



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

(21) **PI0806363-0 A2**

(22) Data de Depósito: 08/02/2008  
(43) Data da Publicação: 06/09/2011  
(RPI 2122)



(51) *Int.Cl.:*  
B32B 5/26  
B32B 27/04  
A41D 31/00  
A62B 17/00  
D04H 13/00

(54) **Título:** SISTEMA DE TECIDO COMPOSTO, VESTIMENTA PROTETORA E MÉTODO PARA PROTEGER AS PESSOAS DO CALOR

(30) **Prioridade Unionista:** 09/02/2007 US 11/704,481

(73) **Titular(es):** E.I DU PONT DE MOURS AND COMPANY

(72) **Inventor(es):** Richard H. Young, Warren Francis Knoff

(74) **Procurador(es):** Priscila Penha de Barros Thereza

(86) **Pedido Internacional:** PCT US2008001689 de  
08/02/2008

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/097637 de  
14/08/2008

(57) **Resumo:** SISTEMA DE TECIDO COMPOSTO, VESTIMENTA PROTETORA E MÉTODO PARA PROTEGER AS PESSOAS DO CALOR. A presente invenção refere-se a um forro térmico que compreende fibras onduladas resistentes ao calor mantidas em um estado de compressão por um aglutinante termoplástico, em que, quando o forro térmico for exposto ao calor ou chama, o forro aumenta a sua espessura em pelo menos três vezes. A presente invenção também se refere ao uso dessas barreiras em tecidos, vestimentas e artigos protetores.



## **“SISTEMAS DE TECIDO COMPOSTO, ROUPA PROTETORA E MÉTODO DE PROTEÇÃO DE PESSOAS CONTRA O CALOR”**

### **CAMPO DA INVENÇÃO**

A presente invenção refere-se a forros térmicos que possuem bom isolamento térmico e capacidade de respiração sob condições não de emergência, mas, quando sob alta exposição térmica, apresentam um aumento dramático do isolamento térmico, de forma a fornecer excelente proteção térmica.

### **ANTECEDENTES DA INVENÇÃO**

Os forros térmicos utilizados em casacos de assistência de bombeiros possuem duas necessidades de propriedades térmicas opostas entre si. Durante condições de não emergência, o forro térmico deverá possuir bom isolamento térmico e capacidade de respiração para fornecer máximo conforto para o usuário. No caso de alta exposição térmica, entretanto, tal como encontrado em uma condição de emergência, o forro térmico deve possuir alto isolamento térmico, a fim de proteger o usuário contra queimaduras. Casacos de assistência que fornecem altos níveis de isolamento térmico são tipicamente volumosos durante todas as condições. O volume desses casacos inibe a capacidade de trabalho do usuário devido à inibição dos movimentos e fadiga relacionada ao peso. Existe, portanto, a necessidade de fornecimento de proteção adequada com volume reduzido durante condições não de emergência.

### **DESCRIÇÃO RESUMIDA DA INVENÇÃO**

Em uma outra realização, a presente invenção refere-se a um sistema de tecido composto que compreende:

- um tecido de cobertura externa;
- uma barreira contra umidade; e
- um forro térmico; em que o forro térmico compreende pelo

menos um tecido resistente a chamas em expansão térmica fabricado com fibras resistentes ao calor onduladas mantido em um estado de compressão por um aglutinante termoplástico, em que, quando o tecido resistente a chamas com expansão térmica é exposto ao calor ou chama, não aumenta a sua  
5 espessura em pelo menos três vezes. Em certas realizações, os tecidos são fixados mecanicamente. Os métodos de fixação mecânica dos tecidos incluem, mas sem limitações, costura e acolchoamento.

Alguns tecidos resistentes a chama incluem um forro com tela aberta que contém as fibras comprimidas sobre pelo menos um lado.

10 Em algumas realizações, o sistema de tecido composto é um componente de uma vestimenta protetora.

A presente invenção também se refere a um método de proteção de um objeto do calor, que compreende a interposição entre o objeto e a fonte de calor de uma barreira térmica que compreende fibras resistentes ao calor  
15 onduladas mantidas em um estado de compressão por um aglutinante termoplástico. Em algumas realizações, o objeto é um ser humano e a barreira térmica reside em vestimenta protetora.

#### **DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO**

Em alguns aspectos, a presente invenção refere-se a forros  
20 térmicos que compreendem fibras resistentes ao calor onduladas mantidas em um estado de compressão por um aglutinante termoplástico. Esses forros, quando expostos a calor ou chama, aumentam de espessura em pelo menos três vezes a espessura antes da exposição às barreiras. Em algumas realizações, estas barreiras compreendem uma folha fina não tecida com  
25 ativação térmica que, quando exposta ao calor, aumenta a sua espessura em pelo menos três vezes (3X) e, em algumas realizações, até dez vezes (10X) por meio de um mecanismo formador de volume. Sob condições normais, a barreira térmica possui boa condutividade térmica e capacidade de respiração,

enquanto, sob alta exposição térmica, a condutividade térmica da barreira cai dramaticamente, de forma a fornecer excelente proteção.

Em algumas realizações da presente invenção, os forros térmicos podem ser utilizados em vestimentas protetoras que possuem pelo menos três  
5 camadas ou construções, em que cada camada ou construção de tecido desempenha uma função distinta. Existe um tecido de cobertura externa que fornece proteção contra chamas e serve de defesa primária contra chamas para o bombeiro. Ao lado da cobertura externa, encontra-se uma barreira contra a umidade que é tipicamente uma barreira contra líquidos, mas pode ser  
10 selecionada de forma que permita a passagem de vapor d'água através da barreira. Ao lado da barreira contra a umidade, encontra-se um forro térmico descrito no presente. A barreira contra a umidade mantém o forro térmico seco e o forro térmico isola o usuário do calor durante atividades de combate a incêndios. A tensão do calor pode ser um subproduto do uso de roupas  
15 pesadas e realização de trabalho duro.

Em algumas realizações, o forro térmico compreende adicionalmente pelo menos um tecido resistente a chama não em expansão que, quando exposto ao calor ou chama, não aumenta a sua espessura em pelo menos três vezes. Em algumas realizações, o tecido não em expansão é  
20 posicionado sobre o lado distante do forro térmico da barreira contra a umidade. Em uma vestimenta, esta camada poderá ser posicionada entre o usuário e a camada térmica.

Em algumas realizações, mais de um não tecido em expansão térmica pode ser utilizado no sistema de tecido composto ou vestimenta. As  
25 barreiras térmicas podem estar em contato entre si ou ser separadas por um ou mais tecidos que substancialmente não se expandem. Em algumas realizações preferidas, o tecido que não se expande é resistente a chama.

A expressão "adjacente a", quando utilizado ou referir-se a

camadas, não indica, necessariamente, que uma camada fica imediatamente ao lado de uma outra camada. Uma camada interveniente pode ocorrer entre camadas adjacentes. Camadas que ficam diretamente em contato entre si, entretanto, ainda são adjacentes entre si.

5                   O aglutinante termoplástico pode apresentar-se na forma de fibra ou pó e deverá ser utilizado em uma quantidade suficiente para manter fibra ondulada em estado comprimido. Pode-se utilizar qualquer tipo de aglutinante que sustente as fibras resistentes ao calor em compressão. Em algumas realizações, aglutinantes úteis incluem fibra de união entre núcleo e cobertura  
10                   ondulada que possui um núcleo de tereftalato de polietileno semicristalino rodeado por uma cobertura de um polímero adesivo formado de ésteres de isoftalato e tereftalato. A cobertura pode amolecer ao calor sob uma temperatura mais baixa que o material de núcleo. Essas fibras são disponíveis por meio da Unitika Corp. de Osaca, Japão. Outras fibras adesivas de núcleo e  
15                   cobertura podem ser utilizadas, entretanto, com a presente invenção. Outros aglutinantes incluem copoliésteres e poliamidas. Além disso, pode-se colocar as fibras resistentes ao calor em contato com um adesivo líquido para atingir barreira térmica. Exemplos desses adesivos incluem dispersões aquosas de adesivos.

20                   A expressão “tecido de cobertura” é utilizada para indicar a camada externa de um artigo (tal como uma vestimenta) que fornece proteção primária contra chama. A cobertura pode consistir de qualquer tecido resistente a chama. Em algumas realizações, a cobertura compreende fibra de aramida. Uma aramida apropriada é póli(metafenileno isoftalamida), que é  
25                   comercializada com o nome comercial Nomex® pela E. I. DuPont de Nemours, Inc. Outros tecidos utilizam póli(parafenileno tereftalamida) (comercializada com o nome comercial Kevlar® pela E. I. DuPont de Nemours, Inc.) ou poliarenoazol (tal como PBI). Podem também ser utilizados tecidos que contêm

mais de uma das fibras mencionadas acima (Nomex®/Kevlar® ou Kevlar®/PBI, por exemplo).

A “barreira contra umidade” é um componente que serve de barreira contra líquidos, mas pode também permitir a passagem de vapor d’água através da barreira. Em artigos tais como casacos de assistência de bombeiros, essas barreiras mantêm a água longe do bombeiro e, desta forma, minimizam o peso carregado pelo bombeiro. Além disso, a barreira permite a fuga de vapor d’água (suor); uma função importante para o trabalho em um ambiente quente. Tipicamente, o componente de barreira contra a umidade compreende uma membrana laminada a um material tecido ou não tecido. Materiais de membrana utilizados para laminar o tecido incluem politetrafluoroetileno (PTFE) e poliuretano. Exemplos desses laminados incluem membrana de PTFE Crosstech® ou membranas de Neoprene® sobre um tecido de meta-aramida tecido ou não tecido fibroso.

O termo “tecido” destina-se a indicar uma estrutura têxtil plana produzida por meio do entrelaçamento de fios, fibras ou filamentos.

“Forro” é um tecido bruto aberto com baixo peso.

Tecido “não tecido” indica uma rede de fibras, que inclui unidirecional (quando contida em uma resina matriz), feltro, conjuntos de fibras e similares.

Por material “tecido”, indica-se um tecido costurado utilizando qualquer tecedura de tecido, tal como tecedura plana, tecedura pé de galinha, tecedura de cesta, tecedura de cetim, tecedura de sarja e similares. Acredita-se que teceduras plana e de sarja sejam as teceduras mais comuns utilizadas no comércio.

“Fibras onduladas” são preferencialmente fibras básicas que possuem comprimentos de corte na faixa de 1 a 6,3 cm, preferencialmente 1,9 a 5,1 cm e, preferencialmente, possuem duas a cinco ondulações por

centímetro. Essas fibras podem ser formadas por meio do rompimento por estiramento de fibras contínuas, resultando em fibras básicas com seções deformadas que agem como ondulações. As fibras básicas podem também ser cortadas de fibras contínuas que possuem uma ondulação em forma de dentes de serra ao longo do comprimento da fibra básica.

A expressão "resistente ao calor", quando utilizada em conjunto com fibras, inclui as fibras, incluindo fibras básicas, que são úteis no tecido bloqueador de fogo não tecido reforçado de acordo com a presente invenção. As fibras resistentes ao calor incluem aramidas e poliarenoazóis. Estas fibras incluem fibra feita com polímero de para-aramida, polibenzazol, polibenzimidazol e póli-imida. Em algumas realizações, a fibra resistente ao calor preferida é feita com polímero de aramida. Em algumas destas realizações, prefere-se polímero de para-aramida.

Da forma utilizada no presente, "aramida" designa uma poliamida em que pelo menos 85% das ligações amida ( $--CONH--$ ) são ligadas diretamente a dois anéis aromáticos. "Para-aramida" indica os dois anéis ou radicais possuem orientação para entre si ao longo da cadeia molecular. Podem ser utilizados aditivos com a aramida. De fato, concluiu-se que até 10% em peso de outro material polimérico podem ser misturados com a aramida ou que podem ser utilizados copolímeros que possuem até 10% de outra diamina substituída pela diamina da aramida ou até 10% de outro cloreto diácido substituído pelo cloreto diácido da aramida. Na prática da presente invenção, a para-aramida preferida é póli(parafenileno tereftalamida). Métodos de fabricação de fibras de para-aramida úteis na presente invenção são geralmente descritos, por exemplo, nas Patentes Norte-Americanas nº 3.869.430, 3.869.429 e 3.767.756. Essas fibras orgânicas de poliamida aromática e várias formas dessas fibras são disponíveis por meio da DuPont Company, Wilmington, Delaware, sob a marca comercial Kevlar®.

O não tecido em expansão térmica pode ser comprimido por qualquer meio conhecido na técnica. Da forma utilizada no presente, o termo “comprimido”, ao indicar-se teias fibrosas de um ou mais cartões e, opcionalmente, um forro com tela aberta pode ser recolhido sobre uma correia transportadora. Preferencialmente, o forro é inserido entre duas teias para fazer uma estrutura de duas teias, embora uma única estrutura de teia possa ser elaborada sobrepondo-se um forro sobre uma única teia ou uma única teia sobre o forro. Teias adicionais podem ser depositadas sobre uma ou as duas estruturas de teia, se necessário.

Em uma realização, a estrutura final possui duas teias cardadas sobre um lado do forro com tela aberta e uma teia cardada sobre o outro lado do forro. Em uma outra realização, cada lado do forro opcional possui uma teia fibrosa a ele adjacente.

O pó aglutinante pode ser aplicado em seguida às teias e forro combinados em uma quantidade preferida de cerca de 3,4 a 24 g/m<sup>2</sup>. As teias combinadas, pó aglutinante e forro são conduzidos em seguida através de um forno sob temperatura suficiente para amolecer e fundir parcialmente a fibra aglutinante e pó, permitindo a adesão das fibras entre si. Na saída do forno, a folha é preferencialmente comprimida entre dois rolos de aço para consolidar as camadas em um tecido coeso. O tecido é resfriado em seguida neste estado comprimido.

Em algumas realizações, nenhum pó aglutinante é utilizado e o aglutinante consiste apenas de aglutinante fibroso.

O termo espessura designa o valor obtido de um micrômetro montado no pedestal padrão.

A expressão “resistente a chama” designa um tecido que possui um comprimento de caractere de menos de 10 cm por quadro vertical, segundo o teste ASTM 1640.



A presente invenção é ilustrada pelos exemplos a seguir que não se destinam a ser limitadores.

### **MÉTODOS DE TESTE**

Desempenho de proteção térmica (TPP). O desempenho de  
5 proteção térmica foi determinado utilizando o método de teste descrito em *NFPA 1971 Standard on Protective Ensemble for Structural Fire Fighting 200 Edition*, Capítulo 6-10. Também são relatados valores de Fator de Falha de Tecido (FFF). Este valor é o valor TPP normalizado no peso base do tecido.

Teste de chama vertical. O desempenho de chama vertical do  
10 tecido não tecido reforçado foi medido utilizando ASTM D6413-99.

Espessura. A medição de espessura do tecido reforçado de acordo com a presente invenção foi realizada utilizando ASTM D1777-96, Opção 1.

Peso base. O peso base foi determinado a partir do peso das  
15 amostras de teste TPP de 17,1 cm x 17,1 cm.

### **EXEMPLO 1**

Um tecido não tecido reforçado foi preparado conforme segue. Setenta partes em peso de fibra básica marca Kevlar® Tipo 970 com comprimento de corte de 50 mm, 2,2 denier por filamento (dpf) e trinta partes  
20 de fibra aglutinante com ponto de fusão de 110 °C com 50/50 cobertura/núcleo Unikita Tipo 4080 com comprimento de corte de 50 mm, 4 dpf foram misturadas conforme alimentado de fardos para três placas. Teias de fibra das três placas foram recolhidas sobre uma correia transportadora para criar uma esteira de fibra que possui um peso base de cerca de 2,7 onças por jarda quadrada. Um  
25 forro com tela aberta de fio de filamento de poliéster foi inserido entre as duas teias formadas pelas primeiras duas placas. O forro de tela aberto foi um forro 5 x 10 Saint Gobain (Tipo KPMR 10510/P3 que possui 5 extremidades por polegada de poliéster de 150 denier na direção de trama e 10 extremidades por

polegada de poliéster de 70 denier na direção da urdidura) e apresentou um peso base de 0,3 onças por jarda quadrada. A estrutura resultante possuía duas teias cardadas sobre um lado do forro de tela aberta e uma teia cardada sobre o outro lado do forro.

5                   As teias e forro combinados foram conduzidas através de um forno a 141 °C para fundir a fibra aglutinante. Na saída do forno, a folha foi comprimida entre dois rolos de aço com espaço de 0 cm sob pressão de cerca de cem libras-força por polegada linear, que consolidou os componentes em um tecido coeso. O tecido foi resfriado em seguida nesse estado comprimido.

10                   A composição final do tecido foi de cerca de 63% de fibra Kevlar®, 27% de fibra aglutinante e 10% de forro de poliéster. Os dados de caracterização deste não tecido são incluídos na Tabela 1.

### **EXEMPLO 2**

O tecido não tecido reforçado comprimido do Exemplo 1 acima foi transformado em camadas com os componentes adicionais a seguir na ordem  
15                   fornecida: 7,5 onças por jarda quadrada de Kevlar®/PBI (mistura 60/40 de fibra KEVLAR® T970 e fibra de PBI formada em um tecido resistente a rasgos com duas extremidades que possui 56 x 51 extremidades por polegada com nove extremidades fornecidas entre cada par de fios à prova de rasgo na direção da urdidura e sete tomadas fornecidas entre cada extremidade na direção de  
20                   trama), barreira contra a umidade de Crosstech®/NOMEX® PJ (que compreende de um filme de PTFE com uma camada de poliuretano ligada a um tecido à prova de rasgos com duas extremidades NOMEX® IIIA com 3,3 onças por jarda quadrada que possui 68 x 68 extremidades por polegada com  
25                   quatro extremidades entre cada par de fios à prova de rasgos nas direções da urdidura e da trama). O não tecido do Exemplo 1 é inserido entre aramida spunlace NOMEX® E-89 estilo 715 com 1,5 onças por jarda quadrada da DuPont e material tecido Nomex® de 4,5 onças por jarda quadrada (fibra

NOMEX® IIIA formada em um tecido com tecedura plana que possui 66 x 42 extremidades por polegada). As camadas do forro térmico foram acolchoadas juntas utilizando cordão NOMEX® e um padrão de acolchoamento quadrado. O desempenho deste composto é incluído na Tabela 2.

5

### EXEMPLO 3

Um material tecido não tecido reforçado foi preparado conforme segue. Setenta partes em peso de fibra básica marca Kevlar® Tipo 970 com comprimento de corte de 50 mm e 2,2 dpf e trinta partes de fibra aglutinante com ponto de fusão de 180 °C de 50/50 cobertura e núcleo Unikita Tipo 4080 com comprimento de corte de 50 mm e 4 dpf foram misturadas conforme alimentado a partir de feixes para três placas. As teias de fibras das três placas foram recolhidas sobre uma correia transportadora para criar uma esteira de fibra que possui um peso base de cerca de 2,7 onças por jarda quadrada. Um forro de tela aberta de fio de filamento de poliéster foi inserido entre as duas teias formadas pelas primeiras duas placas. O forro com tela aberta foi um forro 5 x 10 Saint Gobain (tipo KPMR 10510/P3 que possui 5 extremidades por polegada de poliéster com 150 denier na direção da trama e 10 extremidades por polegada de poliéster com 70 denier na direção da urdidura) e possuía peso base de 0,3 onças por jarda quadrada. A estrutura resultante apresentou duas teias cardadas sobre um lado do forro com tela aberta e uma teia cardada sobre o outro lado do forro.

As teias e o forro combinados foram conduzidos através de um forno a 191 °C para fundir a fibra aglutinante. Na saída do forno, a folha foi comprimida entre dois rolos de aço com espaço de 0 cm sob pressão de cerca de 100 libras força por polegada quadrada, que consolidou os componentes em um tecido coeso. O tecido foi resfriado em seguida nesse estado comprimido.

A composição final do tecido foi de cerca de 63% de fibra Kevlar®, 27% de fibra aglutinante, 10% de forro de poliéster. Os dados de

caracterização desse não tecido são incluídos na Tabela 1.

#### **EXEMPLO 4**

O tecido não tecido reforçado comprimido acima foi transformado em camadas com os componentes adicionais a seguir na ordem dada: 7,5  
5 onças por jarda quadrada de Kevlar®/PBI (mistura 60/40 de fibra PBI e KEVLAR® T970 formada em um tecido à prova de rasgos com duas extremidades que possui 56 x 51 extremidades por polegada com nove extremidades fornecidas entre cada par de fios à prova de rasgos na direção da urdidura e sete tomadas fornecidas entre cada extremidade na direção da  
10 trama), barreira contra a umidade Crosstech/PJ (que compreende um filme de PTFE com uma camada de poliuretano fixada a um tecido à prova de rasgos com duas extremidades NOMEX® IIIA de 3,3 onças por jarda quadrada que possui 68 x 68 extremidades por polegada com quatro extremidades entre cada par de fios à prova de rasgos em urdidura e trama). O não tecido do Exemplo 3  
15 foi inserido entre aramida spunlace NOMEX® E-89 estilo 715 com 1,5 onças por jarda quadrada da DuPont, material tecido NOMEX® com 4,5 onças por jarda quadrada (fibra NOMEX® IIIA formada em um tecido com tecedura plana que possui 66 x 42 extremidades por polegada). As camadas do forro térmico foram acolchoadas juntas utilizando cordão NOMEXB e um padrão acolchoado  
20 quadrado. O desempenho deste composto é incluído na Tabela 2.

#### **EXEMPLO 5 (COMPARATIVO)**

Os tecidos a seguir foram depositados em camadas na ordem dada: Kevlar® com 7,5 onças por jarda quadrada e PBI (mistura 60/40 de KEVLAR® T970 e fibra PBI formada em um tecido à prova de rasgos com duas  
25 extremidades que possui 56 x 51 extremidades por polegada com nove extremidades fornecidas entre cada par de fios à prova de rasgos na direção da urdidura e sete tomadas fornecidas entre cada extremidade na direção da trama), barreira contra a umidade Crosstech/PJ (que compreende um filme de

PTFE com uma camada de poliuretano fixada a um tecido à prova de rasgos com duas extremidades NOMEX® IIIA de 3,3 onças por jarda quadrada que contém 68 x 68 extremidades por polegada com quatro extremidades entre cada par de fios à prova de rasgos em urdidura e trama), duas camadas de  
5 aramida spunlace NOMEX® E-89TM estilo 715 com 1,5 onças por jarda quadrada da DuPont, material tecido Nomex® com 4,5 onças por jarda quadrada (fibra NOMEX® IIIA formada em um tecido com tecedura plana que contém 66 x 42 extremidades por polegada). As camadas do forro térmico foram acolchoadas entre si utilizando cordão NOMEX® e um padrão de  
10 acolchoamento quadrado. O desempenho desse composto encontra-se incluído na Tabela 2.

#### **EXEMPLO 6 (COMPARATIVO)**

Os tecidos a seguir foram depositados em camadas na ordem dada: Kevlar® com 7,5 onças por jarda quadrada (mistura 60/40 de KEVLAR®  
15 T970 e fibra PBI formada em um tecido à prova de rasgos com duas extremidades que contém 56 x 51 extremidades por polegada com nove extremidades fornecidas entre cada par de fios à prova de rasgos na direção da urdidura e sete tomadas fornecidas entre cada extremidade na direção da trama), barreira contra a umidade Crosstech/PJ (que compreende um filme de  
20 PTFE com uma camada de poliuretano fixada a um tecido à prova de rasgos com duas extremidades NOMEX® IIIA com 3,3 onças por jarda quadrada que contém 68 x 68 extremidades por polegada com quatro extremidades entre cada par de fios à prova de rasgos em urdidura e trama), aramida spunlace NOMEX® E-89TM estilo 723 com 2,3 onças por jarda quadrada da DuPont,  
25 aramida spunlace NOMEX® E-89TM estilo 715 com 1,5 onças por jarda quadrada da DuPont, material tecido Nomex® com 4,5 onças por jarda quadrada (fibra NOMEX® IIIA formada em um tecido com tecedura plana que contém 66 x 42 extremidades por polegada). As camadas do forro térmico

foram acolchoadas juntas utilizando cordão NOMEX® e um padrão de acolchoamento quadrado. O desempenho deste composto é incluído na Tabela 2.

**TABELA 1**

Exemplo	1	3
Fibra aglutinante, ponto de fusão, °C	110	180
Tipo de forro	Bayex 5x10	Bayer 5x10
Peso base, onça/jarda <sup>2</sup>	3,2	3,5
<b>Espessura, mils</b>		
Conforme recebido	30	31
Após cinco minutos a 260 °C	215	133
<b>Chama vertical (ASTM 6413)</b>		
Após a chama, seg (urdidura/trama)	0/2,47	0/0
Após o brilho, seg (urdidura/trama)	0,65/0,53	0,75/0,7
Carbonização, mm (urdidura/trama)	12,7/4,45	12,7/3,8

5

**TABELA 2**

Exemplo	2	4	5	6
<b>Descrição do composto</b>				
Camada de cobertura externa	Kevlar®/tecido PBI	Kevlar®/tecido PBI	Kevlar®/tecido PBI	Kevlar®/tecido PBI
Camada de barreira à umidade	Crosstech PJ	Crosstech PJ	Crosstech PJ	Crosstech PJ
<b>Barreira térmica</b>				

Exemplo	2	4	5	6
Camada 1 da barreira térmica	E-89 1,5 onças por jarda quadrada	E-89 1,5 onças por jarda quadrada	E-89 1,5 onças por jarda quadrada	E-89 2,3 onças por jarda quadrada
Camada 2 da barreira térmica	Exemplo 1 (Tabela 1)	Exemplo 3 (Tabela 1)	E-89 1,5 onças por jarda quadrada	E-89 1,5 onças por jarda quadrada
Camada 3 da barreira térmica	Nomex® com 4,5 onças por jarda quadrada tecido	Nomex® com 4,5 onças por jarda quadrada tecido	Nomex® com 4,5 onças por jarda quadrada tecido	Nomex® com 4,5 onças por jarda quadrada tecido
<b>Desempenho do composto</b>				
<b>Conforme recebido</b>				
NFPA 1971 capítulo 6-10				
TPP, cal/cm <sup>2</sup>	40,7	38,7	32,9	35,3
Tempo, seg	20,2	19,2	16,3	17,5
FFF, cal/cm <sup>2</sup> / onça/jarda <sup>2</sup>	1,9	1,7	1,6	1,7
Peso base, onça/jarda <sup>2</sup>	21,9	22,2	20,5	21,3
Espessura, mil	105	104	87	98

Exemplo	2	4	5	6
<b>Previamente aquecido (5 min a 260 °C)</b>				
NFPA 1971 capítulo 6-10				
TPP, cal/cm <sup>2</sup>	55,5	48,5	33,7	36,2
tempo, seg	27,5	24,1	16,7	18
FFF, cal/cm <sup>2</sup> / onça/jarda <sup>2</sup>	2,5	2,2	1,6	1,7
Peso base, onça/jarda <sup>2</sup>	22,3	22,2	20,5	21,2
Espessura, mil	549	485	88,67	97,34
% aumento de TPP	36%	25%	2,4%	2,5%
% aumento de espessura	522%	466%	2%	0%



### **REIVINDICAÇÕES**

1. SISTEMA DE TECIDO COMPOSTO, que possui uma barreira térmica que compreende:

- um tecido de cobertura externa;
- uma barreira contra umidade; e
- um forro térmico; em que o mencionado forro térmico que

compreende pelo menos um tecido resistente a chamas com expansão térmica fabricado a partir de ondulações, fibras resistentes ao calor mantidas em um estado de compressão por um aglutinante termoplástico, em que, quando o forro térmico for exposto a calor ou chama, o forro aumenta a sua espessura em pelo menos três vezes.

2. SISTEMA DE TECIDO COMPOSTO, de acordo com a reivindicação 1, em que o forro térmico compreende adicionalmente pelo menos um tecido resistente a chama sem expansão que, quando exposto a calor ou chama, não aumenta a sua espessura em pelo menos três vezes.

3. SISTEMA DE TECIDO COMPOSTO, de acordo com a reivindicação 2, em que os tecidos são fixados mecanicamente.

4. SISTEMA DE TECIDO COMPOSTO, de acordo com a reivindicação 1, em que pelo menos um tecido resistente a chamas inclui um forro com tela aberta que possui as fibras comprimidas em pelo menos um lado.

5. SISTEMA DE TECIDO COMPOSTO, de acordo com a reivindicação 1, em que as fibras resistentes ao calor compreendem fibra de para-aramida.

6. ROUPA PROTETORA, que contém um forro térmico que compreende:

- um tecido de cobertura externa;
- uma barreira contra a umidade; e

- um forro térmico; em que o mencionado forro térmico compreende pelo menos um tecido resistente a chama com expansão térmica fabricado a partir de ondulações, fibras resistentes ao calor mantidas em um estado de compressão por um aglutinante termoplástico, em que, quando o forro  
5 térmico for exposto a calor ou chama, o forro aumenta a sua espessura em pelo menos três vezes.

7. ROUPA PROTETORA, de acordo com a reivindicação 6, em que o forro térmico compreende adicionalmente pelo menos um tecido resistente a chamas sem expansão que, quando exposto ao calor ou chama,  
10 não aumenta a sua espessura em pelo menos três vezes.

8. ROUPA PROTETORA, de acordo com a reivindicação 7, em que os tecidos são fixados mecanicamente.

9. ROUPA PROTETORA, de acordo com a reivindicação 6, em que pelo menos um tecido resistente a chamas inclui um forro com tela  
15 aberta que contém as fibras comprimidas em pelo menos um lado.

10. ROUPA PROTETORA, de acordo com a reivindicação 6, em que as fibras resistentes ao calor compreendem fibra de para-aramida.

11. MÉTODO DE PROTEÇÃO DE PESSOAS CONTRA O CALOR, que compreende a interposição entre o objeto e a fonte de calor de  
20 um tecido composto, que compreende:

- um tecido de cobertura externa;
- uma barreira contra a umidade; e
- um forro térmico; em que o mencionado forro térmico compreende pelo menos um tecido resistente a chamas com expansão térmica  
25 fabricado a partir de fibras resistentes ao calor onduladas mantidas em um estado de compressão por um aglutinante termoplástico, em que, quando o forro térmico for exposto a calor ou chama, o forro aumenta a sua espessura em pelo menos três vezes.

12. MÉTODO, conforme a reivindicação 11, em que o forro térmico compreende adicionalmente pelo menos um tecido resistente a chama sem expansão que, quando exposto a calor ou chama, não aumenta a sua espessura em pelo menos três vezes.

**RESUMO****“SISTEMA DE TECIDO COMPOSTO, VESTIMENTA PROTETORA E  
MÉTODO PARA PROTEGER AS PESSOAS DO CALOR”**

A presente invenção refere-se a um forro térmico que  
5 compreende fibras onduladas resistentes ao calor mantidas em um estado de  
compressão por um aglutinante termoplástico, em que, quando o forro térmico  
for exposto ao calor ou chama, o forro aumenta a sua espessura em pelo  
menos três vezes. A presente invenção também se refere ao uso dessas  
barreiras em tecidos, vestimentas e artigos protetores.