90 graus, ou os enrijecedores fora de eixo são formados em combinação com enrijecedores que são orientados na direção de 0 e +/- 90 graus.

15

A presente invenção elimina as juntas fracas discutidas nas estruturas da técnica anterior por integralmente tecer o revestimento e enrijecedores de forma que exista uma fibra contínua através de pelo menos alguma das interfaces.

20

Uma modalidade de exemplo da invenção é uma pré-forma integralmente tecida com enrijecedores em duas ou mais direções, construído a partir de um pano de base tecido. A estrutura inclui uma primeira camada de pano tecido, uma segunda camada de pano tecido e uma pluralidade de fios entrelaçados entre a primeira camada de pano tecido e a segunda camada de pano tecido, em que a pluralidade de fios  
25 é entrelaçada sobre uma região entre a primeira camada de pano e a segunda camada de pano e a primeira camada de pano é dobrada em relação à segunda camada de pano de forma que um primeiro enrijeecedor fora de eixo é formado na pré-forma. A primeira camada de pano tecido é dividido a partir de uma superfície superior da segunda camada

de pano tecido em uma ou mais regiões. Uma primeira parte em um primeiro lado de uma região entrelaçada da primeira camada de pano tecido é dobrada conjuntamente com uma primeira parte em um segundo lado da região entrelaçada da primeira camada de pano tecido para formar uma nervura de enrijecedor fora de eixo em uma primeira direção. A pré-forma tecida pode também incluir uma terceira camada de pano tecido e uma pluralidade de fios entrelaçados entre a segunda camada de pano tecido e a terceira camada de pano tecido, em que a pluralidade de fios é entrelaçada sobre uma região entre a segunda camada de pano e a terceira camada de pano e a terceira camada de pano é dobrada em relação à segunda camada de pano de forma que um segundo enrijecedor fora de eixo é formado na pré-forma. A terceira camada de pano tecido é dividida a partir de uma superfície inferior da segunda camada de pano tecido em uma ou mais regiões. Uma primeira parte em um primeiro lado de uma região entrelaçada da terceira camada de pano tecido é dobrada conjuntamente com uma primeira parte em um segundo lado da região entrelaçada da terceira camada de pano tecido para formar uma nervura de enrijecedor fora de eixo em uma segunda direção.

Outra modalidade de exemplo da invenção é um compósito reforçado com fibras incluindo uma pré-forma integralmente tecida com enrijecedores em duas ou mais direções, construído a partir de um pano de base tecido. A estrutura inclui uma primeira camada de pano tecido, uma segunda camada de pano tecido e uma pluralidade de fios entrelaçados entre a primeira camada de pano tecido e a segunda camada de pano tecido, em que a pluralidade de fios é entrelaçada sobre uma região entre o primeiro pano e o segundo pano e o primeiro pano é dobrado em relação ao segundo pano de forma que um primeiro enrijecedor fora de eixo é formado na pré-forma.

Ainda, outra modalidade de exemplo da invenção é uma

pré-forma integralmente tecida com enrijecedores em duas ou mais direções, construído a partir de um pano de base tecido. A estrutura inclui uma primeira camada de pano tecido, uma segunda camada de pano tecido e uma pluralidade de fios entrelaçados entre a primeira  
5 camada de pano tecido e a segunda camada de pano tecido em uma pluralidade de regiões independentes, em que o primeiro pano é dobrado em relação ao segundo pano de forma que um primeiro enrijecedor é formado em uma primeira direção na pré-forma e uma parte do primeiro enrijecedor é dobrada para formar um segundo  
10 enrijecedor em uma segunda direção na pré-forma, o segundo enrijecedor sendo um enrijecedor fora de eixo. A primeira camada de pano tecido é dividida a partir de uma superfície superior da segunda camada de pano tecido em uma ou mais regiões. A pré-forma tecida pode também incluir uma terceira camada de pano tecido e uma  
15 pluralidade de fios entrelaçados entre a segunda camada de pano tecido e a terceira camada de pano tecido em uma pluralidade de regiões independentes, em que o terceiro pano é dobrado em relação ao segundo pano de forma que um terceiro enrijecedor é formado em uma terceira direção na pré-forma e uma parte do terceiro enrijecedor é  
20 dobrado para formar um quarto enrijecedor em uma quarta direção na pré-forma, o quarto enrijecedor sendo um enrijecedor fora de eixo. A terceira camada de pano tecido pode ser dividida a partir de uma superfície inferior da segunda camada de pano tecido em uma ou mais regiões.

25           Ainda, outra modalidade de exemplo da invenção é um compósito reforçado com fibras incluindo uma pré-forma integralmente tecida com enrijecedores em duas ou mais direções, construído a partir de um pano de base tecido. A estrutura inclui uma primeira camada de pano tecido, uma segunda camada de pano tecido e uma pluralidade de  
30 fios entrelaçados entre a primeira camada de pano tecido e a segunda camada de pano tecido em uma pluralidade de regiões independentes,

em que o primeiro pano é dobrado em relação ao segundo pano de forma que um primeiro enrijecedor é formado em uma primeira direção na pré-forma e uma parte do primeiro enrijecedor é dobrada para formar um segundo enrijecedor em uma segunda direção na pré-forma, 5 o segundo enrijecedor sendo um enrijecedor fora de eixo. Ainda, outra modalidade de exemplo da invenção é um método de formar uma pré-forma integralmente tecida incluindo as etapas de prover duas ou mais camadas de pano tecido, entrelaçar uma pluralidade de fios a partir de uma primeira camada de pano tecido com uma pluralidade de fios a 10 partir de uma segunda camada de pano tecido, a primeira camada de pano tecido sendo dobrável em relação à segunda camada de pano tecido, dividir uma parte da primeira camada de pano tecido a partir de uma superfície superior da segunda camada de pano tecido e dobrar uma parte do primeiro pano em relação à segunda camada de pano 15 tecido para formar um primeiro enrijecedor fora de eixo na pré-forma. O método pode também incluir as etapas de dobrar uma primeira parte em um primeiro lado de uma região entrelaçada da primeira camada de pano tecido conjuntamente com uma primeira parte em um segundo lado da região entrelaçada da primeira camada de pano tecido para 20 formar uma nervura de enrijecedor fora de eixo em uma primeira direção. O método pode incluir ainda as etapas de entrelaçar uma pluralidade de fios a partir de uma terceira camada de pano tecido com uma pluralidade de fios a partir de uma segunda camada de pano tecido, a terceira camada de pano tecido sendo dobrável em relação à 25 segunda camada de pano tecido, dividir uma parte da terceira camada de pano tecido a partir de uma superfície inferior da segunda camada de pano tecido e dobrar a parte do terceiro pano em relação à segunda camada de pano tecido para formar um segundo enrijecedor fora de eixo na pré-forma. Uma primeira parte em um primeiro lado de uma região 30 entrelaçada da terceira camada de pano tecido pode ser dobrada conjuntamente com uma primeira parte em um segundo lado da região entrelaçada da terceira camada de pano tecido para formar uma

nervura de enrijecedor fora de eixo em uma segunda direção.

Ainda outra modalidade de exemplo da invenção é um método de formar um compósito reforçado com fibras incluindo as etapas de formar uma pré-forma integralmente tecida por prover duas ou mais  
5 camadas de pano tecido, entrelaçar uma pluralidade de fios a partir de uma primeira camada de pano tecido com uma pluralidade de fios a partir de uma segunda camada de pano tecido, a primeira camada de pano tecido sendo dobrável em relação à segunda camada de pano tecido, dividir uma parte da primeira camada de pano tecido a partir de  
10 uma superfície superior da segunda camada de pano tecido e dobrar a parte do primeiro pano em relação à segunda camada de pano tecido para formar um primeiro enrijecedor fora de eixo na pré-forma.

Ainda, outra modalidade de exemplo da invenção é um método de formar uma pré-forma integralmente tecida incluindo as etapas  
15 de prover duas ou mais camadas de pano tecido, entrelaçar uma pluralidade de fios a partir de uma primeira camada de pano tecido com uma pluralidade de fios a partir de uma segunda camada de pano tecido em uma pluralidade de regiões independentes, a primeira camada de pano tecido sendo dobrável em relação à segunda camada  
20 de pano tecido, dividir uma parte da primeira camada de pano tecido a partir de uma superfície superior da segunda camada de pano tecido e dobrar a parte do primeiro pano em relação à segunda camada de pano tecido de forma que um primeiro enrijecedor é formado em uma primeira direção na pré-forma e uma parte do primeiro enrijecedor é  
25 dobrada para formar um segundo enrijecedor em uma segunda direção na pré-forma, o segundo enrijecedor sendo um enrijecedor fora de eixo. O método pode também incluir entrelaçar uma pluralidade de fios a partir de uma terceira camada de pano tecido com uma pluralidade de  
30 fios a partir de uma segunda camada de pano tecido em uma pluralidade de regiões independentes, a terceira camada de pano tecido sendo

dobrável em relação à segunda camada de pano tecido, dividir uma parte da terceira camada de pano tecido a partir de uma superfície superior da segunda camada de pano tecido; e dobrar uma parte do terceiro pano em relação à segunda camada de pano tecido de forma que um terceiro enrijecedor é formado em uma terceira direção na pré-forma e uma parte do terceiro enrijecedor é dobrado para formar um quarto enrijecedor em uma quarta direção na pré-forma, o quarto enrijecedor sendo um enrijecedor fora de eixo. Ainda, outra modalidade de exemplo da invenção é um método de formar um compósito reforçado com fibras incluindo as etapas de formar uma pré-forma integralmente tecida por prover duas ou mais camadas de pano tecido, entrelaçar uma pluralidade de fios a partir de uma primeira camada de pano tecido com uma pluralidade de fios a partir de uma segunda camada de pano tecido em uma pluralidade de regiões independentes, a primeira camada de pano tecido sendo dobrável em relação à segunda camada de pano tecido, dividir uma parte da primeira camada de pano tecido a partir de uma superfície superior da segunda camada de pano tecido e dobrar a parte do primeiro pano em relação à segunda camada de pano tecido de forma que um primeiro enrijecedor é formado em uma primeira direção na pré-forma e uma parte do primeiro enrijecedor é dobrada para formar um segundo enrijecedor em uma segunda direção na pré-forma, o segundo enrijecedor sendo um enrijecedor fora de eixo.

Embora seja feita referência a pré-formas tecidas com enrijecedores fora de eixo, o presente método pode ser usado para produzir pré-formas de qualquer formato, tal como, por exemplo, pré-formas tecidas em forma de H ou em forma de I. O presente método pode ser usado para tecer pré-formas com enrijecedores de espessura variável ou altura variável que podem ser paralelas ou anguladas entre si. A pré-forma pode ser tecida usando qualquer padrão conveniente para a fibra de urdidura, ou seja, trava dobra a dobra, através de ângulo de espessura, ortogonal etc. Embora fibra de carbono seja preferida, a invenção

é aplicável a praticamente qualquer outro tipo de fibra. As várias características de novidade que caracterizam a invenção são destacado em particularidade nas reivindicações anexas e que formam uma parte desta exposição. Para uma melhor compreensão da invenção, de suas vantagens de operação e objetivos específicos atingidos por seus usos, referência é feita à matéria descritiva anexa, na qual modalidades preferidas, mas não limitativas, da invenção são ilustradas nos desenhos anexos nos quais componentes correspondentes são identificados pelos mesmos números de referência.

Termos "compreendendo" e "compreende" nesta exposição podem significar "incluindo" e "inclui" ou podem ter o significado comumente dado para o termo "compreendendo" ou "compreende" na Lei de Patentes dos EUA. Termos "consistindo essencialmente em" ou "consiste essencialmente em", se usados nas reivindicações, têm o significado previstos para eles na Lei de Patentes dos EUA. Outros aspectos da invenção são descritos na, ou são óbvios da (e dentro do âmbito da invenção), seguinte exposição.

### **Breve Descrição dos Desenhos**

Os desenhos anexos, que são incluídos para prover uma compreensão mais detalhada da invenção, são incorporados e constituem uma parte desta descrição. Os desenhos apresentados aqui ilustram diferentes modalidades da invenção e conjuntamente com a descrição servem para explicar os princípios da invenção. Nos desenhos:

a **Figura 1** é uma fotografia de uma pré-forma tecida, de acordo com um aspecto da invenção;

a **Figura 2** é uma fotografia de uma pré-forma tecida que é dividida e dobrada de acordo com um aspecto da invenção;

a **Figura 3** é uma simulação de papel da pré-forma mostra-

da na Figura 2;

a **Figura 4** é um esquema de uma pré-forma tecida, de acordo com um aspecto da invenção;

5 a **Figura 5** é um esquema de uma pré-forma tecida, de acordo com um aspecto da invenção;

a **Figura 6** é um esquema de uma pré-forma tecida, de acordo com um aspecto da invenção;

as **Figuras 7-15** são vistas de seção transversal de uma pré-forma tecida, de acordo com um aspecto da invenção;

10 as **Figuras 16-18** são esquemas de uma pré-forma tecida, de acordo com um aspecto da invenção;

as **Figuras 19(a)-(b)** são simulações de papel de uma pré-forma tecida, de acordo com um aspecto da invenção;

15 as **Figuras 20(a)-(c)** são fotografias de uma pré-forma tecida, de acordo com um aspecto da invenção;

as **Figuras 21(a)-(d)** são fotografias de uma pré-forma tecida, de acordo com um aspecto da invenção;

as **Figuras 22(a)-(b)** são simulações de papel de uma pré-forma tecida, de acordo com um aspecto da invenção; e

20 a **Figura 23** é um esquema de uma pré-forma tecida, de acordo com um aspecto da invenção.

### **Descrição Detalhada das Modalidades Preferidas**

Esta exposição descreve várias técnicas para tecer uma pré-forma de fibra que pode ser processada em um componente compósito

consistindo num revestimento com enrijecedores integrais em múltiplas direções. Os tipos de estruturas descritos nesta exposição podem ser usados em estruturas aeroespaciais, tais como painéis de asa, painéis de fuselagem e superfícies de controle, por exemplo. Uma das técnicas de acordo com uma modalidade de exemplo é particularmente bem apropriada para o caso onde os enrijecedores formam hexágonos que provêm reforço nas direções de  $0^\circ$ ,  $+60^\circ$  e  $-60^\circ$  e outra técnica de acordo com outra modalidade de exemplo é bem apropriada para prover reforço em praticamente qualquer direção, ou seja, os enrijecedores podem ser formados em praticamente qualquer direção. A segunda proposta será descrita para dois casos: 1) o caso onde enrijecedores formam hexágonos (ou seja, reforço de  $0/+60^\circ$ ) e 2) o caso onde os enrijecedores são nas direções de  $\pm 45^\circ$ . Este segundo caso é também apropriado para componentes mais complicados, tais como Vigas em I ou canais onde somente uma parte da estrutura requerer reforço fora de eixo; a alma de uma viga em I, por exemplo.

Ambas as propostas superam as limitações primárias dos revestimentos 3D tecidos, mais especificamente que eles podem somente prover reforço nas direções de  $0^\circ$  e  $90^\circ$ . Esta configuração é relativamente fraca quando carregada em cisalhamento no plano. A adição de enrijecedores de  $\pm 45^\circ$  provê um trajeto de carga adicional para suportar esta carga de cisalhamento, aumentando assim a rigidez e resistência da estrutura. Os casos reforçados a  $0/+60^\circ$ , por outro lado, provêm enrijecimento quase isotrópico no plano do revestimento. Ambas as técnicas são baseadas na troca das posições de pares de fibras de urdidura e/ou trama quando elas são tecidas através do tecido. Na primeira proposta, todavia, fibras somente trocam de posições em uma direção, por exemplo.

Retornando, agora, para as Figuras, as Figuras 1 e 2 são fotografias de uma pré-forma de exemplo que é formada pela utilização da

última proposta. A Figura 1 mostra a pré-forma 100 em seu estágio de pano, quando ela sai do tear, e a Figura 2 mostra a mesma pré-forma depois de a camada de superfície do pano ter sido dividida e a pré-forma 100 é dobrada para seu formato final. Os locais onde fibras de trama trocam de posições 50 podem ser vistos como a série de curtas linhas horizontais na Figura 1.

O pano nessas fotografias consiste, por exemplo, em quatro camadas de travamento e uma camada de superfície. A camada de superfície pode formar os enrijecedores e as camadas de travamento 10 podem formar o revestimento. Algumas das fibras de trama na camada de superfície, por exemplo, trocam de posições com fibras de trama na segunda camada de travamento, travando assim a camada de superfície to o revestimento. O espaçamento das fibras de trama pode ser projetado de forma que os enrijecedores formam um hexágono regular quando 15 a camada de superfície é dividida e dobrada. Por conseguinte, a invenção de acordo com uma modalidade de exemplo pode ser uma pré-forma tecida para um substrato com paredes laterais integrais formadas em um arranjo hexagonal.

O objetivo aqui é tecer uma pré-forma de uma peça consistindo num substrato com paredes laterais integrais, que pode ser 20 formado em um arranjo hexagonal. As paredes laterais consistem em duas camadas de pano que são dobradas para ficarem perpendiculares ao substrato. Uma simulação de papel de uma seção de repetição 25 da pré-forma 100 é mostrada na Figura 3. Deve ser notado que existe uma fibra contínua entre o substrato e paredes laterais em dois dos seis lados de cada hexágono. A pré-forma 100 é dividida em nove regiões 1-9, como mostrado na Figura 4. A direção de fibra 1 pode ser alinhada ou com o urdidura ou a trama, mas as paredes laterais que são integralmente conectadas ao substrato serão sempre paralelas à direção de 30 fibra 1. A pré-forma 100 inclui pelo menos duas camadas, a camada 1 e

a camada 2, por exemplo, como mostrado na Figura 5. As fibras na direção 1 sempre estão completamente dentro de uma única camada, mas as fibras na direção 2 periodicamente mudam de uma camada para a próxima nas interseções entre algumas regiões. É útil definir  
5 vários grupos de fibras de direção 2, como mostrado na Figura 5. As fibras na direção 2 no grupo A tecem dentro da camada 1 na região 1 e dentro da camada 2 na região 2. De modo semelhante, as fibras na direção 2 no grupo B tecem dentro da camada 1 na região 2 e camada 2 na região 1. Relações similares são válidas para as fibras na direção 2  
10 nos grupos E e F e I e J. Em contraste, fibras na direção 2 nos grupos C e G sempre tecem na camada 1 e fibras na direção 2 nos grupos D e H sempre tecem na camada 2.

Uma arquitetura de fibra de exemplo de acordo com uma modalidade da presente invenção é mostrada na Figura 6. Para finali-  
15 dades de demonstração, a direção 1 se refere à direção de urdidura e a direção 2 se refere à direção de trama. Uma série de seções transversais foi desenhada para esclarecer as posições de várias fibras em cada região. A posição no plano de cada corte de seção transversal é mostrada na Figura 6. Como pode ser visto, os cortes de seções transversais  
20 são ilustrados aos pares (ou seja, um -A e A -A, por exemplo), de forma que todas das fibras de urdidura requeridas para travar dentro de todas as fibras de trama poderiam ser separadas em dois grupos.

Através de posições de espessura, os cortes de seções transversais na direção de trama são mostrados na Figura 7, como exemplo.  
25 Os círculos representam fibras de trama 60 correndo perpendiculares ao olho do observador e as linhas contínuas representam fibras de urdidura 80, a Figura 7 também mostra que existem quatro camadas, por exemplo, na pré-forma. A camada 1 consiste numa única camada de pano, que não se cambia com qualquer outra camada nesta seção  
30 transversal particular; todavia, existem intercâmbios em outras seções

transversais. As camadas 2, 3 e 4 são atualmente intertravantes. As camadas 2 e 4 são adicionadas meramente para demonstrar como a espessura do substrato pode formada; todavia, elas não são necessárias para a prática da invenção.

5                   Através da espessura, posições de corte de seções transversais na direção de urdidura são mostradas na Figura 8. Na Figura 8, círculos representam fibras de urdidura 80 correndo perpendiculares ao olho do observador e linhas contínuas representam fibras de trama 60. As seções transversais de urdidura para o corte A-A são mostradas na  
10   Figura 9. A fibra de urdidura 80 na camada 1 é continua através de todas as regiões em todas as seções transversais de urdidura. Essas fibras de urdidura tornam-se as fibras longitudinais nas paredes laterais, na dobragem. A fibra de urdidura 80 nas camadas 2, 3 e 4 são também continua através de todas as regiões em todas as seções  
15   transversais de urdidura. Camadas adicionais podem ser adicionadas para aumentar a espessura do substrato, como pode ser aparente para uma pessoa de conhecimento comum na arte.

Seções transversais similares para os cortes B-B, C-C e D-D são mostradas nas Figuras 10-12, respectivamente. As diferenças entre  
20   seções transversais A-A através de D- D são as posições relativas das fibras de trama 60 nas camadas 1 e 3. Deve ser notado, todavia, que as fibras de trama 60 nas camadas 1 e 3 não alteram as camadas nas regiões 3 e 7.

Agora, as seções transversais de trama são mostradas nas  
25   Figuras 13-15. As fibras de trama 60 nas camadas 2 e 4 permanecem em uma única camada em todas as seções transversais de trama. Com referência à coluna de trama 1 para o corte de seção E-E no topo da Figura 13, a fibra de trama 60 na camada 1 na região 1 tece-se dentro da camada 3 na região 2. A fibra de trama 60 na camada 3 na região 1  
30   tece-se dentro da camada 1 na região 2. As fibras de trama 60 na

camada 1 eventualmente tornam-se as fibras transversais, em relação à direção longitudinal dos enrijecedores, nas paredes laterais.

Como previamente mencionado, as fibras de trama 60 na região 3 e 7 não se tecem entre camadas. Isto é mostrado na Figura 14 para a região 3. A Figura 15 mostra como as fibras de trama 60 nas camadas 1 e 3 trocam de posições quando elas vão da região 4 para a região 5 para a região 6. Seções transversais para a região 7 e as regiões combinadas 8 e 9 não foram mostradas, mas elas são comparáveis às seções transversais para a região 3 e as regiões combinadas 1 e 2, respectivamente. De acordo com uma modalidade de exemplo da invenção, uma série de fendas é feitas na pré-forma 100 para permitir que as paredes laterais se abram. A primeira etapa aqui é a de fazer fendas longitudinais (na direção de urdidura) na camada 1 nas posições mostradas na Figura 16 pelas setas marcadas com o número 1 ao longo da respectiva linha pontilhada. A segunda etapa é uma série de fendas transversais entre as fendas longitudinais prévias. Essas fendas são mostradas na Figura 16 pelas setas marcadas com o número 2 ao longo da respectiva linha pontilhada. Finalmente, outra série de fendas longitudinais é feita nos locais mostrados na Figura 16 pelas setas marcadas com o número 3 ao longo da respectiva linha pontilhada. As paredes laterais contínuas são então formadas por dobramento das duas metades de camada 1 de forma que elas ficam perpendiculares ao substrato, como mostrado na Figura 17. Essas paredes laterais, todavia, somente serão afixadas ao substrato nas intersecções das regiões 1 e 2, 4 e 5, 5 e 6 e 8 e 9. As seções de parede lateral que não são afixadas ao substrato são exatamente o comprimento direito para formar as paredes laterais restantes de um hexágono, como mostrado na Figura 18. Cada parede lateral incluirá duas camadas de pano, de acordo com uma modalidade de exemplo da invenção.

Uma simulação de papel da pré-forma 100, de acordo com

esta modalidade, é mostrada em seu estado quando tecido na Figura 19(a). Regiões 1-2, 4-6 e 8-9 representam grupos de fibras de trama que trocam de posições entre as duas camadas e regiões 3 e 7 representam grupos de fibras de trama que somente se tecem na camada superior. A  
5 mesma pré-forma 100 depois da divisão e dobramento é mostrada na Figura 19(b). O formato hexagonal das paredes laterais é imediatamente aparente, como pode ser visto na Figura 19(b).

Portanto, de acordo com esta modalidade, uma pré-forma integralmente tecida com enrijecedores em duas ou mais direções é  
10 construída a partir de um pano de base tecido. A estrutura de pano pode incluir uma primeira camada de pano tecido, uma segunda camada de pano tecido e um número de fios entrelaçados entre a primeira camada de pano tecido e a segunda camada de pano tecido em um número de regiões independentes. O primeiro pano é dividido e  
15 dobrado em relação ao segundo pano de forma que um primeiro enrijecedor é formado em uma primeira direção na pré-forma e uma parte do primeiro enrijecedor é dobrada para formar um segundo enrijecedor em uma segunda direção na pré-forma, o segundo enrijece-  
dor sendo um enrijecedor fora de eixo. A pré-forma tecida pode também  
20 incluir uma terceira camada de pano tecido e alguns dos fios podem ser entrelaçados entre a segunda camada de pano tecido e a terceira camada de pano tecido em um número de regiões independentes. O terceiro pano é dividido e dobrado em relação ao segundo pano de forma que um terceiro enrijecedor é formado em uma terceira direção na pré-  
25 forma e uma parte do terceiro enrijecedor é dobrado para formar um quarto enrijecedor em uma quarta direção na pré-forma, o quarto enrijecedor sendo um enrijecedor fora de eixo.

Deve ser notado que a pré-forma pode ser tecida em qual-  
quer padrão. Por exemplo, o padrão de fibra de urdidura pode ser  
30 selecionado de estilos de dobra com dobra, ortogonais e intertrava de

ângulo. Os fios entrelaçados podem ser fios de urdidura e/ou de trama. Esses fios podem ser feitos de qualquer material, por exemplo, carbono, náilon, raiom, fibra de vidro, algodão, cerâmica, aramida e polietileno.

A invenção de acordo com uma modalidade é um compósito reforçado com fibras incluindo a pré-forma integralmente tecida descrita na modalidade acima. A pré-forma, por exemplo, pode ser impregnada com um material de matriz, tal como, por exemplo, uma resina. O compósito pode ser processado via moldagem por transferência de resina ou filtração de vapor química. O material de resina pode ser qualquer dentre epóxi, poliéster, bismaleimida, vinil-éster, cerâmica e carbono. A invenção, de acordo com uma modalidade de exemplo, é um método de formar uma pré-forma integralmente tecida 200, similar ao primeiro, exceto que as fibras em ambas as direções trocam de posições entre os enrijecedores e o revestimento. Fotografias de um pano 200 que usa esta proposta são mostradas nas Figuras 20(a)-(c). O pano 200 nessas fotos mostra um painel que tem enrijecedores em um arranjo hexagonal. O padrão hexagonal formado pelas fibras trocando de locais é imediatamente aparente, como pode ser visto na Figura 20(a).

Os segmentos formados em hexágono da camada de superfície da pré-forma 200 podem ser divididos para formar três enrijecedores, como mostrado na Figura 20(b). Esses enrijecedores são dobrados no local para formar um arranjo hexagonal, por exemplo, como mostrado na Figura 20(c). Somente um hexágono completo é mostrado nesta fotografia, mas este elemento de repetição pode ser duplicado sobre a superfície inteira do painel, como pode ser aparente para uma pessoa de conhecimento comum na arte.

Este mesmo método pode também ser usado para formar a pré-forma 300 que tem enrijecedores nas direções de  $\pm 45^\circ$  por arranjar os locais de troca em um padrão de diamante, ao invés de um padrão

hexagonal, por exemplo, como mostrado nas Figuras 21(a)-(d). Deve ser notado que as Figuras 21(c) & 21(d) são lados opostos, por exemplo, lado superior e lado inferior, da mesma pré-forma 300. Neste caso, o enrijecedor de +45° em um lado pode ser equilibrado por um enrijecedor de -45° no lado oposto, por exemplo. Esta não é, todavia, uma condição necessária e configurações com enrijecedores somente em um lado estão dentro do escopo da presente invenção.

Portanto, de acordo com esta modalidade, uma pré-forma integralmente tecida com enrijecedores em duas ou mais direções pode ser construída a partir de um pano tecido. O pano pode incluir uma primeira camada de pano tecido, uma segunda camada de pano tecido e um número de fios entrelaçados entre a primeira camada de pano tecido e a segunda camada de pano tecido. Alguns dos fios são entrelaçados sobre uma região entre o primeiro pano e o segundo pano e o primeiro pano é dividido e dobrado em relação ao segundo pano de forma que um primeiro enrijecedor fora de eixo é formado na pré-forma. Uma primeira parte em um primeiro lado de uma região entrelaçada da primeira camada de pano tecido é dobrada conjuntamente com uma primeira parte em um segundo lado da região entrelaçada da primeira camada de pano tecido para formar uma nervura de enrijecedor fora de eixo em uma primeira direção. A pré-forma tecida pode também incluir uma terceira camada de pano tecido e um número de fios entrelaçados entre a segunda camada de pano tecido e a terceira camada de pano tecido. Alguns dos fios são entrelaçados tecidos sobre uma região entre o segundo pano e o terceiro pano e o terceiro pano é dividido e dobrado em relação ao segundo pano de forma que um segundo enrijecedor fora de eixo é formado na pré-forma. Uma primeira parte em um primeiro lado de uma região entrelaçada da terceira camada de pano tecido é dobrada conjuntamente com uma primeira parte em um segundo lado da região entrelaçada da terceira camada de pano tecido para formar uma nervura de enrijecedor fora de eixo em uma segunda direção.

Como descrito nas modalidades prévias, a pré-forma pode ser tecida em qualquer padrão escolhido. Por exemplo, o padrão de fibra de urdidura pode ser selecionado dentre estilos de intertrava de dobra com dobra, ortogonal e de ângulo. Os fios entrelaçados podem ser  
5 fios de urdidura e/ou de trama. Esses fios podem ser feitos de qualquer material, por exemplo, carbono, náilon, raiom, fibra de vidro, algodão, cerâmica, aramida e polietileno.

A invenção de acordo com uma modalidade é um compósito reforçado com fibras incluindo a pré-forma integralmente tecida  
10 descrita na modalidade acima. A pré-forma, por exemplo, pode ser impregnada com um material de matriz, tal como, por exemplo, uma resina para formar um compósito. O compósito pode ser processado via moldagem por transferência de resina ou filtração de vapor química. O material de resina pode ser qualquer de epóxi, poliéster, bismaleimida,  
15 vinil-éster, cerâmica e carbono. Como previamente mencionado, os métodos da presente invenção podem também ser incorporados na alma de vigas tecidas de 3D que têm flanges e almas integrais, por exemplo, viga em I ou canais. Nesses casos, troca de locais são arrançadas para formar triângulos que irão colocar enrijecedores entre os flanges.  
20 Embora os enrijecedores possam ser orientados em praticamente qualquer ângulo, em relação aos flanges, a orientação deles a  $\pm 45^\circ$  maximiza sua contribuição para a resistência ao cisalhamento e rigidez da viga. Outra orientação útil possível com esta técnica é quando os enrijecedores são perpendicular aos flanges, formando intercostais que  
25 suportam a viga através de compressão em espessura. Simulações de papel de configurações típicas para uma viga em I e para um canal são mostradas nas Figuras 22(a) e 22(b), respectivamente.

A invenção de acordo com uma modalidade de exemplo é um método de formar uma pré-forma integralmente tecida 500, como  
30 mostrado na Figura 23. Nesta modalidade, a tecitura de fibras de

urdidura e de trama na superfície na região 1 pode trocar de locais com fibras de urdidura e de trama complementares que foram tecidas no revestimento na interface entre regiões 1 e 2, por exemplo. Essas mesmas fibras podem trocar de locais novamente na interseção das

5 regiões 2 e 3. A folha superior de pano 500 pode ser dividida na direção de trama para produzir o material que fica dobrado para formar os enrijecedores de acordo com esta modalidade. Embora modalidades preferidas da presente invenção e modificações da mesma tenham sido descritas em detalhe aqui, deve ser entendido que esta invenção não é

10 limitada a esta modalidade precisa e modificações e que outras modificações e variações podem ser efetuadas por uma pessoa especializada na técnica sem fugir do espírito e escopo da invenção como definida pelas Reivindicações anexas.

**REIVINDICAÇÕES**

1. Pré-forma integralmente tecida com endurecedores em duas ou mais direções, construída a partir de um tecido de base entretecido, **caracterizada** pelo fato de que o tecido de base compreende:

um primeiro pano tecido;

um segundo pano tecido;

um terceiro pano tecido; e

uma pluralidade de filamentos entrelaçados entre dito primeiro pano tecido e dito segundo pano tecido,

em que os referidos filamentos múltiplos são entrelaçados acima de uma região entre dito primeiro tecido e dito segundo tecido e o referido primeiro tecido é dobrado em relação ao citado segundo tecido de tal modo que um primeiro endurecedor integral é formado em dita pré-forma; e

uma pluralidade de filamentos entrelaçados entre dito segundo pano tecido e o citado terceiro pano tecido, em que os referidos filamentos múltiplos são entrelaçados acima de uma região entre dito segundo tecido e o dito terceiro tecido, e dito terceiro tecido é dobrado em relação ao citado segundo tecido de tal modo que um segundo endurecedor integral é formado em dita pré-forma,

em que dito primeiro endurecedor integral e/ou dito segundo endurecedor integral é um endurecedor integral fora

de eixo e perpendicular ao segundo tecido,

em que fora de eixo significa orientado a uma direção ou ângulo diferente de 0 e +/- 90 graus a partir de uma direção alinhada com filamentos ou fibras de urdidura ou trama.

2. Pré-forma integralmente tecida com endurecedores em duas ou mais direções, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que os ditos primeiro e segundo endurecedores fora de eixo são formados a uma orientação de + / - 60 graus ou + /- 45 graus.

3. Pré-forma Integralmente Tecida com Endurecedores em Duas ou Mais Direções, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que:

a pluralidade de filamentos entretecidos entre dito primeiro pano tecido e o citado segundo pano tecido estão numa pluralidade de regiões independentes,

o primeiro endurecedor integral é formado numa primeira direção em dita pré-forma e uma parte do citado primeiro endurecedor é dobrada para formar um terceiro endurecedor numa segunda direção em dita pré-forma, o dito primeiro endurecedor e/ou dito terceiro endurecedor sendo um endurecedor integral fora de eixo,

uma pluralidade de filamentos entretecidos entre dito segundo pano tecido e o referido terceiro pano tecido estão numa pluralidade de regiões independentes, em que o segundo

endurecedor é formado em uma terceira direção em dita pré-forma e uma parte de dito segundo endurecedor é dobrada para formar um quarto endurecedor em uma quarta direção em dita pré-forma, sendo o referido quarto endurecedor um endurecedor fora de eixo.

4. Pré-forma Integralmente Tecida com Endurecedores em Duas ou Mais Direções, de acordo com a reivindicação 1 ou 3, **caracterizada** pelo fato de que o dito primeiro pano tecido é fendido a partir de uma superfície superior do citado segundo pano tecido em uma ou mais regiões ou em que o referido terceiro pano tecido é fendido a partir de uma superfície inferior do citado segundo pano tecido em uma ou mais regiões.

5. Pré-forma Integralmente Tecida com Endurecedores em Duas ou Mais Direções, de acordo com a Reivindicação 1 ou 3, **caracterizada** pelo fato de que o dito tecido de base é tecido a partir de filamentos ou fibras de urdidura ou trama.

6. Pré-forma Integralmente Tecida com Endurecedores em Duas ou Mais Direções, de acordo com a Reivindicação 5, **caracterizada** pelo fato de que o padrão de fibra de urdidura é um padrão selecionado a partir do grupo que consiste em dobra a dobra, ortogonal e intertravamento angular.

7. Pré-forma Integralmente Tecida com Endurecedores em Duas ou Mais Direções, de acordo com a Reivindicação 6, **caracterizada** pelo fato de que os ditos filamentos ou fibras

de urdidura e trama são selecionados a partir do grupo que consiste em carbono, fibra sintética, rayon, fibra de vidro, algodão, cerâmica, aramida e polietileno.

8. Pré-forma Integralmente Tecida com Endurecedores em Duas ou Mais Direções, de acordo com a Reivindicação 6, **caracterizada** pelo fato de que o dito terceiro endurecedor e quarto endurecedor são formados a uma orientação de + / - 60 graus ou + / - 45 graus.

9. Compósito Reforçado de Fibra **caracterizado** pelo fato de que compreende uma pré-forma integralmente tecida de acordo com a Reivindicação 1 ou 3; e

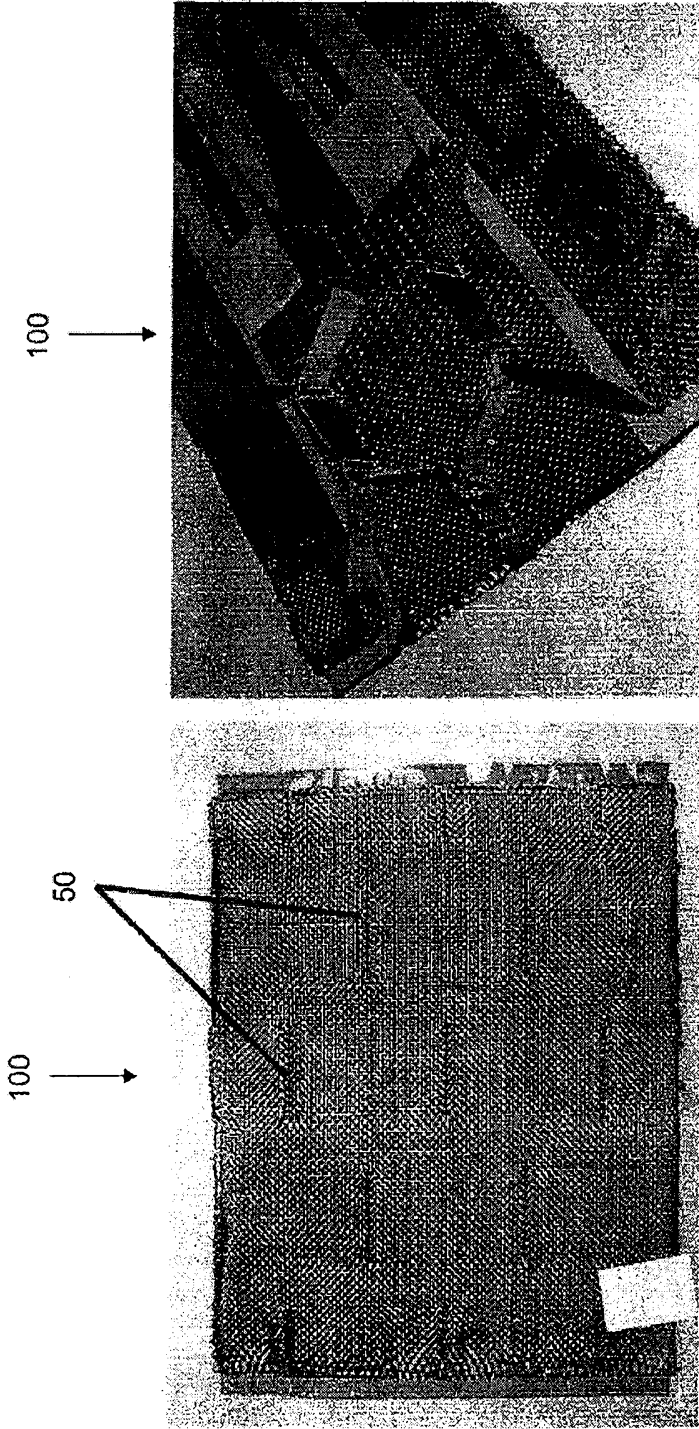
um material de matriz.

10. Compósito Reforçado de Fibra, de acordo com a Reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que o referido material de matriz é uma resina e o citado compósito é formado a partir de um processo selecionado a partir do grupo que consiste em moldagem por transferência de resina e filtração de vapor químico.

11. Compósito Reforçado de Fibra, de acordo com a Reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que dito material de matriz é selecionado a partir do grupo que consiste em epoxi, poliéster, bismaleimida e vinil-éster.

12. Pré-forma Integralmente Tecida com Endurecedores em Duas ou Mais Direções, de acordo com a Reivindicação 1 ou 3, **caracterizada** pelo fato de que a pré-forma tecida é uma

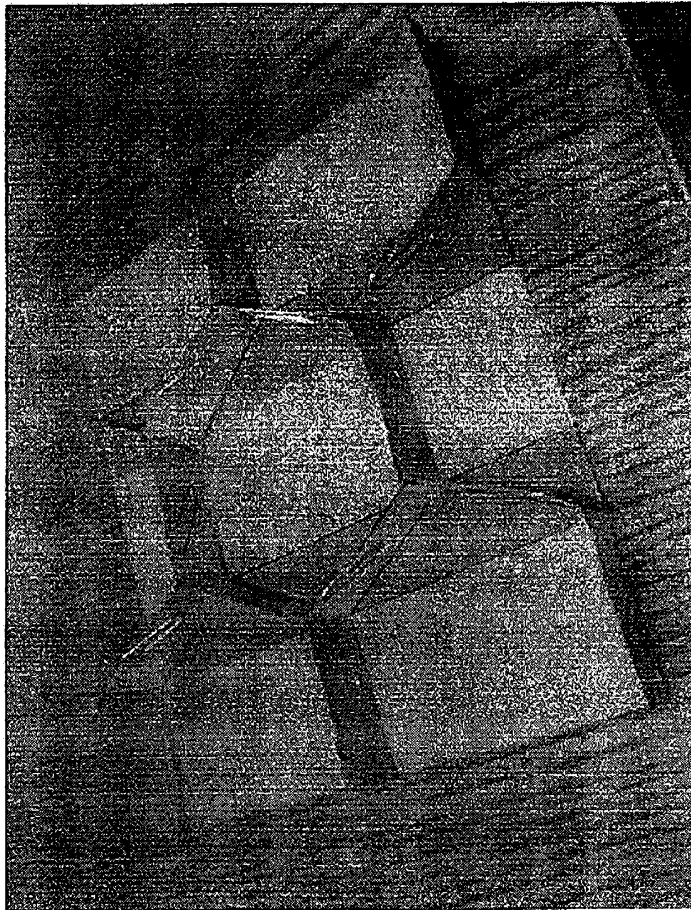
viga em I.



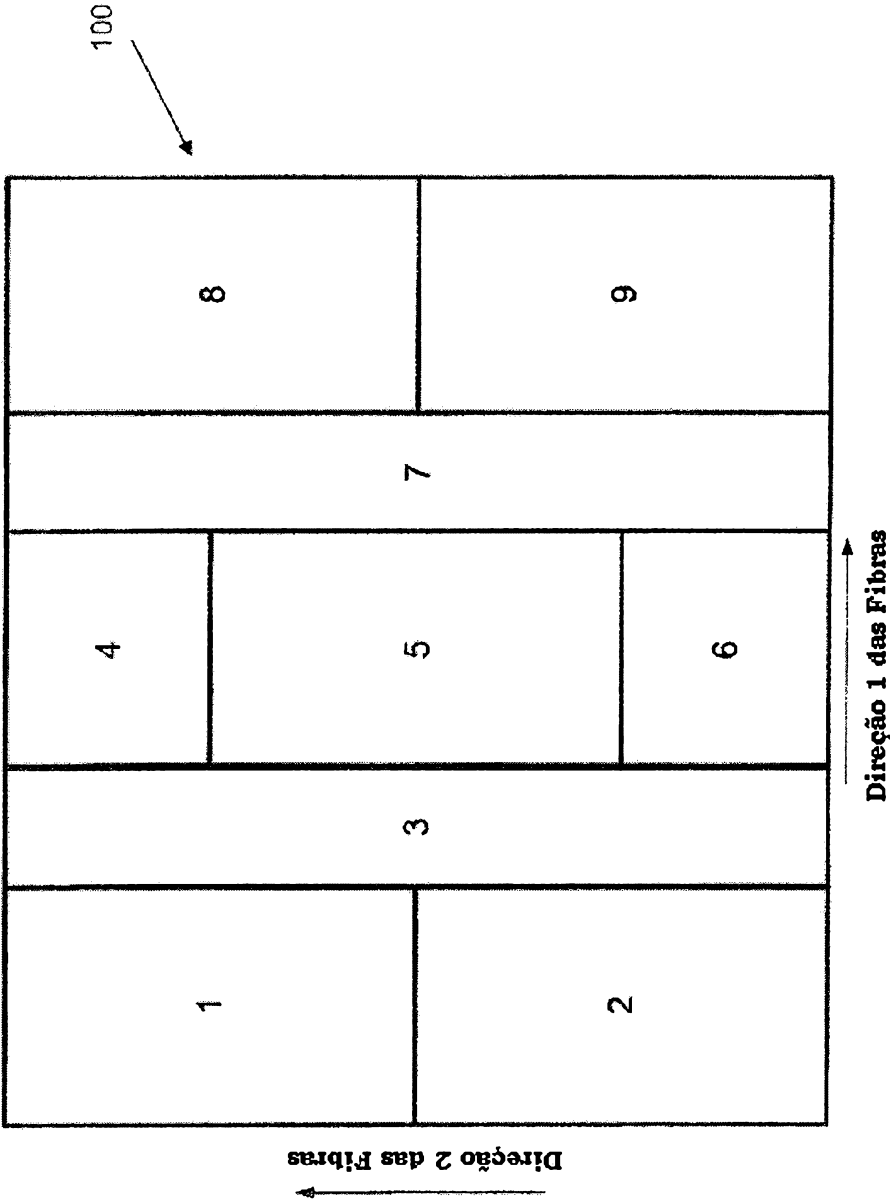
**Figure 1**

**Figure 2**

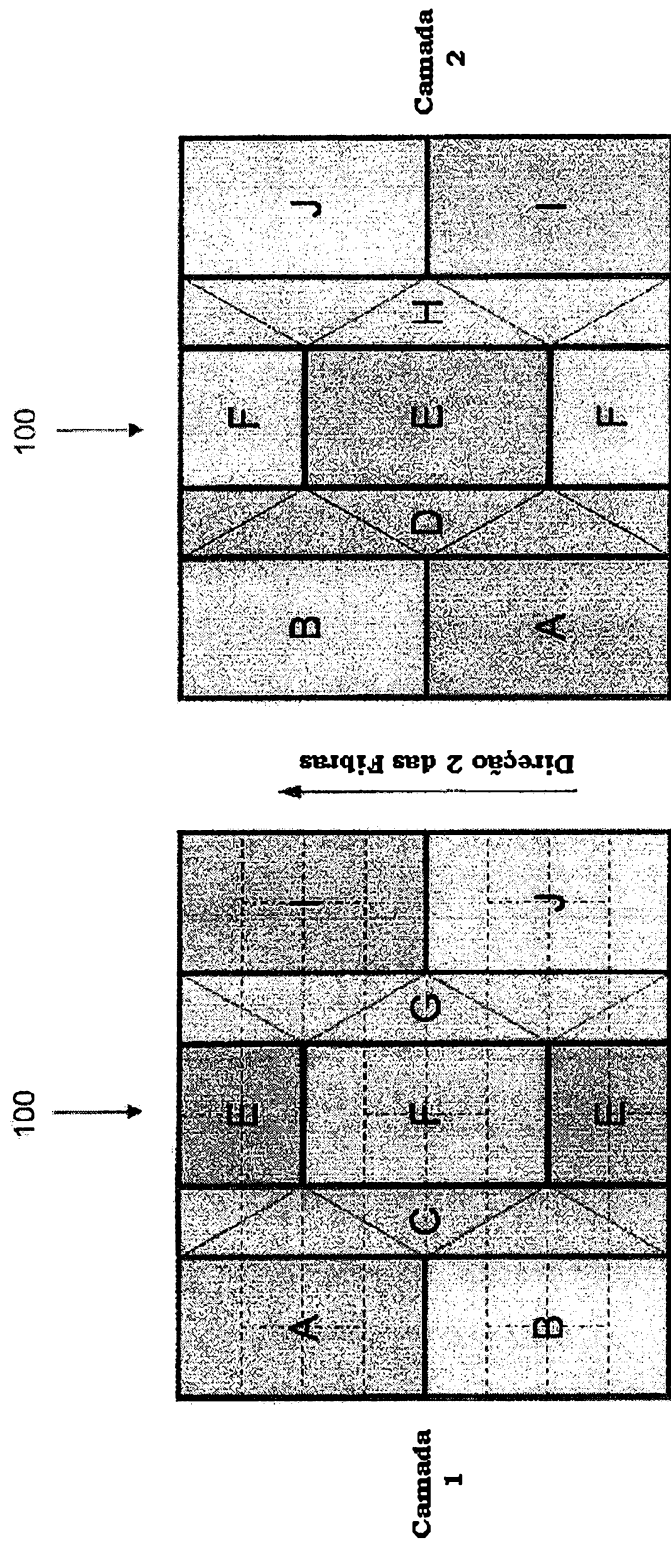
25



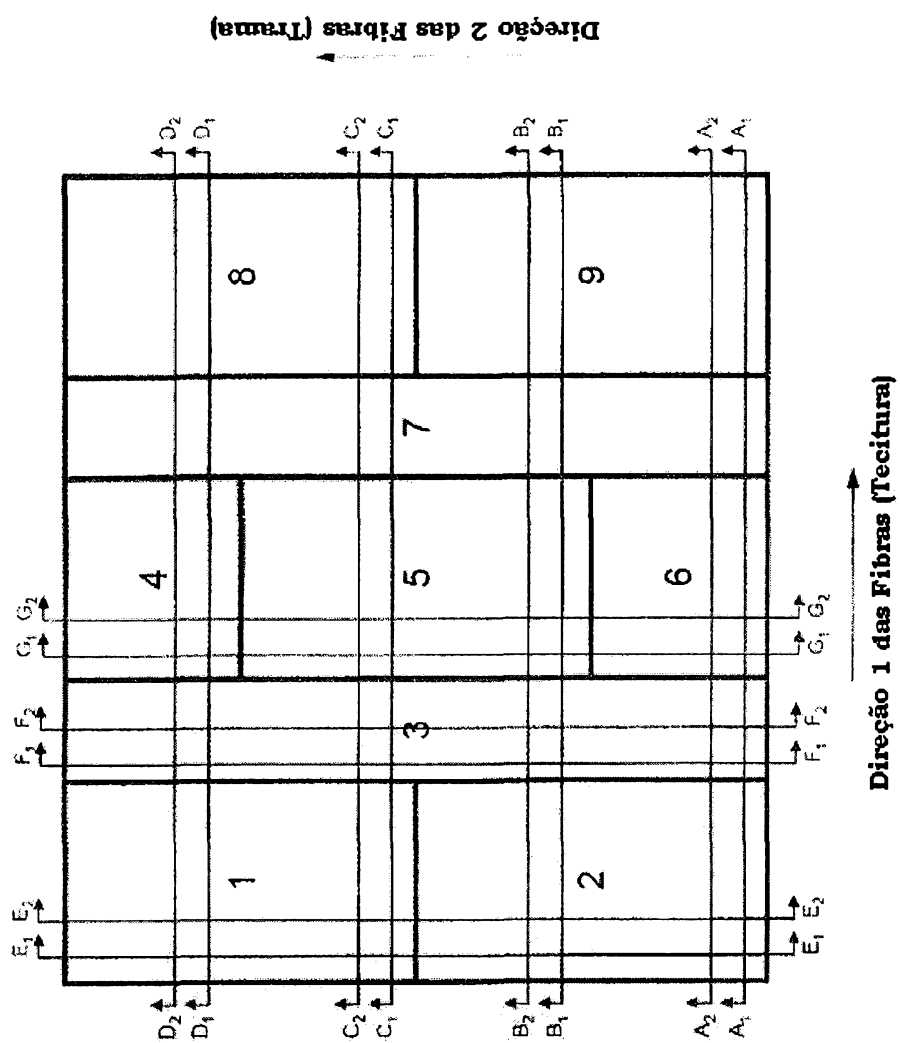
**Figura 3**



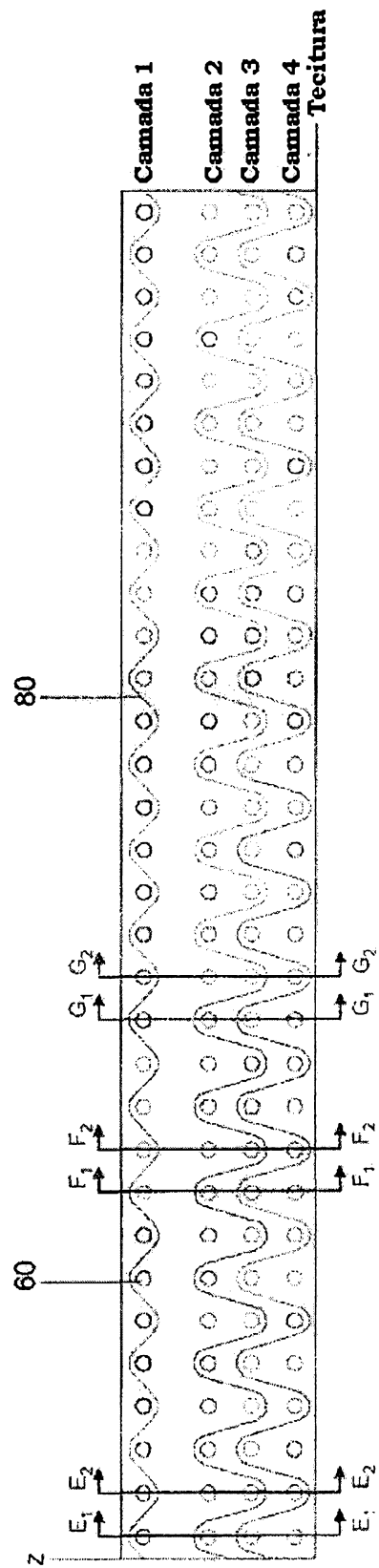
**Figura 4**

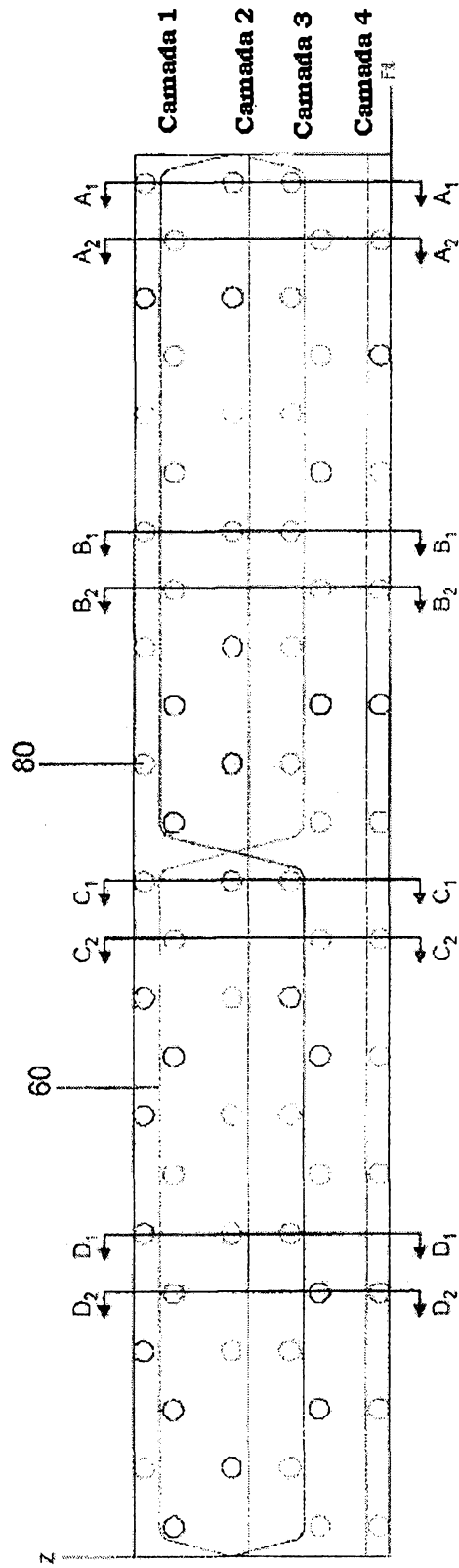


**Figura 5**

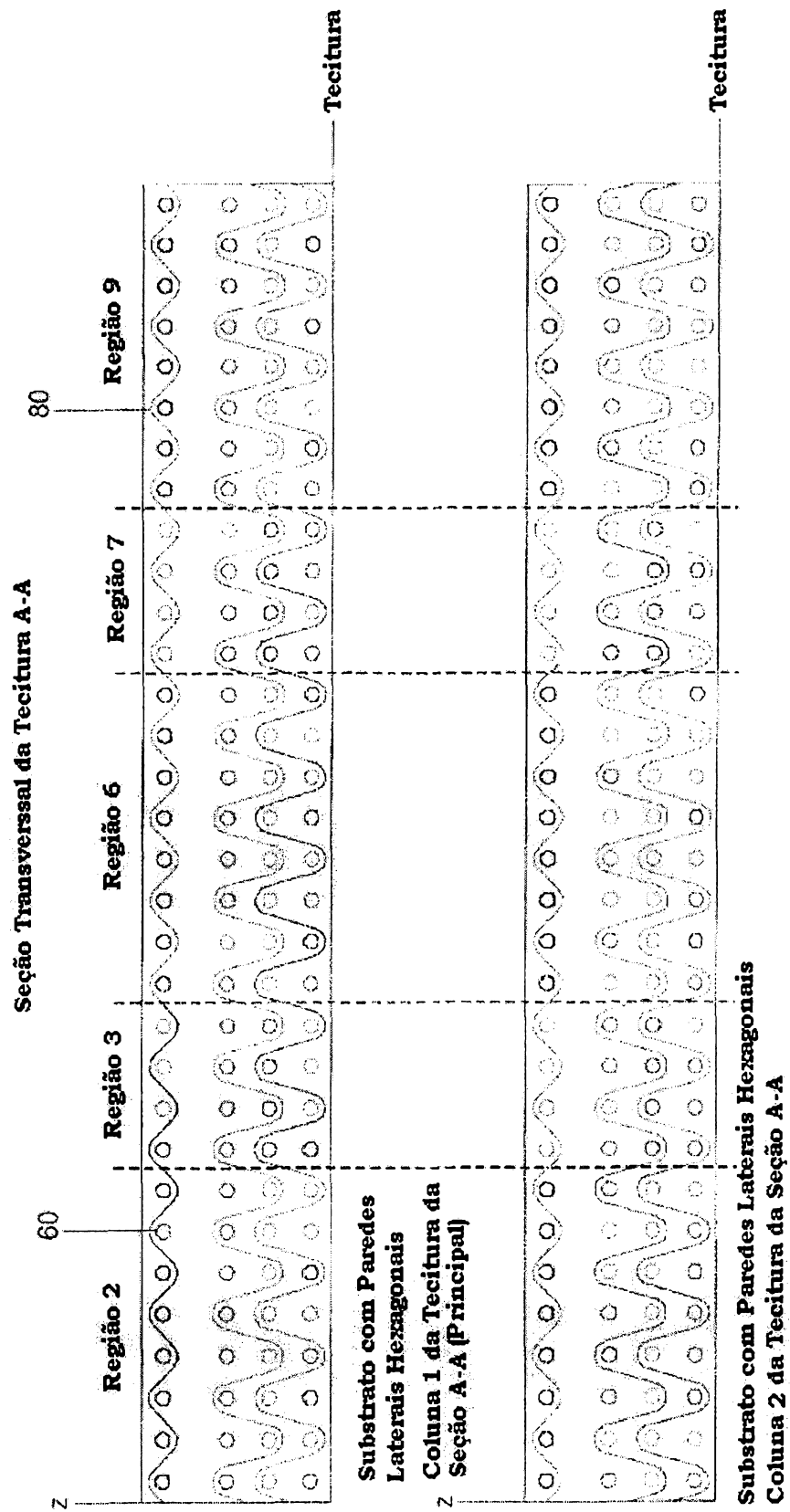


**Figura 6**

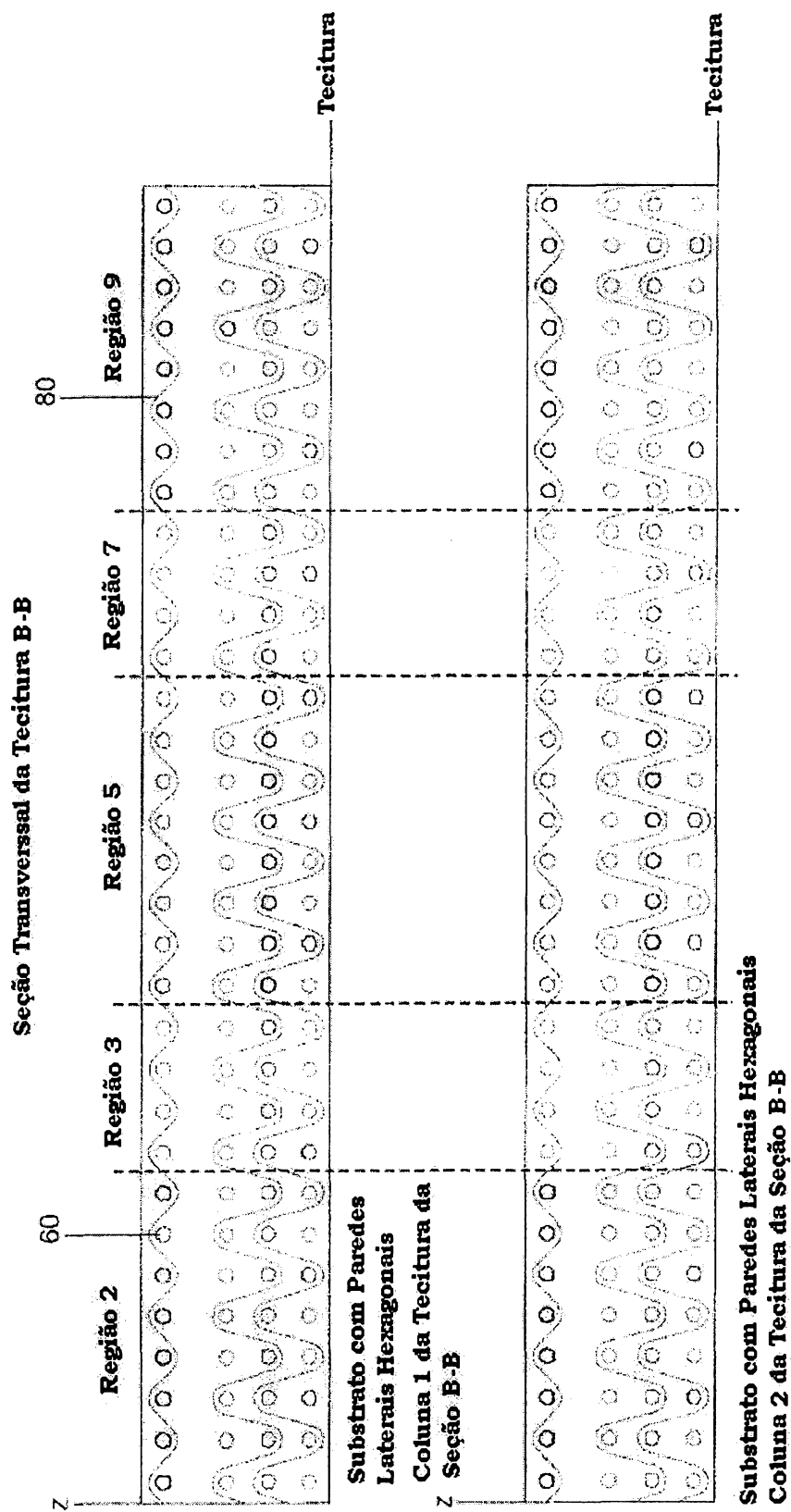
**Figura 7**



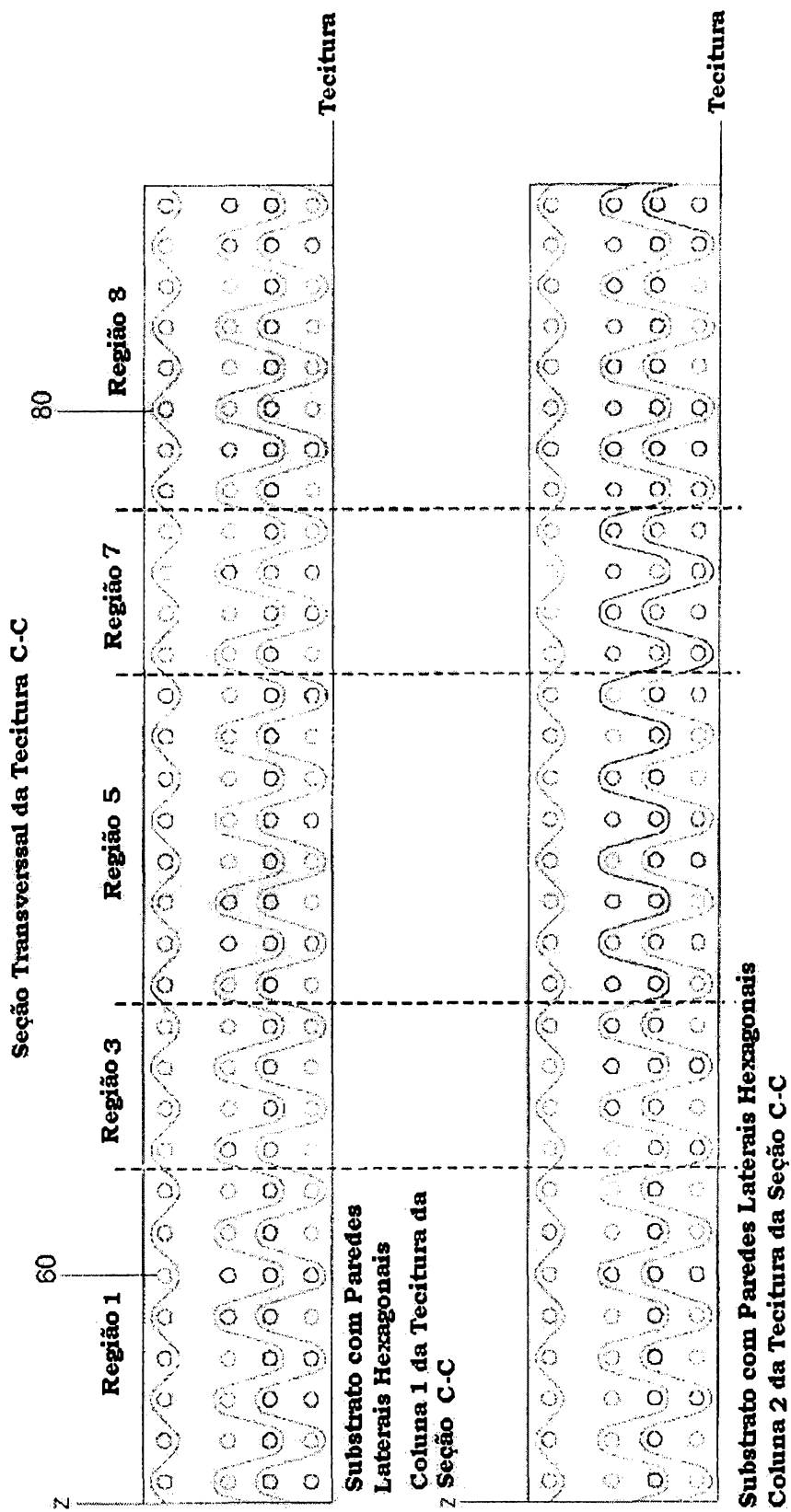
**Figura 8**



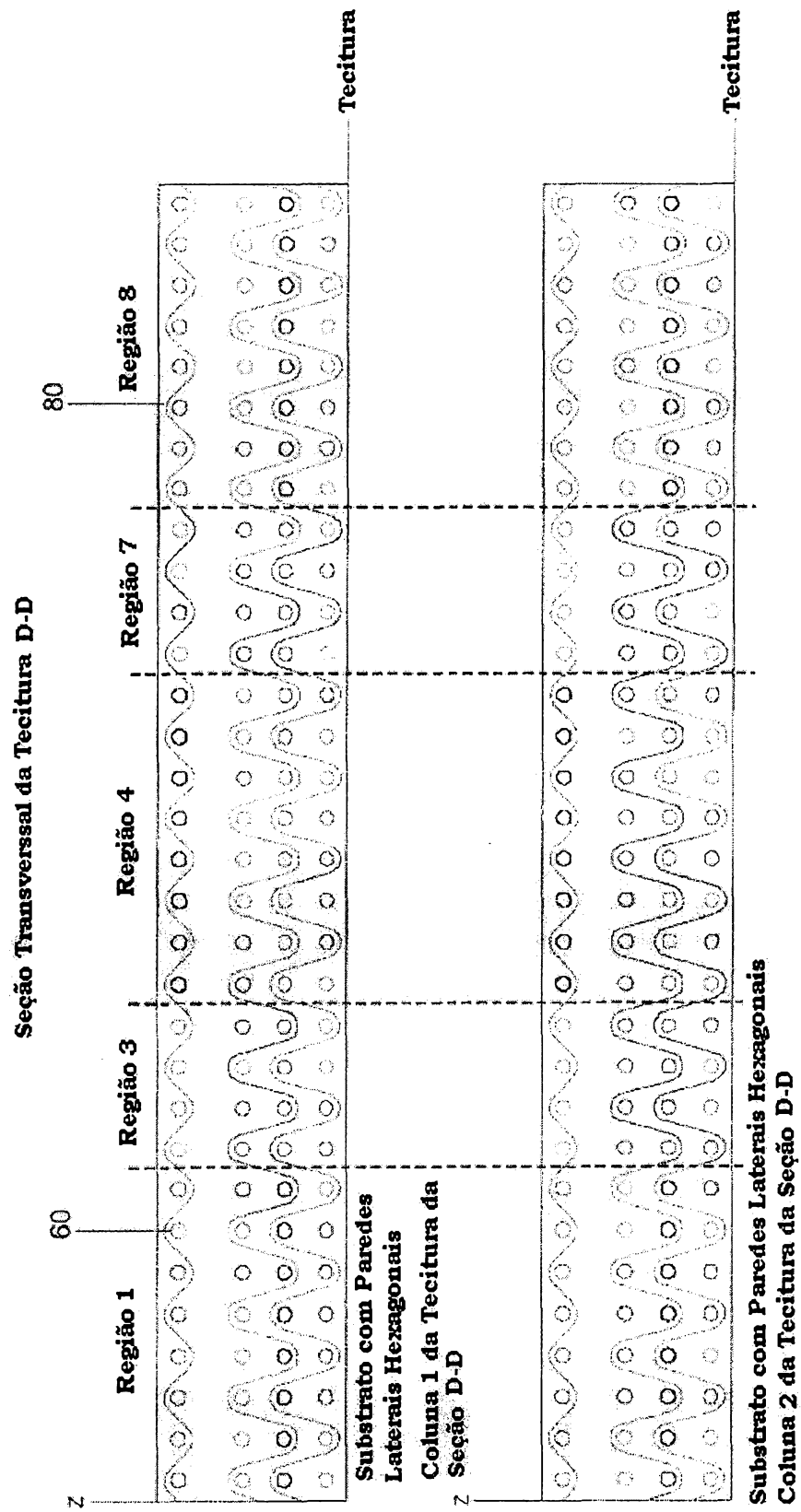
**Figura 9**



**Figura 10**



**Figura 11**



# **Figura 12**

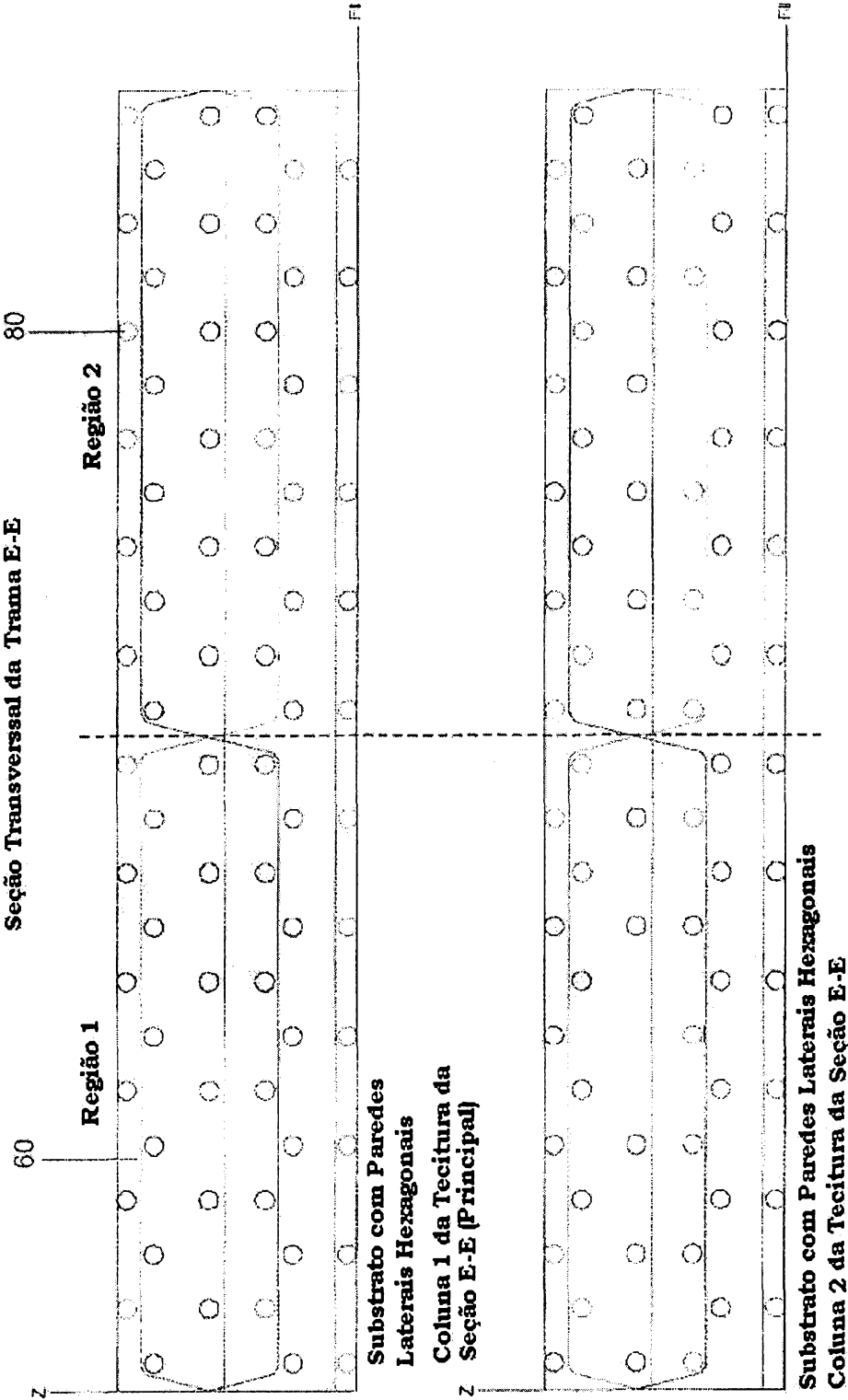
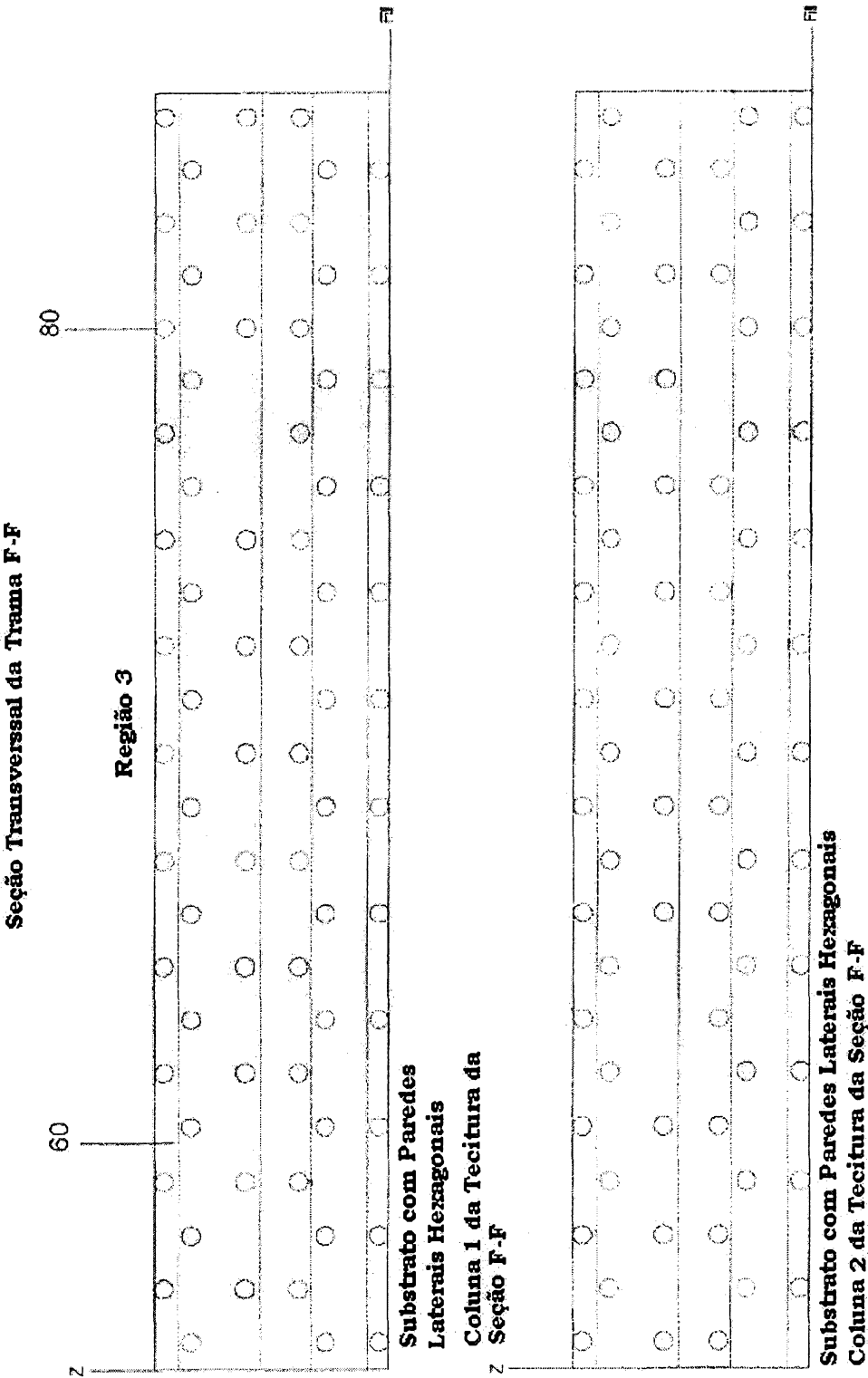
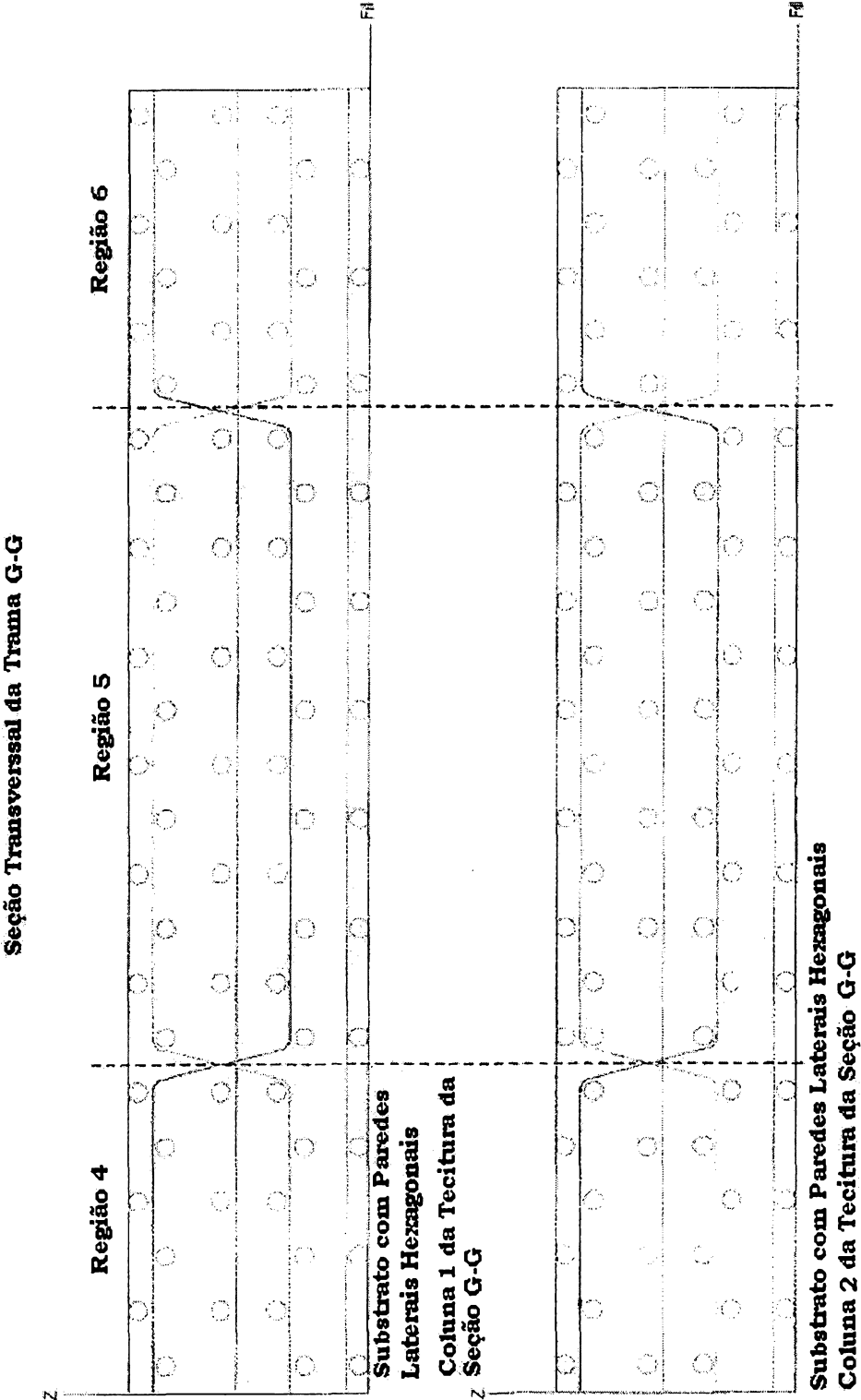


Figura 13



**Figura 14**



**Figura 15**

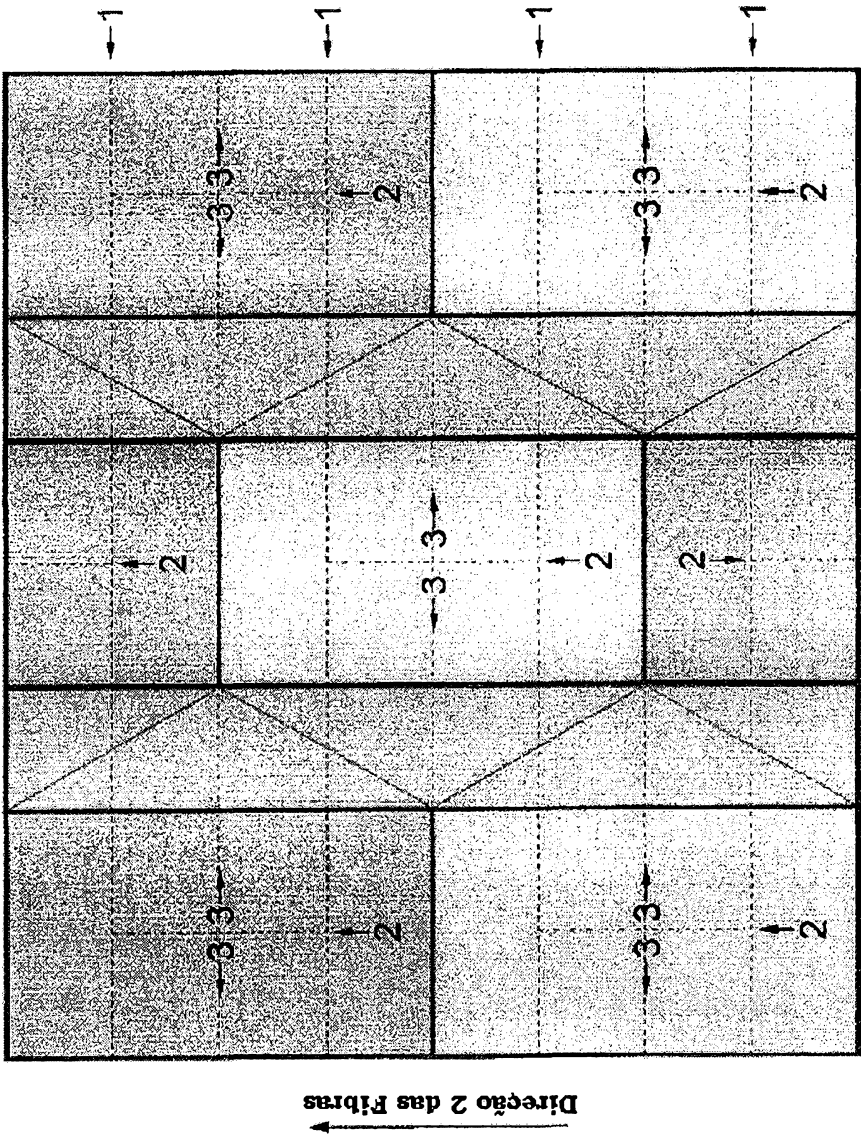
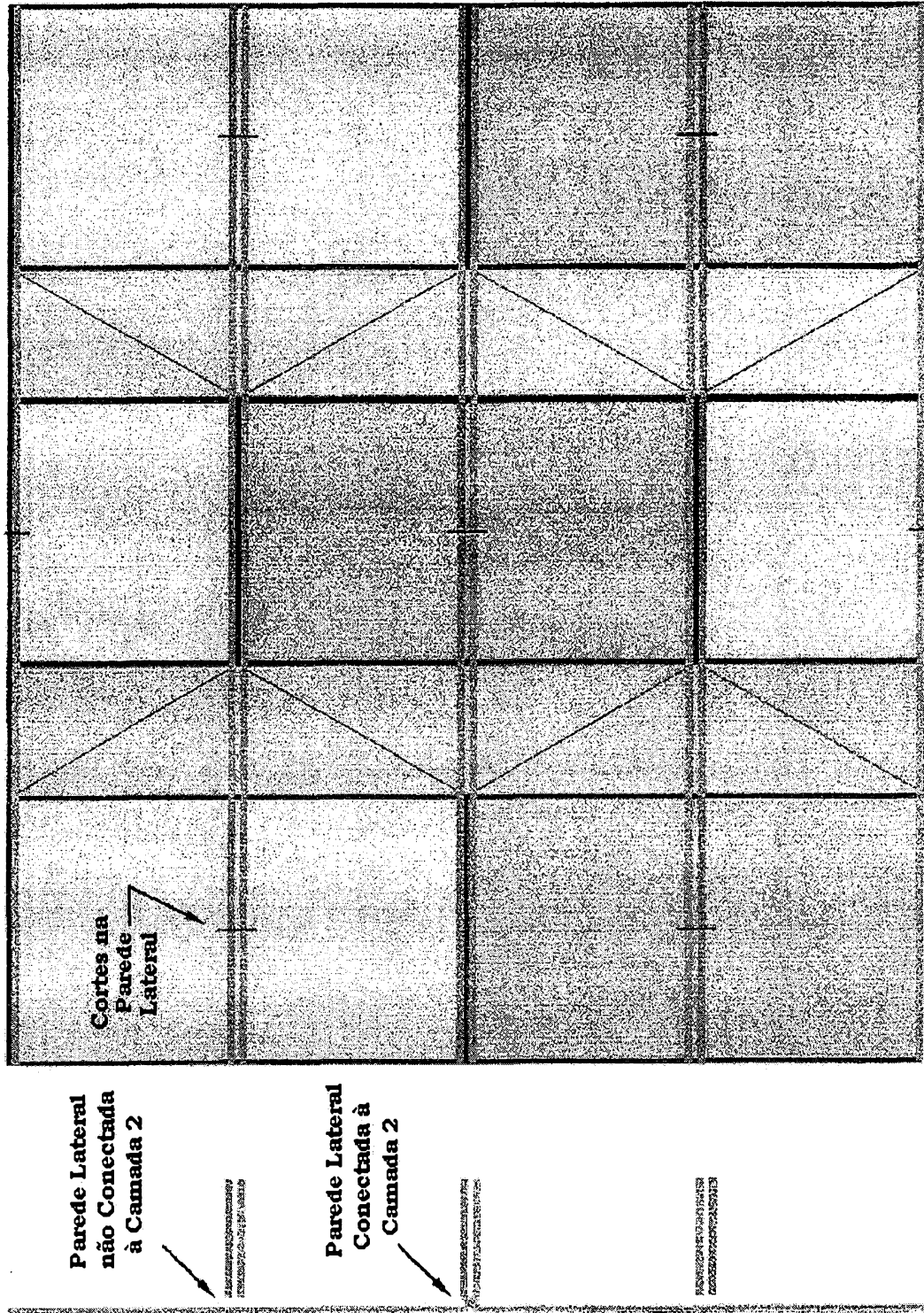
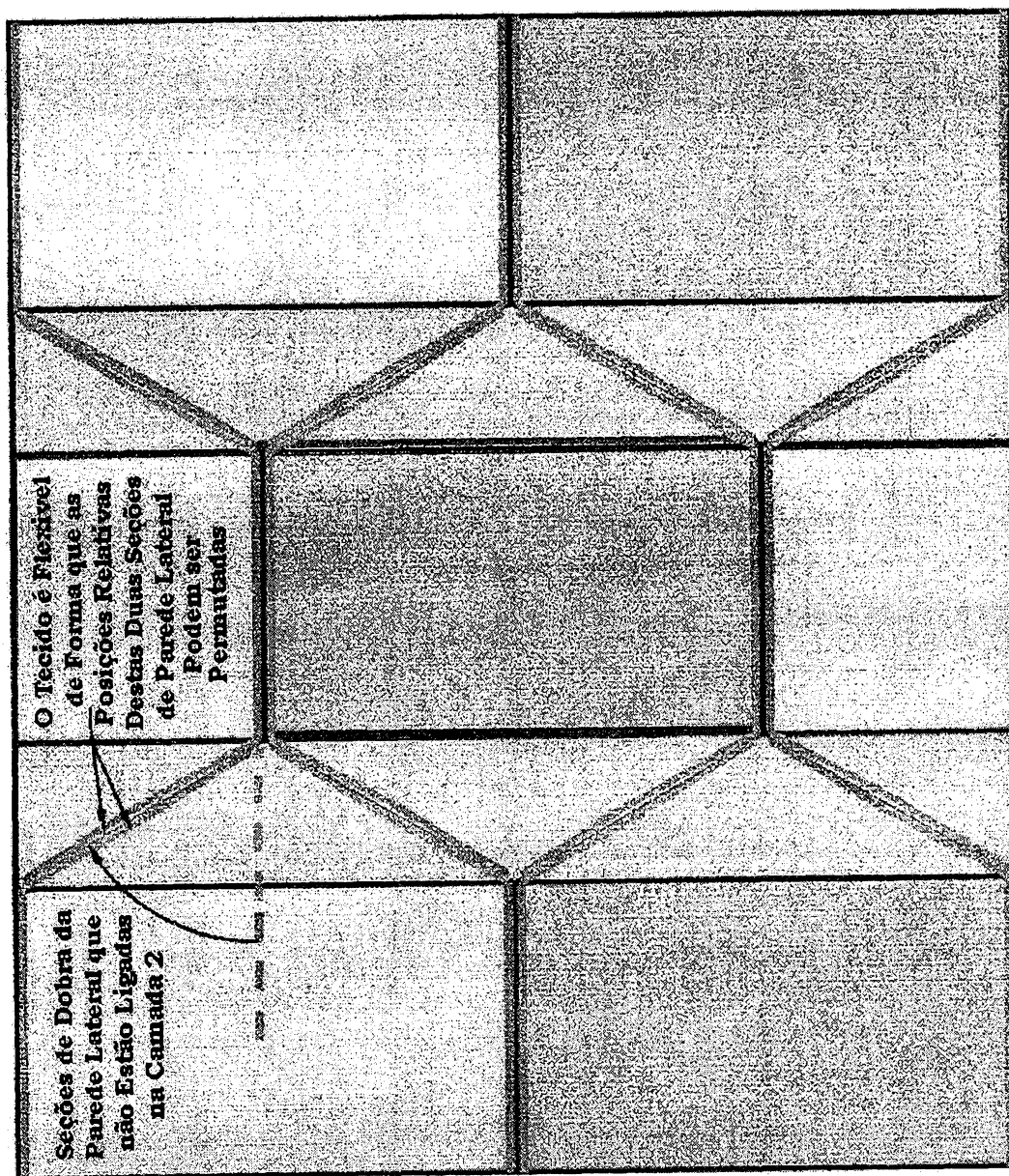


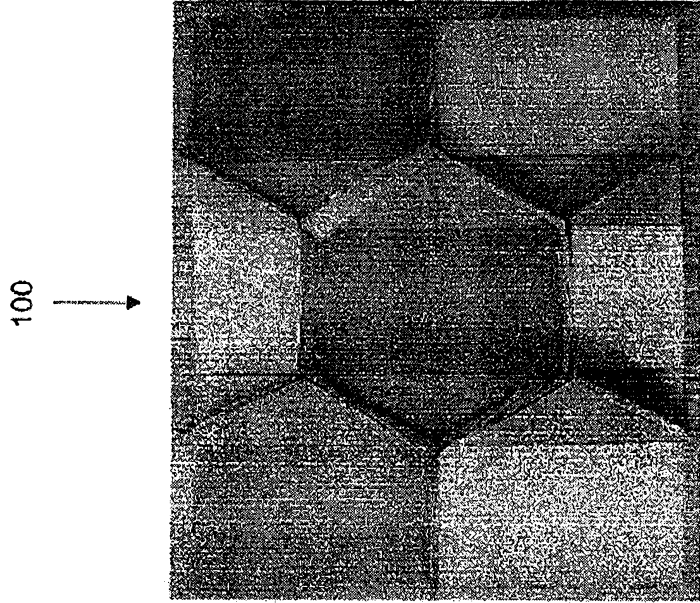
Figura 16



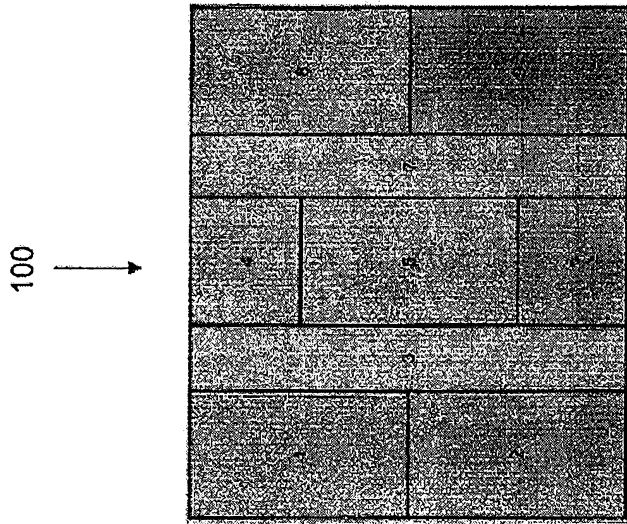
**Figura 17**



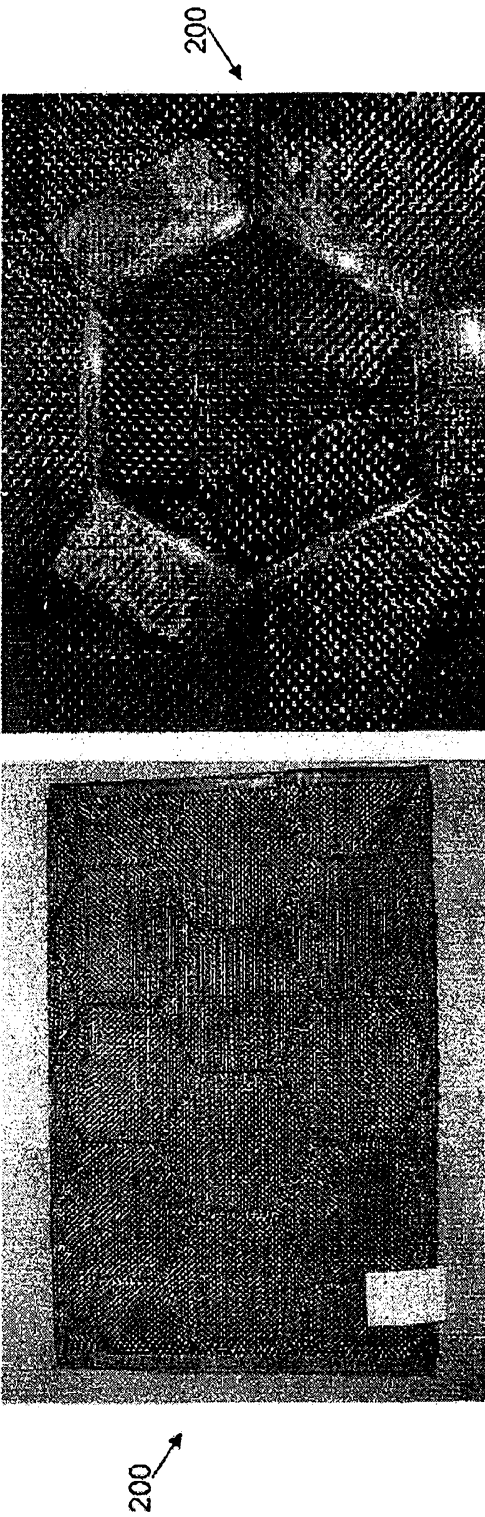
**Figura 18**



**Figura 19(a)**

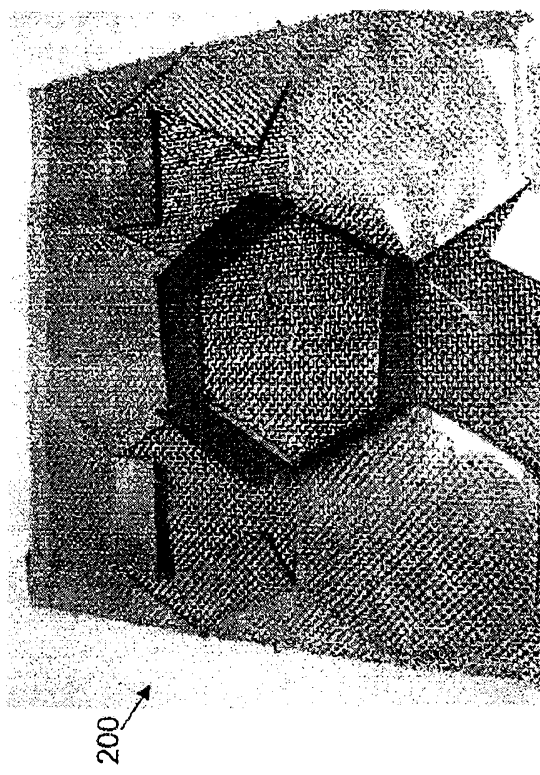


**Figura 19(b)**

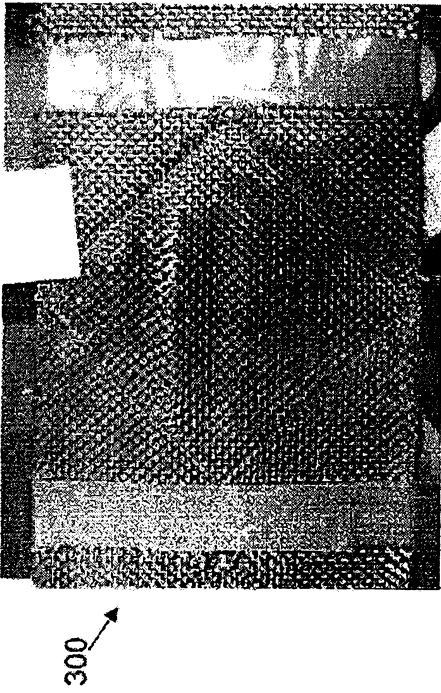


**Figura 20(a)**

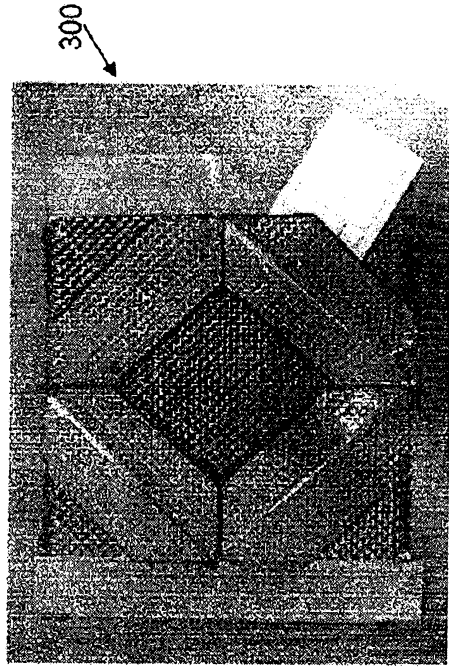
**Figura 20(b)**



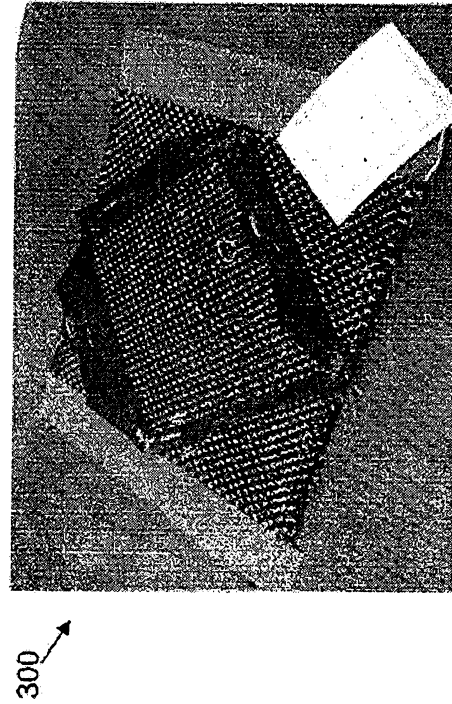
**Figura 20(c)**



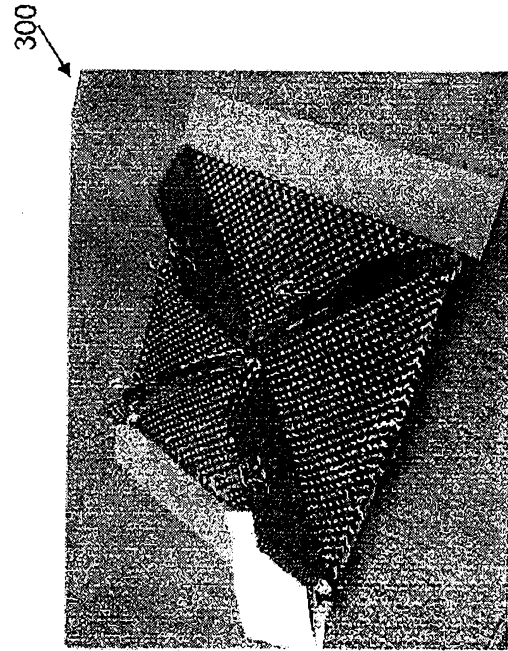
**Figura 21(a)**



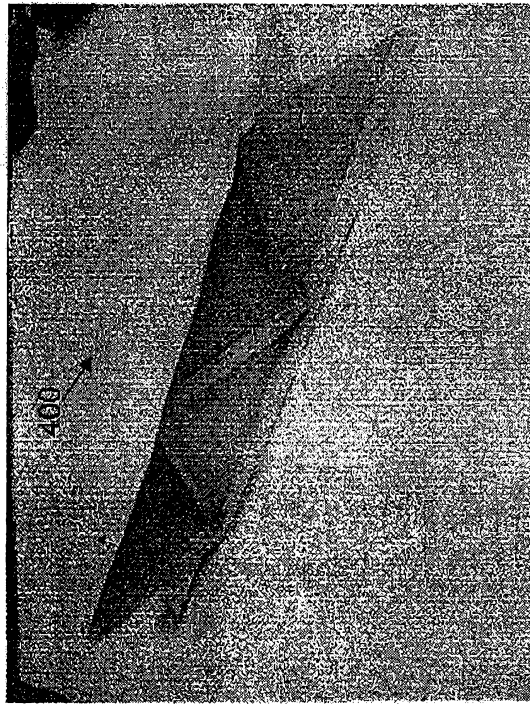
**Figura 21(b)**



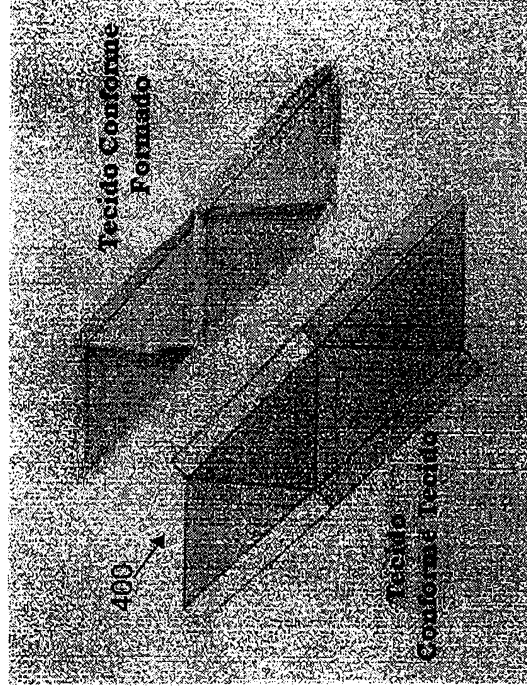
**Figura 21(c)**



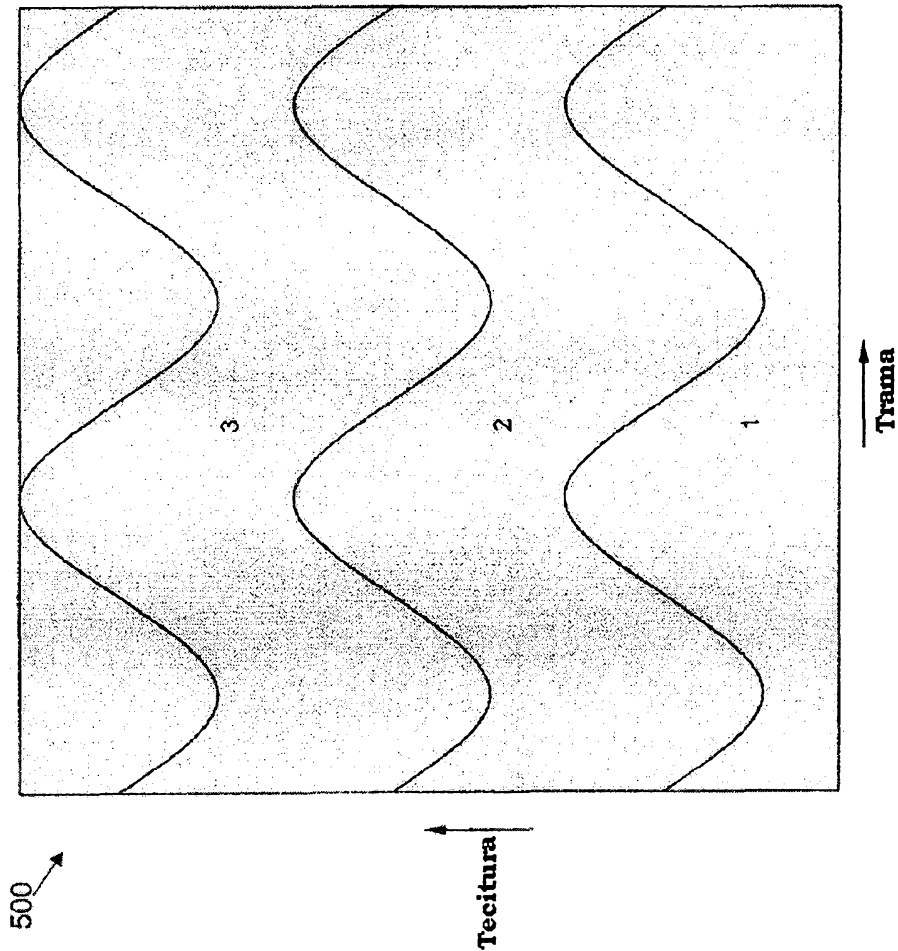
**Figura 21(c)**



**Figura 22(a)**



**Figura 22(b)**



**Figura 23**

**“Pré-forma Integralmente Tecida com Endurece-  
dores em Duas ou Mais Direções”**

**Resumo**

Uma pré-forma tridimensional integralmente tecida com endure-  
5 cedores em duas ou mais direções construída a partir de um pano tecido tendo  
uma primeira, uma segunda e uma terceira camada opcional de pano tecido.  
Uma pluralidade de filamentos é entrelaçada sobre uma região entre a pri-  
meira e a segunda camadas de tecido de tal modo que a primeira camada de  
tecido é dobrável em relação à segunda camada de tecido. Uma pluralidade  
10 adicional de filamentos é entrelaçada sobre uma região entre a segunda e a  
terceira camadas de tecido de tal modo que a terceira camada de tecido é do-  
brável em relação à segunda camada de tecido. Após dobrar as camadas de  
pano tecido, é formada a pré-forma tridimensional integralmente tecida com  
endurecedores em duas ou mais direções.