



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

(21) **PI 0618020-5 A2**



(22) Data de Depósito: 16/10/2006
(43) Data da Publicação: 06/03/2012
(RPI 2148)

(51) *Int.Cl.:*
D03D 15/06
D03D 13/00
D03D 23/00
B29C 70/22
E04B 1/38

(54) **Título:** ADAPTAÇÃO DE CANTO E RESPECTIVO MÉTODO DE FORMAÇÃO

(30) **Prioridade Unionista:** 03/11/2005 US 11/266,709

(73) **Titular(es):** Albany Engineered Composites, Inc.

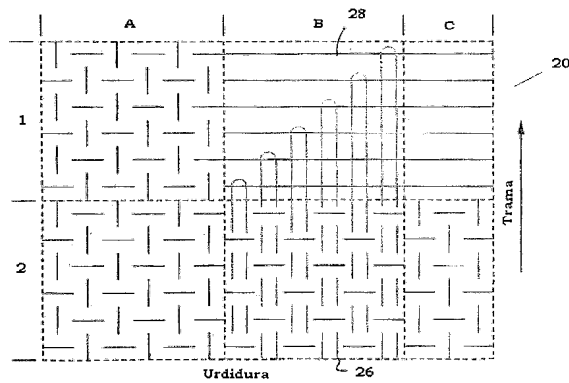
(72) **Inventor(es):** Jonathan Goering

(74) **Procurador(es):** HUGO SILVA , ROSA & MALDONADO - PROP. INT

(86) **Pedido Internacional:** PCT US2006040555 de 16/10/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/055877de 18/05/2007

(57) **Resumo:** ADAPTAÇÃO DE CANTO E RESPECTIVO MÉTODO DE FORMAÇÃO. Uma adaptação de canto e um método de formação de uma adaptação de canto que inclui as etapas de prover um pano tecido liso que inclui uma primeira parte tecida tendo fibras tecidas de primeira e segunda direções, uma segunda parte tecida adjacente á primeira parte tecida tendo fibras de primeira direção e fibras sacrificatórias de segunda direção e uma terceira parte semi-tecida tendo fibras de primeira direção seletivamente ligadas pelos segundos filamentos sacrificatórios de direção. O método compreende ainda etapas de dobrar o pano tecido liso em pelo menos uma direção e remover as fibras sacrificatórias de segunda direção, em que, durante a remoção, as fibras sacrificatórias de segunda direção são substituídas na segunda parte tecida pelas fibras de primeira direção da terceira parte semi-tecida e formam uma adaptação de canto tendo fibras contínuas que conectam todos os lados.





PI0618020-5

1/15

**“Adaptação de Canto
e Respectivo Método de Formação”**

Relatório Descritivo

Antecedentes da Invenção

5 Campo da Invenção

A presente invenção relaciona-se com um método de realização e de fabricação de uma adaptação de canto reforçada com fibra que tem fibras contínuas que conectam todos os lados.

Antecedentes da Invenção

10 O uso de materiais compostos reforçados para produzir componentes estruturais está, agora, difundido, particularmente em aplicações em que são procuradas as suas características desejáveis de serem leves, fortes, duros, termicamente resistentes, auto-sustentáveis e adaptabilidade a serem formados e conformados. Esses componentes
15 são usados, por exemplo, nas indústrias aeronáutica, aeroespacial, de satélites e de bateria, assim como também em usos recreativos tais como em barcos e autos de corrida, bem como também incontáveis outras aplicações. Um tecido tridimensional geralmente pode incluir fibras com cada tipo de fibra estendendo-se ao longo de uma direção perpendicular às outras fibras, isto é, ao longo das direções axiais X, Y e Z.
20

Tipicamente os componentes formados desses tecidos consistem em materiais de reforço embutidos em materiais de matriz. O componente de reforço pode ser feito a partir de materiais tais como o vidro, o carbono, cerâmica, aramid (por exemplo, Kevlar®), polietileno
25 e/ou outros materiais que exibam as pretendidas propriedades físicas, térmicas, químicas e/ou outras, entre as quais está grande resistência contra falhas de esforço. Através do uso desses materiais de reforço, que, em última instância, se tornam um elemento constituinte do componente completado, as características desejadas dos materiais de reforço tais como resistência muito alta, são conferidas ao componente
30

composto completo. Os materiais constituintes de reforço podem ser tipicamente tecidos, tricotados ou orientados de outra forma em configurações e formas desejadas para pré-formas de reforço. Normalmente, é dada atenção particular para assegurar a utilização ótima das propriedades para que estes materiais constituintes de reforço foram selecionados. Geralmente, essas pré-formas de reforço são combinadas com material de matriz para formar os componentes terminados pretendidos ou produzir estoques operacionais para a produção final de componentes acabados.

Depois que foi construída uma pré-forma de reforço desejada, o material de matriz pode ser introduzido e combinado com a pré-forma, de modo que a pré-forma de reforço fique encaixada no material de matriz de tal maneira que o material de matriz preenche as áreas intersticiais entre os elementos constituintes da pré-forma de reforço.

O material de matriz pode ser qualquer dentre uma ampla variedade de materiais, tais como epóxi, poliéster, vinil-éster, cerâmica, carbono e/ou outros materiais, que também exibam as pretendidas propriedades físicas, térmicas, químicas e/ou outras. Os materiais escolhidos para uso como matriz podem ser ou não os mesmos que aqueles da pré-forma de reforço e podem ter ou não propriedades físicas, térmicas, químicas ou outras comparáveis. Tipicamente, porém, não serão dos mesmos materiais nem terão propriedades físicas, térmicas, químicas ou outras comparáveis à pré-forma de reforço, visto que um objetivo habitual buscado com o uso das composições é, em primeiro lugar, conseguir uma combinação de características no produto terminado que não seja alcançável pelo uso de apenas um material constituinte. Quando combinados, a pré-forma de reforço e o material de matriz podem, então, ser curados e estabilizados na mesma operação por cura térmica ou outros métodos conhecidos e, depois, sujeitos a outras operações para produzir o componente pretendido. É significativo notar que, depois de ser assim curado, as massas então solidificadas do material de matriz ficam normalmente muito fortemente aderentes ao material de reforço (por exem-

plo, a pré-forma de reforço). Como resultado, o esforço sobre o componente terminado, particularmente via a atuação do seu material de matriz como adesivo entre as fibras, pode ser eficazmente transferido e limitado pelo material constituinte da pré-forma de reforço.

5 Freqüentemente, é desejável produzir componentes em configurações diferentes de formas geométricas simples tais como pratos, lâminas, sólidos retangulares ou quadrados etc. Por exemplo, os componentes complexos tridimensionais exigem pré-formas tridimensionais complexas. Uma maneira de conseguir um componente complexo é
10 combinar formas geométricas básicas nas formas mais complexas pretendidas. Uma combinação típica dessas é feita juntando-se componentes feitos como descrito acima num ângulo (tipicamente um ângulo reto) em relação um ao outro para formar reforços laterais e transversais. As finalidades habituais para esses arranjos angulares de componentes
15 juntos são criar formas pretendidas para formar estruturas reforçadas que incluem uma ou mais paredes ou interseções em “T”, por exemplo. Outro propósito de se juntarem os componentes é fortalecer a combinação resultante de pré-formas de reforço e a estrutura composta que produz contra deflexão ou falha, quando exposta a forças exteriores
20 tais como pressão ou tensão. Portanto, é importante fazer cada junção entre os componentes constituintes, isto é, o reforço e a plataforma ou parte de painel de base tão forte quanto possível. Dada a resistência muito alta pretendida para os componentes da pré-forma de reforço em si, a debilidade da junção torna-se, efetivamente, um “vínculo fraco”
25 numa “cadeia” estrutural, se não juntada apropriadamente.

Têm sido usados vários métodos no passado para juntar componentes ou pré-formas de reforço compostos para produzir uma estrutura complexa reforçada. Foi proposto formar e curar um elemento de painel e um elemento de reforço angulado separados um do outro,
30 com o último tendo uma superfície de contato de painel único ou sendo bifurcado numa extremidade de maneira a formar duas superfícies de contato de painel divergentes, co-planares. Os dois componentes são,

então, juntos por ligação adesiva da(s) superfície(s) de contato do painel do elemento de reforço com uma superfície de contato do outro componente por cura térmica ou por um material adesivo. Todavia, quando é aplicada tensão no painel curado ou a camada externa da estrutura composta, as cargas de valores inaceitavelmente baixos resultam frequentemente em forças de “descascamento” que separam o elemento de reforço a partir do painel na sua interface.

O uso de parafusos ou rebites de metal na interface desses componentes tem também sido feito, mas, é inaceitável porque essas adições destroem e debilitam pelo menos parcialmente a integridade das próprias estruturas compostas, adicionam peso, aumentam os custos e introduzem diferenças no coeficiente de expansão térmica como entre esses elementos e o material circundante.

Outras abordagens para resolver este problema têm sido baseadas no conceito de introduzir fibras de alta resistência através da área de junção pelo uso de métodos tais como costura de um dos componentes no outro e confiar na linha de costura para introduzir essas fibras de fortalecimento em e através do local de junção. Uma dessas abordagens é mostrada na Patente US 4.331.495 e sua contrapartida divisional de método, Patente US 4.256.790. Estas Patentes revelam terem sido feitas junções entre um primeiro e um segundo painéis compostos feitas a partir de dobras de fibras ligadas de modo adesivo. O primeiro painel é bifurcado numa extremidade de maneira a formar duas superfícies de contato de painéis divergentes, co-planares no modo do estado da técnica, que foram juntas ao segundo painel por pontos de linha composta flexível não curada através de ambos os painéis. Os painéis e a linha são, então, “co-curados”: isto é, curados simultaneamente. Todavia, este processo exige que a pré-forma seja construída em etapas múltiplas, assim como também exige a introdução de um terceiro filamento ou fibra na pré-forma.

Outro exemplo de uma configuração de interseção é descri-

to na Patente US 6.103.337, cuja revelação é aqui incorporada por referência. Esta referência revela um meio para juntar-se uma pré-forma de reforço com um painel de pré-forma de modo a formar uma pré-forma de reforço tridimensional. As duas pré-formas individuais são
5 juntas uma à outra na junção por meio de fibras de reforço na forma de linhas ou fios. Uma vez que as duas pré-formas sejam juntas ou costuradas em conjunto, o material da matriz é introduzido nas pré-formas. Todavia, embora este processo tenha muitas vantagens, exige que as pré-formas sejam individualmente tecidas ou construídas e subsequen-
10 temente costuradas em conjunto numa etapa separada. Além disso, é necessário um fio ou fibra adicional para conectar as pré-formas.

Outro método de melhorar a resistência de junção é descrito na Patente US 5.429.853. Todavia, este método é semelhante a métodos previamente descritos, porque elementos distintos construídos
15 separadamente são montados em conjunto pelo costura de um terceiro fio ou fibra entre a duas.

Embora o estado da técnica tenha procurado melhorar a integridade estrutural do conjunto composto reforçado e tenha alcançado algum sucesso, existe uma pretensão de aperfeiçoamento e de resolver o problema através de uma abordagem diferente do uso de adesivos
20 ou junção mecânica do painel e elementos de reforço separados. A este respeito, uma abordagem poderia ser “criando uma estrutura tridimensional tecida em máquinas especializadas. Todavia, a despesa envolvida é considerável e raramente é desejável ter uma máquina de tecitura
25 dirigida para criar uma estrutura simples.

Outra abordagem é tecer uma estrutura bidimensional e dobrá-la no formato de modo que o painel fique integralmente endurecido, isto é, os fios sejam continuamente entrelaçados entre a base plana ou parte de painel e o reforço. Todavia, isto resulta tipicamente na
30 distorção da pré-forma, quando a pré-forma for dobrada. A distorção ocorre porque os comprimentos de fibra conforme tecidas são diferentes

do que deveriam ser, quando a pré-forma estiver dobrada. Isto ocasiona covinhas e ondulações em áreas em que os comprimentos de fibra conforme tecidos são muito pequenos e curvaturas nas áreas em que os comprimentos de fibra são maiores. Estas distorções ocasionam anomalias de superfície indesejáveis e reduzem a resistência e a rigidez do componente. Embora isto possa ser aliviado cortando e arremessando, esses procedimentos são indesejáveis visto que são de trabalho intensivo ou podem de outra forma comprometer a integridade da pré-forma.

A Patente US 6.446.675, cuja revelação é aqui incorporada por referência, resolve o problema com a distorção que ocorre após dobrar uma pré-forma tecida bidimensional ajustando os comprimentos das fibras durante a tecitura de tal forma que algumas fibras são muito pequenas em algumas áreas e outras muito longas em outras áreas. Após a dobragem da pré-forma, os comprimentos das fibras são iguados, proporcionando uma transição suave na dobra. Todavia, esta pré-forma tecida só é capaz de proporcionar reforço ou endurecimento numa direção, que é paralela à direção de fibra da urdidura.

Outra abordagem para construir painéis enrijecidos é descrita na Patente US 6.019.138 que revela um método de fazer painéis enrijecidos com enrijecedores de reforço em ambas as direções de urdidura e de enchimento. Conforme descrito, este método realiza o reforço em duas direções através de sobre-tecitura ou simplesmente tecendo pontos elevados na parte de painel da pré-forma. O uso deste método limitará a altura do reforço que pode ser realizado. Além disso, este método exige que a pré-forma ser tecida usando três fios. O terceiro fio, que liga o reforço à parte de painel da pré-forma, é apenas tecido periodicamente entre os dois. Portanto, o enrijecedor não é completamente tecido de modo integral com a parte de painel o que resulta numa junta que é mais fraca do que uma junta tecida de maneira integral.

Uma abordagem adicional pode ser encontrada na Patente US 6.733.862, cuja revelação é aqui incorporada por referência. A Pa-

tente '862 descreve um tecido apropriado tal como o reforço para uma estrutura composta tridimensional. O reforço de fibra é um que pode ser tecido em maquinário de tecitura convencional. Começa como uma estrutura tecida bidimensional que é, então, formada numa estrutura tridimensional, se particularmente tendo desenhos profundos. Para proporcionar isto, o tecido de reforço é tecido de uma maneira que, em partes da tecitura, as fibras de urdidura e trama ou de enchimento são deitadas umas sobre as outras e não se interbloqueiam. Nesta parte, as fibras podem deslocar-se independentemente e deslizar até passarem umas pelas outras, quando o tecido for puxado ou dobrado no formato. Se a parte for de um formato retangular ou quadrado, pode ser comprimido de tal maneira que tanto as fibras de urdidura como de trama se dobram sobre elas mesmas e um sobre a outra de modo a alinharem-se de uma maneira unidirecional que cria um canto que atua como uma coluna de compressão na estrutura final.

Deste modo, as pré-formas tridimensionais que podem ser processadas em componentes compostos de fibra reforçada são desejáveis, porque proporcionam resistência aumentada em relação a composições laminadas bidimensionais. Estas pré-formas são particularmente úteis em aplicações que exigem que a composição transporte cargas fora do plano. Todavia, mesmo as estruturas mais avançadas antes conhecidas, tais como aquelas descritas na Patente '862, têm apenas fibras de reforço contínuas em dois dos três planos em qualquer característica de canto.

Conseqüentemente, existe uma necessidade de uma pré-forma ou adaptação de canto que proporcione reforço em três direções que podem ser tecidas usando um tear convencional e proporcione fibras de reforço em todos os três planos da adaptação de canto.

Além disso, existe uma necessidade de integração dessa adaptação de canto numa pré-forma ou estrutura maior.

Sumário da Invenção

É um objetivo da presente invenção aperfeiçoar as pré-formas do estado da técnica discutidas acima.

É outro objetivo da presente invenção proporcionar uma adaptação de canto e um método de formar uma adaptação de canto tendo fibras contínuas que conectam todos os lados.

É outro objetivo da presente invenção prover uma adaptação de canto e um método de formar uma adaptação de canto tendo fibras contínuas que conectam todos os lados, que é formada a partir de um pano tecido plano.

Um aspecto da presente invenção é uma adaptação de canto que inclui etapas de prover um pano tecido liso incluindo uma primeira parte tendo fibras ou fios tecidos numa primeira e segunda direções, uma segunda parte tecida tendo fibras de primeira direção e fibras de segunda direção removíveis ou sacrificatórias adjacentes à primeira parte tecida e uma terceira parte semi-tecida tendo fibras de primeira direção, com as referidas fibras de primeira direção ligadas seletivamente pelas fibras sacrificatórias de segunda direção. Em que, após remoção das fibras sacrificatórias de segunda direção, as fibras de primeira direção da terceira parte semi-tecida substituem as fibras sacrificatórias de segunda direção da segunda parte tecida e formam uma adaptação de canto tendo fibras contínuas que conectam todos os lados.

Um aspecto adicional da presente invenção é um método de formação de uma adaptação de canto que inclui etapas de provimento de um pano tecido liso incluindo uma primeira parte tecida tendo fibras tecidas de primeira e segunda direções, uma segunda parte tecida tendo fibras de primeira direção e fibras sacrificatórias de segunda direção adjacentes à primeira parte tecida e uma terceira parte semi-tecida tendo fibras de primeira direção, com as referidas fibras de primeira direção ligadas seletivamente pelas fibras sacrificatórias de segunda direção. O método compreende ainda etapas de dobramento do pano tecido liso em pelo menos uma direção e remoção das fibras sacrificatórias de

segunda direção, em que, durante a remoção, as fibras de segunda direção são substituídas na segunda parte tecida pelas fibras de primeira direção da terceira parte semi-tecida e formam uma adaptação de canto tendo fibras contínuas que conectam todos os lados.

5 Uma vez que a adaptação de canto esteja criada, ela pode, então, ser feita numa combinação de qualquer maneira conhecida ou incorporada numa pré-forma ou estrutura maior que, por sua vez, é feita numa combinação.

10 As várias características de novidade que caracterizam a invenção são assinaladas com particularidade nas Reivindicações anexas para e fazem parte desta descrição. Para uma melhor compreensão da invenção, suas vantagens operacionais e objetivos específicos atingidos pelos seus usos, é feita referência à matéria descritiva anexa em que são ilustradas modalidades preferidas da invenção nos desenhos
15 anexos em que componentes correspondentes são identificados pelos mesmos números de referência.

Breve Descrição dos Desenhos

Para uma compreensão mais completa da invenção, é feita referência à descrição seguinte e desenhos anexos, em que:

20 a **Figura 1** é uma vista isométrica de uma adaptação de canto, de acordo com a presente invenção;

 a **Figura 2** é uma vista plana de uma adaptação de canto tecida plana, de acordo com a presente invenção;

25 a **Figura 3** é uma vista isométrica da adaptação de canto tecida plana da Figura 2;

 a **Figura 4** representa a adaptação de canto tecida plana da Figura 2 depois de uma primeira dobra;

 a **Figura 5** representa a adaptação de canto tecida plana da Figura 2 depois de uma segunda dobra;

30 a **Figura 6** representa a adaptação de canto tecida

plana da Figura 2 durante a transferência de fibras;

a **Figura 7** representa a adaptação de canto tecida plana da Figura 2, depois da transferência de fibras ser completada;

a **Figura 8** representa a estrutura final da adaptação
5 de canto tecida plana da Figura 2;

a **Figura 9** representa uma adaptação de canto real tecida plana do tipo mostrado na Figura 2;

as **Figuras 10-11** representam o processo de dobra-
dura e de tecitura da adaptação de canto tecida plana da Figura 9;

10 a **Figura 12** representa a estrutura final da adaptação
de canto tecida plana da Figura 9;

a **Figura 13** representa a implementação de uma adaptação de canto como membro de reforço; e

15 a **Figura 14** representa uma adaptação de canto integrada como parte de uma pré-forma ou estrutura maior.

Descrição Detalhada das Modalidades Preferidas

A presente invenção é uma pré-forma ou adaptação de canto de fibra reforçada e um método de formação de uma adaptação de
20 canto de fibra reforçada que tem fibras contínuas que conectam todos os lados. É mostrada na Figura 1 uma adaptação de canto 10. A adaptação de canto 10 consiste em três lados 12, 14, e 16 que são mutuamente perpendiculares. Essas adaptações são freqüentemente usadas para reforçar cantos em que várias peças independentes são ligadas em
25 conjunto. São muito comuns em estruturas aeroespaciais em interseções nervura/longarina/camada externa em asas e em moldura/longarina de reforço/camada externa na fuselagem.

Em estruturas compostas, é benéfico ter a adaptação de canto feita do mesmo material que os outros componentes, porque
30 das as partes terão coeficientes de expansão térmica semelhantes.

Também é desejável que a adaptação de canto tecida plana tenha fibras contínuas que conectam cada lado. Isto pode ser realizado sobrepondo e ligando três componentes conformados em “L”, mas as linhas de ligação na adaptação resultante são áreas fracas que serão tipicamente os pontos iniciais de falha. Conseqüentemente, a adaptação de canto de fibras reforçadas do presente Pedido é direcionada para uma pré-forma integralmente tecida que tem fibras contínuas em torno de todos os três cantos.

A fabricação da adaptação de canto é feita em três etapas. Primeiro, uma pré-forma plana 20, conforme mostrada na Figura 2, é tecida usando um tear convencional. A seguir, a pré-forma plana é carregada num dispositivo e uma fibra a partir de uma área da pré-forma é puxada para outra seção, como será descrito em detalhe abaixo. Finalmente, a fibra removível ou sacrificatória é retirada, deixando a adaptação de canto final 110 mostrada na Figura 8. A segunda etapa é chamada de etapa de transferência de fibras e é mostrada em detalhe na Figuras 3-8.

A pré-forma plana inicial 20 é mostrada esquematicamente na Figura 2. A pré-forma plana 20 pode ser descrita com referência à fibra primária tecida na pré-forma plana 20 que permanecerá na adaptação de canto 110 e fibras sacrificatórias ou secundárias que serão removidas ao formar a adaptação de canto 110.

A Figura 2 representa as seções A1 e A2. As seções A1 e A2 são tecidas com fibra primária nas direções da urdidura e da trama. Estas seções formam os lados superiores esquerdos 116 e inferior 112 da adaptação de canto 110 mostrada na Figura 8.

A seção B1 tem a fibra primária na direção de urdidura e a fibra sacrificatória na direção da trama. As fibras de trama flutuam sobre a maioria das fibras de urdidura, mas fazem uma alça ao redor de uma (e apenas uma) fibra de urdidura específica. Visto que as fibras de trama formam um laço ao redor apenas de uma fibra de urdidura, serão

referidas como sendo semi-tecidas. Esta fibra de urdidura será finalmente transferida para a posição da trama sacrificatória na seção B2 para formar o lado direito superior 114 da adaptação de canto 110 mostrada na Figura 8. A seção B2 tem a fibra primária na direção de urdidura tecida com a fibra sacrificatória na direção de trama. A fibra de urdidura na seção B1 substituirá finalmente esta fibra de trama.

A seção C1 contém uma fibra primária não tecida na direção de urdidura; não existe nenhuma fibra de trama nesta seção. Esta fibra em excesso será finalmente retirada. A seção C2 tem uma fibra sacrificatória na direção de urdidura tecida com a fibra sacrificatória na direção de trama. Esta seção estabiliza a seção B2 durante a transferência de fibras e é finalmente retirada. Uma vista isométrica da pré-forma plana é mostrada na Figura 3.

Uma nota sobre as seções tecidas da pré-forma inicial, não existem realmente nenhuma restrição ao tipo de fibra que é usado ou sobre o padrão de tecelagem básico. A pré-forma inicial poderia mesmo ser um projeto em camadas múltiplas. O projeto mais complicado pode tornar mais difícil o processo de transferência de fibras, porém, estas são consideradas no âmbito da presente invenção.

Conforme mostrado na progressão a partir da Figura 3 até à Figura 5, a formação inicial da adaptação de canto 110 é realizada por dobraduras ao longo das duas linhas de dobra identificadas na Figura 3, mostradas como 22 e 24, respectivamente. A conclusão das dobras ao longo das linhas 22 e 24 é ilustrada nas Figuras 4 e 5, respectivamente.

Conforme mostrado na Figura 5, a adaptação está em posição para facilitar a etapa de transferência de fibras. A transferência de fibras é realizada puxando cada das fibras sacrificatórias de trama 26 na seção B2 para fora da pré-forma 20. Quando isto é feito, as fibras de urdidura 28 na seção B1 serão puxadas para os locais que eram ocupados pelas fibras de trama sacrificatória 26. Uma fibra de urdidura

específica 28 na seção B1 ocupará, então, a posição na seção B2 que era originalmente ocupada pela fibra de trama sacrificatória 26 que estava laçada ao redor dela. Este processo é mostrado na progressão a partir da Figura 5 para a Figura 7.

5 A etapa final no processo de formação é retirar a fibra em excesso em 28a. Isto consiste nas fibras de urdidura a partir da seção B1 serem puxadas completamente através da seção B2 e todas da seção C2, (etiquetada como 30), conforme mostrado na Figura 7. A adaptação de canto resultante 110 é mostrada na Figura 8. Como pode ser visto
10 nesta Figura, existe uma fibra contínua ao redor de todos os cantos. A adaptação de canto 110 pode, então, ser tornada uma combinação e usada como elemento de fortalecimento ou incorporada numa pré-forma ou estrutura maior que é transformada numa combinação ou usada de outra forma, conforme desejado.

15 **Exemplo**

Uma pré-forma de protótipo foi tecida para validar esta abordagem. Esta pré-forma foi tecida usando uma combinação de aramid, carbono e fibras de vidro para demonstrar a aplicabilidade da abordagem a uma variedade de fibras e para esclarecer os trajetos da fibra na pré-forma resultante. Note-se que, embora as fibras usadas fossem aquelas listadas e pudessem ser as fibras de reforço típicas acima mencionadas usadas em estruturas compostas, esta invenção é aplicável a fibras feitas de qualquer material apropriado para o propósito e, conseqüentemente, não fica limitado ao material aqui mencionado. Esta
20 pré-forma foi tecida num tear de lançadeira convencional. A pré-forma tecida é mostrada na Figura 9. Uma grade foi nela sobreposta de forma que as regiões A1-C2, definidas na Figura 2, pudessem ser facilmente identificadas.

A pré-forma mostrada na Figura 9 foi tecida usando um padrão de tecitura liso. Este padrão foi escolhido porque inclui mais en-
30 crespamento do que outros padrões comuns, tais como sarjas ou cetins,

e apresenta o desafio mais difícil para o processo de transferência de fibras num tecido de camada única. Como previamente mencionado, poderia ser usado qualquer padrão de tecitura. O único padrão que não pode mudar está na seção B1 em que cada fibra de trama deve la-
5 çar ao redor de uma fibra de urdidura única. Além disso, os laços devem progredir no comprimento a partir do canto esquerdo inferior da seção B1 para o direito superior.

A pré-forma mostrada na Figura 9 foi carregada num auxiliador de dispositivo de formação/ transferência de fibra, que o dobra
10 no formato e seções preparadas B1 e B2 do processo de transferência de fibras. Uma pré-forma de protótipo carregada no dispositivo é mostrada nas Figuras 10 e 11.

A Figura 10 mostra a pré-forma antes da transferência de fibras. A Figura 11 mostra a pré-forma durante a transferência de fi-
15 bras. Os pratos de coifa ajudam a estabilizar várias partes da pré-forma durante a transferência de fibras e ajuda a minimizar a distorção. Depois de completar o processo de transferência de fibras, a fibra sacrificatória foi retirada, resultando na adaptação de canto mostrada na Figura 12. São de notar as fibras contínuas de aramid 120, as fibras de
20 carbono 122 e as fibras de vidro 124 em torno dos vários cantos.

A adaptação de canto mostrada na Figura 12 foi tecida numa máquina, mas a transferência de fibras foi realizada à mão. As etapas individuais exigidas para dobrar a pré-forma e extrair a trama sacrificatória são prontamente automatizadas. Por exemplo, num ambi-
25 ente de produção, as pré-formas planas podem ser tecidas continuamente e enroladas num cilindro. Este cilindro de pré-formas planas poderia, então, ser carregado numa segunda máquina que realiza a dobradura, a transferência de fibras e o aparamento final. Depois disso, pode ser tornado numa estrutura propriamente composta ou incorpo-
30 rado numa estrutura de pré-forma maior que é, então, formada numa combinação.

A presente invenção foi aqui descrita principalmente com respeito à formação de uma adaptação de canto. Numa aplicação, essa adaptação de canto pode ser usada em situações em que é desejável reforçar uma junção de duas ou mais seções de um equipamento. Por exemplo, na indústria aeroespacial existe freqüentemente a necessidade de reforçar a junção entre um material de camada superficial e uma e-
xemplo em que ambos os reforços longitudinal e transversal estão sustentando a camada superficial. Esse Exemplo é mostrado na Figura 13, em que um material de camada superficial 200 inclui uma longarina de reforço integral 202. Para ajudar a sustentar a camada superficial 200, é fixado um suporte 204 na camada superficial 200. Um orifício de rato 206 no suporte permite que o suporte seja colocado sobre a longarina de reforço 202 da camada superficial 200. Para reforçar estas junções, é aplicada uma adaptação de canto 208 a um ou mais lados da interseção da longarina de reforço 202 e o suporte 204.

Outra modalidade da presente invenção é mostrada na Figura 14, em que o suporte 210 é formado pelo processo acima descrito e tem dentro de seu desenho um canto integral 208 formado com fibras contínuas através das interseções dos três planos do canto. Como pode ser prontamente apreciado, a resistência aumentada deste projeto permite uma eliminação, em alguns casos, de um canto de reforço, conforme mostrado na Figura 13.

Embora tenha sido aqui descrita uma modalidade preferida da presente invenção e modificações da mesma em detalhe, deve ser entendido que esta invenção não se limita a esta modalidade e modificações precisas e que outras modificações e variações podem ser efetuadas por uma pessoa qualificada na técnica sem sair do espírito e âmbito da invenção, conforme definiu pelas reivindicações anexas.

**“Adaptação de Canto
e Respectivo Método de Formação”**

Reivindicações

1 - Adaptação de Canto, formada a partir de um pano tecido plano do-
brado, **caracterizada** por que compreende:

uma primeira parte tecida tendo fibras tecidas de primeira e
segunda direções;

uma segunda parte tecida adjacente à primeira parte tecida
tendo fibras de primeira direção e fibras sacrificatórias de segunda dire-
ção; e

uma terceira parte semi-tecida tendo fibras de primeira di-
reção seletivamente ligadas pelas fibras sacrificatórias de segunda dire-
ção, em que, após a remoção das referidas fibras sacrificatórias de se-
gunda direção, as citadas fibras de primeira direção de dita terceira par-
te semi- tecida substituem os fios sacrificatórios da segunda direção da
referida segunda parte tecida e formam uma adaptação de canto tendo
fibras contínuas que conectam todos os lados.

2 - Adaptação de Canto, de acordo com a Reivindicação 1, **caracteri-
zada** por que as fibras de primeira direção são fibras de urdidura, as
fibras de segunda direção são fibras de trama e as fibras sacrificatórias
de segunda direção são fibras de trama.

3 - Adaptação de Canto, de acordo com a Reivindicação 1, **caracteri-
zada** por que o pano tecido liso é um tecido de camadas múltiplas.

4 - Adaptação de Canto, de acordo com a Reivindicação 1, **caracteri-
zada** por que as fibras de primeira e segunda direções são selecionadas
a partir do grupo que consiste em vidro, carbono, cerâmica, aramid e
fibras de polietileno.

5 - Adaptação de Canto, de acordo com a Reivindicação 1, **caracteri-
zada** por que as fibras de primeira e segunda direções são encaixadas
num material de matriz que cria uma combinação.

6 - Adaptação de Canto, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizada** por que é integrada numa pré-forma ou estrutura maior.

7 - Adaptação de Canto, de acordo com a Reivindicação 6, **caracterizada** por que a referida pré-forma ou estrutura maior é encaixada num material de matriz que cria uma combinação.

8 - Método de Formação de Adaptação de Canto, **caracterizado** por que compreende as etapas:

proporcionar um pano tecido liso que inclui uma primeira parte tecida tendo fibras tecidas de primeira e segunda direções, uma segunda parte tecida adjacente à primeira parte tecida tendo fibras de primeira direção e fibras sacrificatórias de segunda direção e uma terceira parte semi-tecida tendo fibras de primeira direção seletivamente ligadas pelas fibras sacrificatórias de segunda direção;

dobrar o referido pano tecido liso em pelo menos uma direção; e

remover as citadas fibras sacrificatórias de segunda direção, em que, durante a remoção, ditas fibras sacrificatórias de segunda direção são substituídas na referida segunda parte tecida pelas fibras de primeira direção da terceira parte semi-tecida e formam uma adaptação de canto tendo fibras contínuas que conectam todos os lados.

9 - Método de Formação de Adaptação de Canto, de acordo com a Reivindicação 8, **caracterizado** por que compreende uma etapa de encaixe das fibras de primeira e de segunda direção em material de matriz que cria uma combinação.

10 - Método de Formação de Adaptação de Canto, de acordo com a Reivindicação 8, **caracterizado** por que compreende ainda uma etapa de partes de corte das fibras de primeira direção da terceira parte semi-tecida que se estendem até passar uma extremidade da referida segunda parte tecida depois da remoção das fibras sacrificatórias de segunda direção da citada segunda parte tecida.

11 - Método de Formação de Adaptação de Canto, de acordo com a Reivindicação 10, **caracterizado** por que compreende ainda uma etapa de aparar uma parte da referida segunda parte tecida.

5 **12 - Método de Formação de Adaptação de Canto**, de acordo com a Reivindicação 8, **caracterizado** por que as fibras tecida de primeira direção são fios de urdidura, as fibras de segunda direção são fibras de trama e as fibras sacrificatórias de segunda direção são fibras de trama.

10 **13 - Método de Formação de Adaptação de Canto**, de acordo com a Reivindicação 8, **caracterizado** por que o pano tecido liso é um tecido de camadas múltiplas.

14 - Método de Formação de Adaptação de Canto, de acordo com a Reivindicação 8, **caracterizado** por que compreende ainda uma etapa de selecionar as fibras de primeira e segunda direções do grupo que consiste em vidro, carbono, cerâmica, aramid e fibras de polietileno.

15 **15 - Método de Formação de Adaptação de Canto**, de acordo com a Reivindicação 8, **caracterizado** por que a referida adaptação de canto é incluída numa pré-forma ou estrutura maior.

20 **16 - Método de Formação de Adaptação de Canto**, de acordo com a Reivindicação 15, **caracterizado** por que a referida pré-forma ou estrutura maior é encaixada num material de matriz que cria uma combinação.

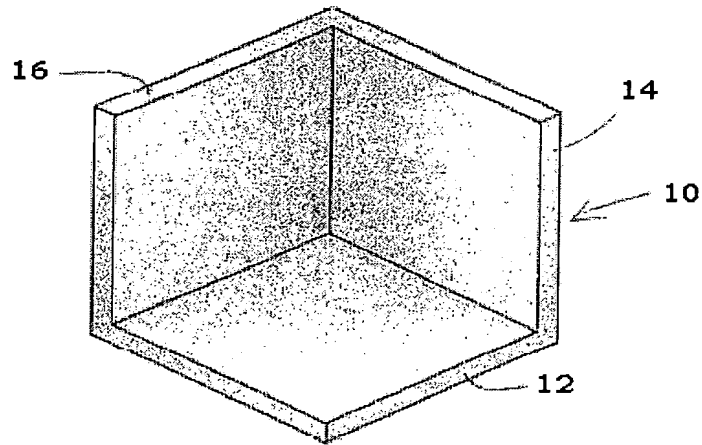


Figura 1

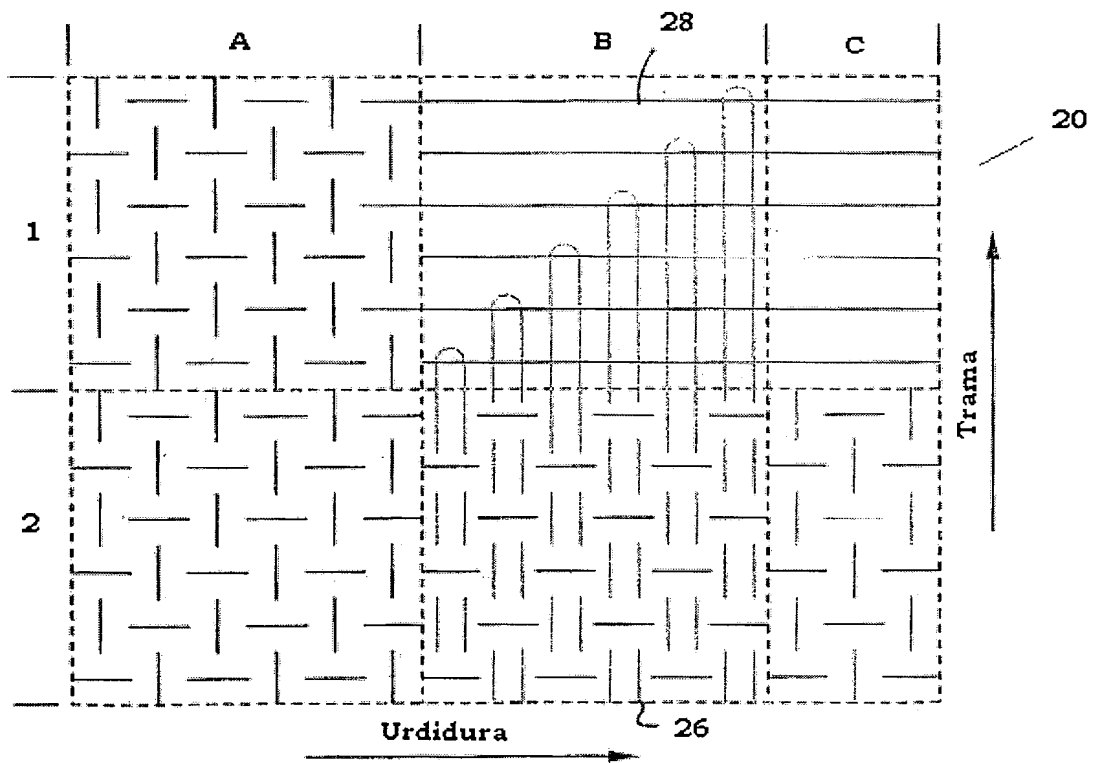
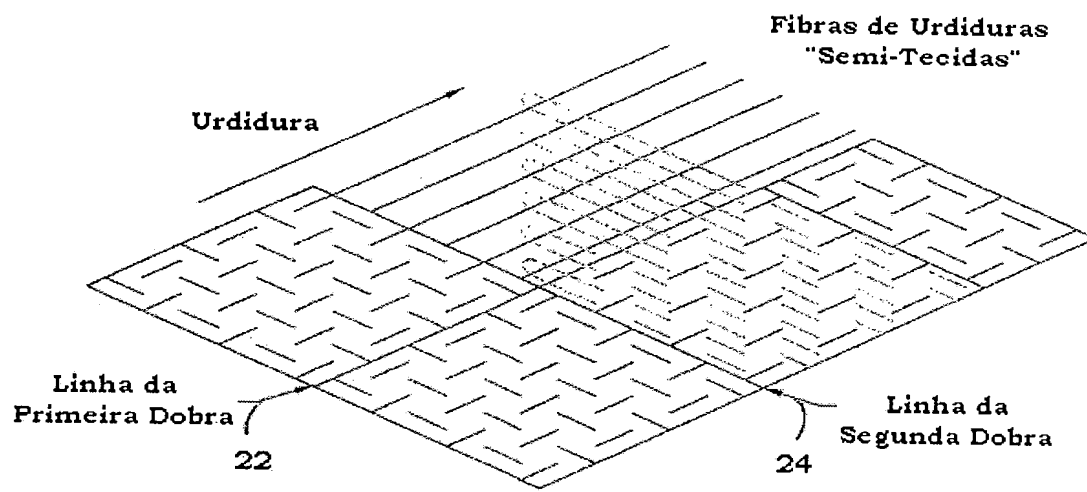
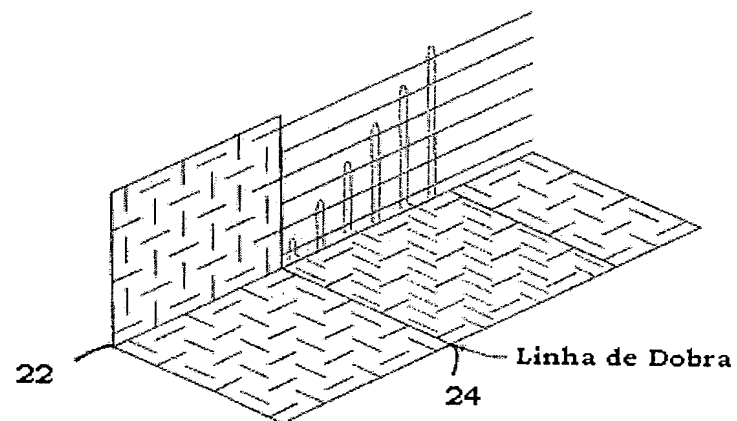


Figura 2

**Figura 3****Figura 4**

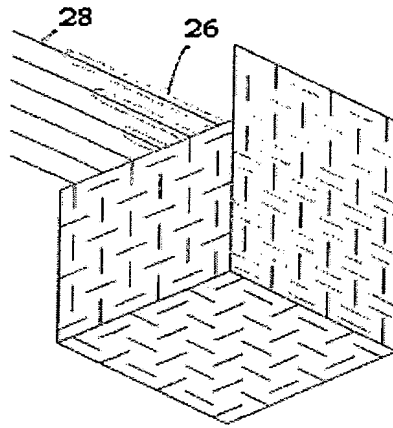


Figura 5

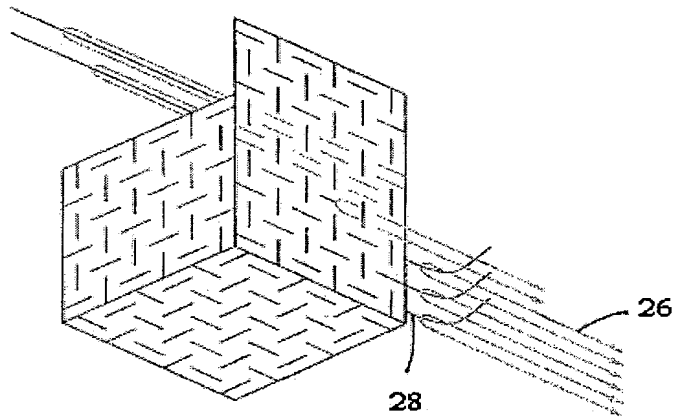


Figura 6

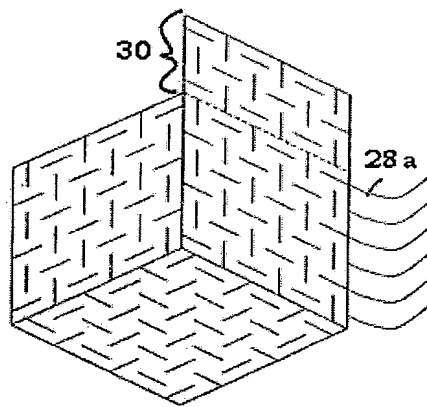


Figura 7

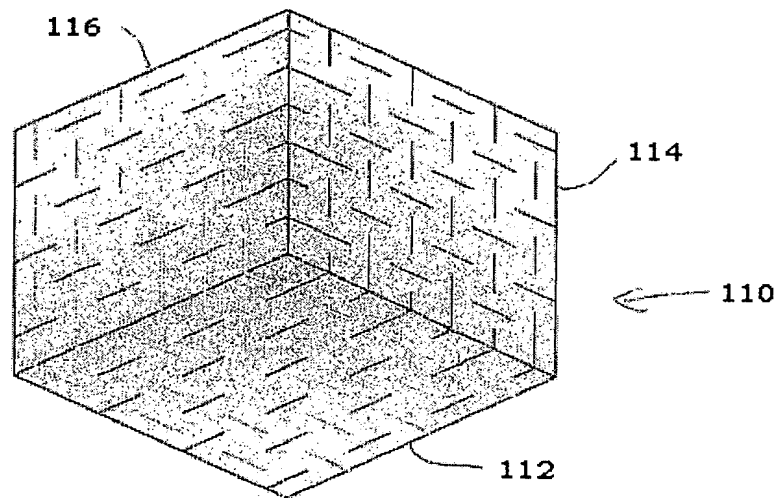


Figura 8

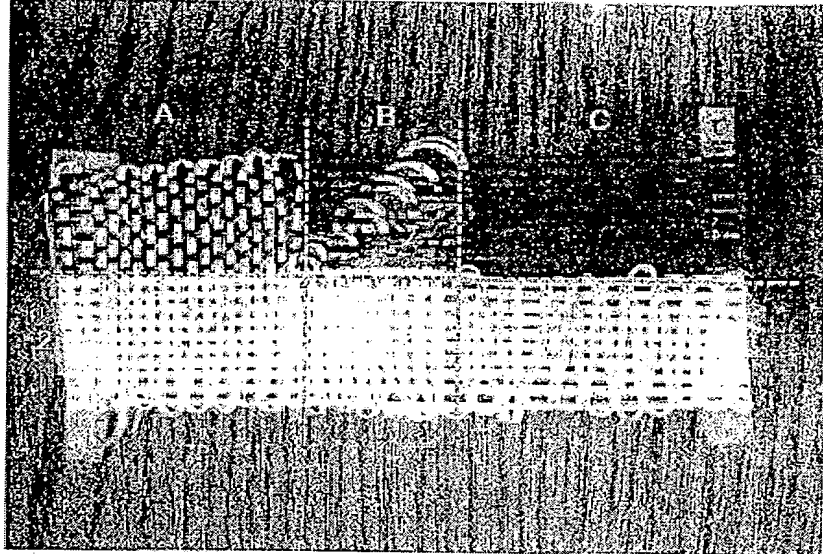


Figura 9

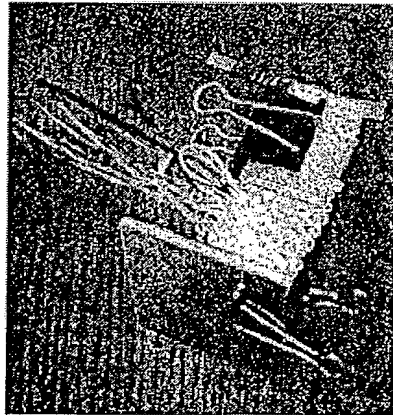


Figura 10

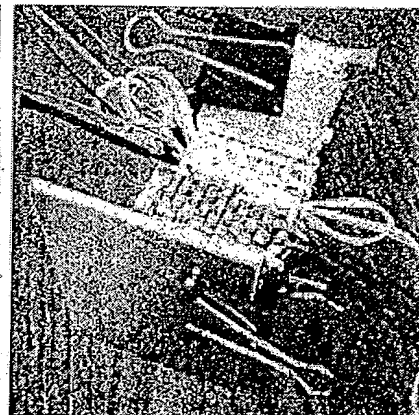


Figura 11

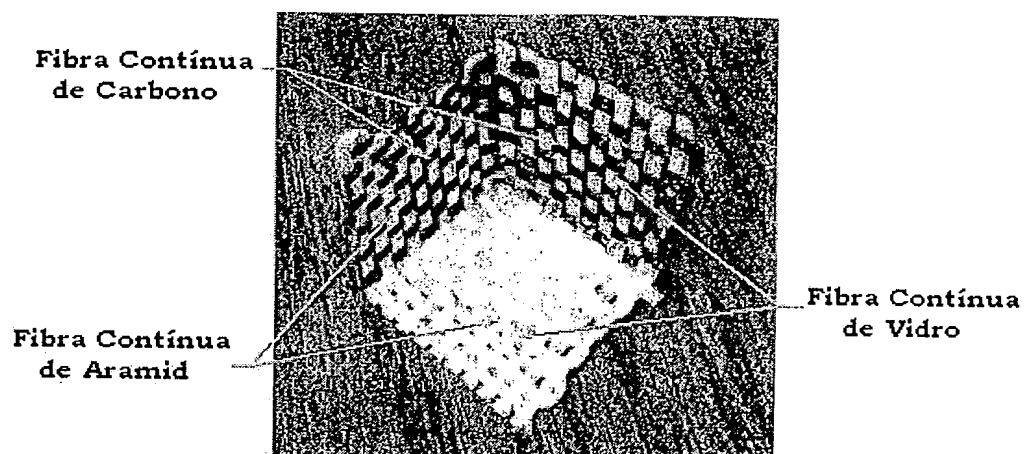
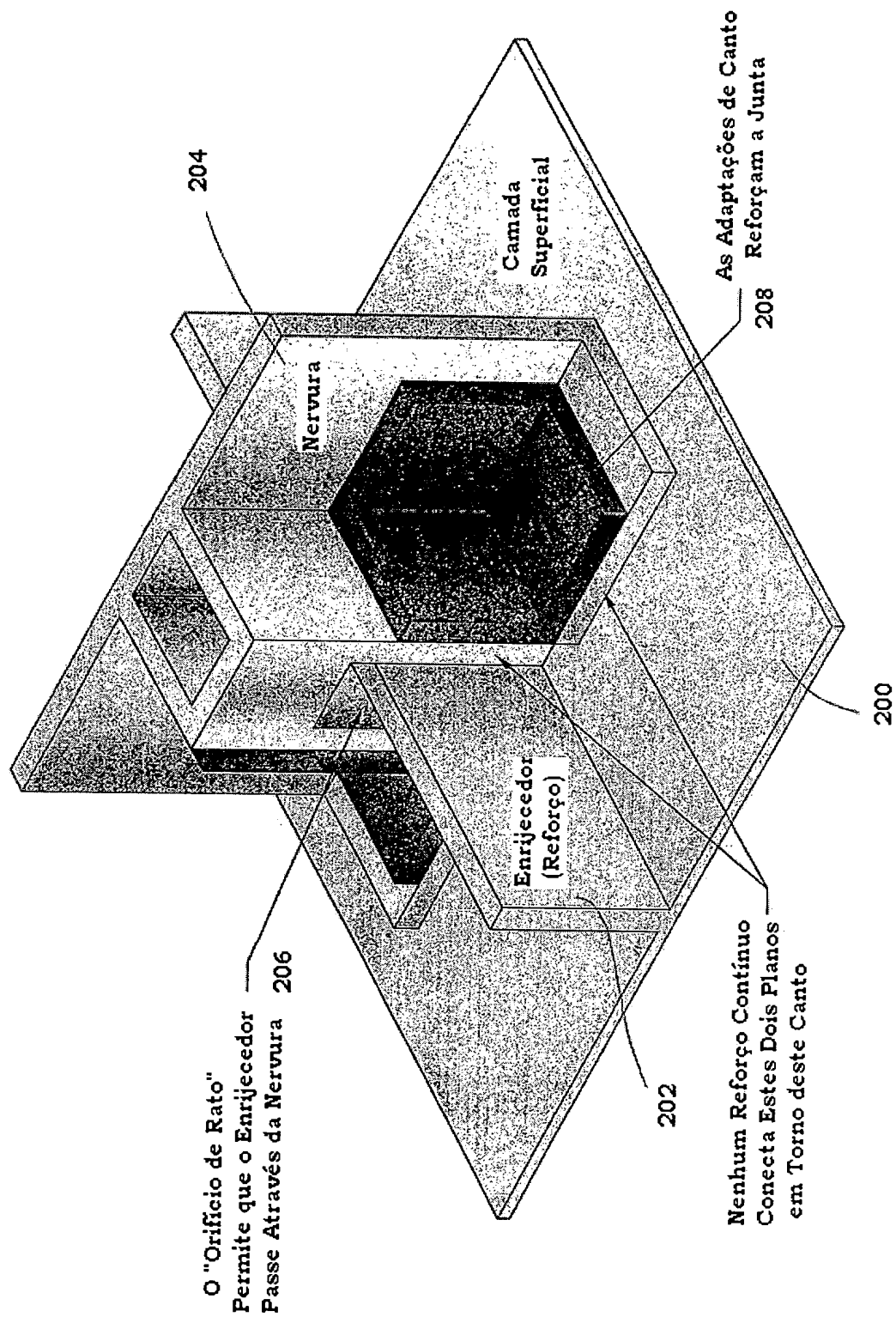
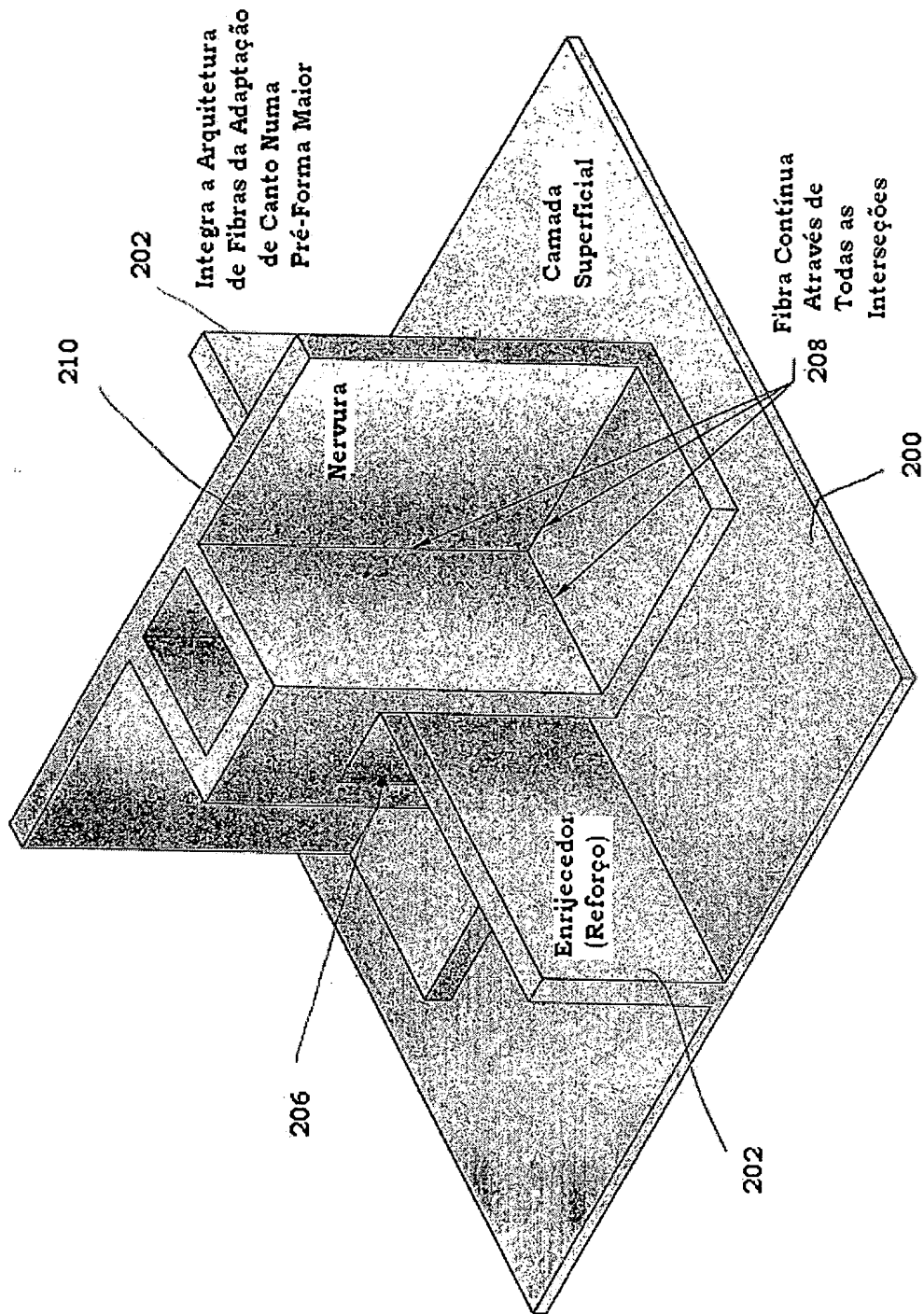


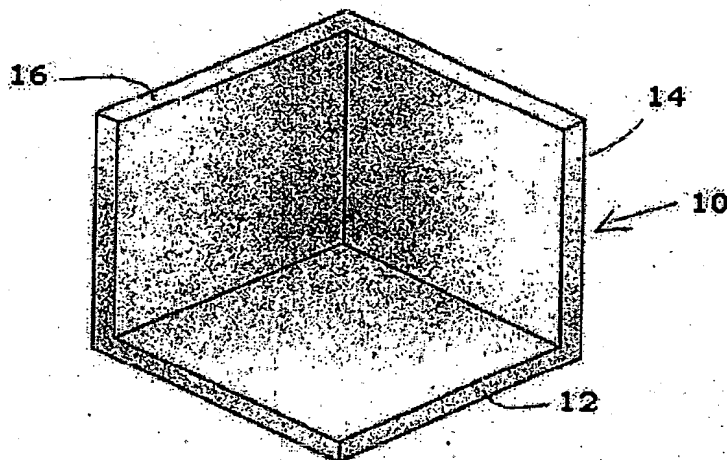
Figura 12

**Figura 13**

**Figura 14**

**"Adaptação de Canto
e Respectivo Método de Formação"**

Resumo



- 5 Uma adaptação de canto e um método de formação de uma adaptação de canto que inclui as etapas de prover um pano tecido liso que inclui uma primeira parte tecida tendo fibras tecidas de primeira e segunda direções, uma segunda parte tecida adjacente à primeira parte tecida tendo fibras de primeira direção e fibras sacrificatórias de segunda direção e uma terceira parte semi-tecida tendo fibras de primeira direção seletivamente ligadas pelos segundos filamentos sacrificatórios de direção. O método compreende ainda etapas de dobrar o pano tecido liso em pelo menos uma direção e remover as fibras sacrificatórias de segunda direção, em que, durante a remoção, as fibras sacrificatórias
- 10 de segunda direção são substituídas na segunda parte tecida pelas fibras de primeira direção da terceira parte semi-tecida e formam uma adaptação de canto tendo fibras contínuas que conectam todos os lados.
- 15