



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

(11) PI 0908171-2 B1



* B R P I 0 9 0 8 1 7 1 B 1 *

(22) Data do Depósito: 27/02/2009

(45) Data de Concessão: 03/08/2021

(54) Título: MÉTODO PARA O FABRICO DE UM PAINEL RESISTENTE À EXPLOSÃO

(51) Int.Cl.: B32B 1/00; B32B 13/02; B32B 13/04; C04B 14/00; C04B 11/30.

(30) Prioridade Unionista: 03/03/2008 US 61/033,240.

(73) Titular(es): UNITED STATES GYPSUM COMPANY.

(72) Inventor(es): WILLIAM A. FRANK; ASHISH DUBEY.

(86) Pedido PCT: PCT US2009035433 de 27/02/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/142791 de 26/11/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 31/08/2010

(57) Resumo: PROCESSO PARA FABRICO DE PAINÉIS BLINDADOS À BASE DE CIMENTO É divulgado um processo para o fabrico de um produto cimentoso reforçado com fibras, tal como um painel, o qual endurece em um compósito com resistência compressiva ultra- elevada para a utilização no fabrico de painéis com propriedades de resistência balística e à explosão. O painel tem uma fase contínua que resulta da cura de uma mistura aquosa, na ausência da farinha de sílica, do ligante inorgânico do cimento, do enchimento mineral inorgânico que têm uma partícula de tamanho de aproximadamente 150-450 micrômetros, de um enchimento mineral pozolânico, e agente auto-nivelante de superplastificante com base em policarboxilato, e água. A mistura pode também incluir alcanolamina e ácido ou sal ácido. A fase contínua pode ser reforçada com fibra distribuída na fase contínua, antes da cura de modo a formar um painel. O painel pode ser reforçado com um revestimento de reforço em fibra, fixo a pelo menos uma superfície do núcleo, por exemplo, através da laminação com um adesivo, por exemplo, epoxi, para formar um painel blindado cimentoso resistente à balística e à explosão.

MÉTODO PARA O FABRICO DE UM PAINEL RESISTENTE À EXPLOSÃO

CAMPO DO INVENTO

[1] Este invento geralmente é destinado a um processo de linha de produção para o fabrico de um painel blindado à base de cimento de elevado desempenho com excepcional resistência a cargas balísticas e de explosão tendo uma composição de núcleo cimentoso única reforçada com fibras com desenvolvimento controlado de resistência e um reforço do revestimento de elevado desempenho ligado a pelo menos uma superfície do painel de núcleo cimentoso.

[2] O núcleo cimentoso é feito a partir de um ligante cimentoso inorgânico, tipicamente cimento hidráulico tal como o cimento portland; um enchimento mineral inorgânico, de preferência areia de sílica de tamanho de partículas médio de 150-450 micrômetro e razão de peso de 0,80-1,50:1 com o ligante cimentoso; um micro enchimento pozolânico, de preferência sílica de fumo com partícula de tamanho médio de aproximadamente 0,1 micrômetros; aproximadamente 0,75-2,5% em peso da composição total de um agente químico auto-nivelador com base orgânica, à base de química de policarboxilato, de preferência poliéter policarboxilato (Superplasticizante), alcanolamina opcional e aditivos ácidos ou de fluidez de sais ácidos, fibras e água.

[3] A mistura para dar forma ao núcleo cimentoso é auto-niveladora quando misturada e desenvolve resistência significativa depois de endurecer. O núcleo cimentoso não inclui farinha de sílica, que se verificou produzir uma composição de núcleo cimentoso que tinha uma

consistência demasiadamente espessa para ser formada em um painel central utilizável com o equipamento de produção convencional.

[4] A composição de núcleo cimentoso é utilizada em combinação com um material de revestimento reforçado com fibra utilizado de forma a laminar pelo menos uma superfície do núcleo cimentoso do painel. Pode ser utilizada uma variedade de revestimentos para laminar o núcleo do painel blindado cimentoso. No entanto, é preferido o polímero reforçado com fibra (FRP) como revestimentos. A resina reforçada com fibra de vidro é o FRP especialmente preferido. O revestimento (S) é colocado no núcleo (C) como um laminado de desenho estrutural de SC ou de SCS ou de SCSCS.

[5] Os painéis feitos com a composição melhorada do cimento têm resistência suficiente para resistirem a explosões e a impactos balísticos com ou sem fibras de aço ou reforço de aço.

ANTECEDENTES DO INVENTO

[6] As composições cimentosas reforçadas com fibra que contêm cimento hidráulico, enchimentos de minerais inorgânicos e pozolanas bem como aditivos químicos tais como os plastificantes e dispersantes de água foram utilizadas na indústria da construção para formação das paredes interiores e exteriores de estruturas residenciais e/ou comerciais. No entanto, um inconveniente desses painéis convencionais é que não têm a suficiente resistência compressiva de forma a fornecer um elevado grau de resistência às cargas balísticas e de explosão.

[7] A atual prática de produção de composições cimentosas de resistência ultra elevada é apoiada no empacotamento eficiente da partícula e na extremamente baixa dosagem de água para atingir materiais

de resistência ultra elevada. Como uma consequência dos materiais em bruto utilizados para conseguir o empacotamento de partículas densas e a utilização extremamente baixa de água nestas composições, as misturas cimentosas têm um comportamento reológico extremamente duro com pasta com a consistência no estado recentemente misturado. A consistência dura torna estas misturas altamente não trabalháveis e extremamente difíceis de processar em processos de fabrico convencionais para realizar produtos e compósitos finos à base de cimento.

[8] A Patente nos Estados Unidos N° 4158082 A de Belousofsky divulga uma estrutura à base de cimento laminada com um revestimento de fibra de vidro que seja resistente ao impacto e que pode utilizar cimentos com bases Portland.

[9] A Patente nos Estados Unidos N° 4948429 A de Arfaei divulga uma composição cimentosa que contém cimento Portland, areia, sílica de fumo e um poliéter.

[10] A Patente nos Estados Unidos N° 4793892 de Miller e outros, divulga um aparelho que fabrica um painel em concreto com um leve núcleo de cimento contendo cimento Portland e face de tecido em fibra de vidro o qual se encontra ligado de modo adesivo às superfícies do núcleo em cimento.

[11] A Patente nos Estados Unidos N° 4434119 de Teare divulga a aplicação de duas camadas de tecido em um painel de cimento e então uma terceira camada de pasta é aplicada na parte superior do painel, antes de a superfície ser ripada. Teare usa uma camada de revestimento em papel sobre a superfície do painel de cimento, entre painéis adjacentes

durante a cura e esta camada de papel é subsequentemente removida para o produto final do painel de cimento.

[12] A Patente nos Estados Unidos N° 5997630 de Angelskar divulga TEA e ácido tartárico.

[13] A Patente nos Estados Unidos N° 6176920 de Murphy divulga um método do método para construção de um painel cimentoso de múltiplas camadas que utiliza uma cabeça alisante, máquina de perfuração e um processo de aplicação do cimento.

[14] A Patente nos Estados Unidos N° 6119422 B1 de Clear divulga um painel de construção cimentoso estrutural forte e resistente ao impacto com os revestimentos exteriores reforçados com malha de fibra de vidro onde o composto cimentoso tem um núcleo agregado com as superfícies internas e exteriores da malha da fibra de vidro.

[15] A Patente nos Estados Unidos N° 6309457 B1 de Guerinet e outros, divulga uma composição de cimento auto-niveladora que inclui cimento Portland, areia de sílica com um tamanho máximo de 10 mm ou um tamanho de 0-5 mm, ou uma mistura de 0-0,4 mm e tamanhos de 0-5 mm; agregados de minerais finos tais como cinza volante ou farinha de sílica que têm dimensões inferiores a 200 micrômetros, de preferência inferiores a 100 micrômetros; um primeiro plastificante que é um composto orgânico solúvel em água ou dispersável em água que contém pelo menos um grupo aminodi (alquenofosfônico); e um segundo plastificante solúvel em água ou dispersável em água que seja do tipo ácido policarboxílico e contenha cadeias de poliéter. O Exemplo 1 indica uma resistência à compressão em 28 dias de 32 MPa (aproximadamente 4600 psi).

[16] A Patente nos Estados Unidos N° 6437027 de Isomura e outros, divulga uma composição cimentosa que contém cimento Portland, areia de sílica de tamanho inferior a 5 mm; e poliéter de policarboxilato de 0,01-2,5 % em peso.

[17] A Patente nos Estados Unidos N° 6849118 B2 de Kerkar e outros, divulga uma composição cimentosa que contém cimento Portland, areia de sílica de tamanho de 0 a 6 mm; e policarboxilato (plastificante ADVA®).

[18] A Patente nos Estados Unidos N° 6858074 B2 de Anderson e outros, divulga uma composição cimentosa que contém cimento Portland, areia de sílica, sílica de fumo, acelerador, retardador, dispersante redutor de água de grande amplitude de policarboxilato.

[19] A Patente nos Estados Unidos N° 6620487 de Tonyan e outros, divulga um painel de cimento estrutural reforçado, de baixo peso, dimensionalmente estável (painéis de SCP ou de SCP'S) capaz de resistir a cargas de corte quando ligado a estruturas iguais ou que exceda as cargas de corte fornecidas pela madeira contraplacada ou por painéis estruturais orientados. Os painéis utilizam um núcleo de uma fase contínua que resulta da cura de uma mistura aquosa de hemihidrato alfa de sulfato de cálcio, de cimento hidráulico, de uma pozolona ativa e de cal, em que a fase contínua é reforçada com as fibras de vidro álcali-resistentes e contendo microsferas cerâmicas, ou uma mistura de microesferas cerâmicas e de polímero, ou sendo formada a partir de uma mistura aquosa que tem uma razão de peso entre a água e o pó reativo de 0,6/1 e de 0,7/1 ou uma combinação dessas. Pelo menos uma superfície exterior dos painéis pode incluir uma fase contínua curada reforçada com fibras de

vidro e que contém esferas de polímero suficientes para melhorar a habilidade do prego ou feita com urna razão entre a água e o pó reativo de forma a fornecer um efeito idêntico às esferas do polímero, ou uma combinação dessas.

[20] A Patente nos Estados Unidos N° 6875801 B2 de Shendy e outros, divulga uma composição cimentosa que contém cimento Portland, areias, sílica de fumo e policarboxilato 0-2 % em peso.

[21] A Patente nos Estados Unidos N° 6942727 B2 de Daczko e outros, divulga um membro cimentoso de elevada resistência precoce que inclui cimento Portland; agregado fino tal como areia de sílica, em que os agregados finos são materiais que passam quase totalmente através de um crivo número 4, agregado grosseiro tal como areia, em que os agregados grosseiros são materiais retidos predominantemente em um crivo número 4); pozolona de sílica de fumo; 0,025-0,7% de dispersante de policarboxilato que pode ser um poliéter com base no peso seco do cimento; e fibras sintéticas estruturais. O membro cimentoso pode ser utilizado para fazer painéis de parede. O membro cimentoso pode exibir 24 horas de resistência à compressão superior a 10.000 psi (69 MPA); no entanto estas composições não contêm uma pozolona.

[22] A Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2002/0004559 de Hirata e outros, divulga uma composição cimentosa que contém cimento Portland, areias, sílica de fumo e poliéteres superiores a 0,5% em peso, por exemplo 2% em peso.

[23] A Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2004/0149174 de Farrington e outros, divulga uma composição cimentosa

que contém cimento Portland, areias, sílica de fumo e policarboxilato de 0,01-0,2% em peso.

[24] A Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2004/0198873 de Bury e outros, divulga uma composição cimentosa que contém cimento Portland, areia de sílica, sílica de fumo e policarboxilato de 0,02-2% em peso.

[25] A Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2004/0211342 de Sprouts e outros, divulga uma composição cimentosa que contém cimento Portland, areia de sílica, sílica de fumo e policarboxilato de 0,1-2% em peso.

[26] A Publicação do Pedido da Patente nos Estados Unidos N° 2004/0231567 de Dulzer e outros, divulga uma composição cimentosa que contém cimento Portland, areia, sílica de fumo e policarboxilato de 0,1-10 % em peso de ligante cimentoso totalmente seco.

[27] A Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2005/0239924 de Lettkeman e outros, divulga uma composição cimentosa que contém cimento Portland, areias finas, sílica de fumo e policarboxilato de 0,05-2,5% em peso.

[28] A Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2005/0274294 de Brower e outros, divulga uma composição cimentosa que contém cimento Portland, areias finas, sílica de fumo e policarboxilato de 1-4% em peso.

[29] A Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2006/0281836 de Kerns e outros, divulga uma composição cimentosa que contém cimento Portland, areias finas, sílica de fumo e policarboxilato.

[30] A Publicação do Pedido da Patente nos Estados Unidos N° 2006/0174572 de Tonyan e outros, divulga painéis de baixo peso cimentosos não-combustíveis reforçados e sistema de estrutura de metal para paredes de corte.

[31] A Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2007/0125273 de Pinto divulga uma composição cimentosa que contém cimento Portland, areias finas, sílica de fumo e policarboxilato tal como 1-2 % em peso.

[32] A Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2007/0175126 de Tonyan e outros, divulga um painel cimentoso estrutural formado com núcleos contendo enchimentos de baixo peso como- esferas ocas as quais são muito mais leves do que os painéis blindados cimentosos do presente invento, os quais contêm areia como enchimentos inorgânicos para resistência à explosão.

[33] A Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2007/0228612 A de Durst e outros, aqui incorporada como referência divulga betão resistente a explosão também apropriado para limitar a penetração de fragmentos balísticos.

SUMÁRIO DO INVENTO

[34] O invento atual se refere a um processo para o fabrico de uma composição cimentosa. Os ingredientes primários da fase contínua do material cimentoso são: 25-45% em peso de ligante cimentoso inorgânico (por exemplo cimento Portland), 35-65% em peso de enchimento mineral inorgânico (por exemplo areia de sílica), 5-15 % em peso de micro enchimento pozolânico (por exemplo sílica de fumo), 0,75-2,5% em peso

de agente químico auto-nivelador (por exemplo poliéter carboxilatado) e 6-12 % em peso de água e na ausência de farinha de sílica.

[35] De preferência, a composição inclui alcanolamina e ácido ou sal ácido. Por exemplo, uma outra modalidade do invento refere-se à adição de quantidades apropriadas de trietanolamina (daqui em diante "TEA") e ácido tartárico, à composição cimentosa acima descrita para o fabrico de painéis cimentosos resistentes à explosão de forma a modificar as propriedades em fresco e de endurecimento da pasta cimentosa para fazer os painéis.

[36] Tipicamente as misturas cimentosas contêm cimento Portland e sílica de fumo como componentes cimentosos em uma razão de peso relativa de 0,85:0,15 e a areia de sílica como enchimento em uma razão de peso de 1,05:1,00 em relação aos componentes cimentosos. A água foi utilizada em uma razão de peso de 0,22:1,00 em relação aos componentes cimentosos. A trietanolamina e o ácido tartárico são adicionados de forma a controlarem a fluidez da mistura, com uma típica dosagem de TEA de aproximadamente 0,045% em peso, com base no peso do cimento Portland e uma dosagem típica de ácido tartárico inferior a aproximadamente 0,040% em peso com base no total dos componentes cimentosos. Além disso, pode ser adicionado um Superplastificante. No entanto, uma vantagem do invento é que permite a utilização de quantidades reduzidas de Superplastificante.

[37] O presente invento utilizou uma combinação única de materiais inorgânicos e materiais orgânicos com propriedades de tamanho específico que, quando misturadas com água, conduzem a propriedades de fluidez excelentes e um comportamento de auto-nivelamento no estado

recentemente misturado e uma resistência compressiva ultra-elevada de pelo menos 10.000, 15.000 ou 20.000 psi (69, 103 ou 138 MPA), aquando da cura da composição cimentosa com desenvolvimento de resistência controlado após 28 dias de cura, comparado com a faixa típica de 3.000 - 5.000 psi (21-34 MPA) obtidos com concreto de resistência normal de alta densidade.

[38] O método ultrapassa as deficiências anteriormente descritas dos materiais cimentosos atuais utilizados para fazer materiais cimentosos de resistência ultra-elevada e fornece um material de ligante cimentoso que é auto-nivelador no seu estado recentemente misturado e extremamente forte quando endurece.

[39] O método do presente invento permite também as propriedades auto-niveladoras da composição cimentosa para fácil formação de painéis sem a necessidade de aumentar a água que teria de ser removida.

[40] O comportamento auto-nivelador do material cimentoso recentemente misturado é aqui definido como a propriedade característica que permite que o material flua e atinja o nível horizontal sem o auxílio de vibração exterior ou energia. As tentativas da técnica anterior de atingir o auto-nivelamento requereram a utilização de excesso de água nas misturas, o que produziu material composto inaceitável com resistência compressiva de muito baixo desempenho.

[41] O reforço fibroso pode ser dispersado durante a fase contínua. O painel blindado cimentoso com reforço fibroso tem resistência compressiva ultra-elevada de forma a suportar cargas balísticas e explosivas que podem variar até pelo menos aproximadamente 10.000 psi

(69 MPa). Estes painéis cimentosos podem ter outras utilizações além dos painéis resistentes à explosão devido à sua elevada resistência. As típicas fibras de reforço são fibras de vidro resistentes à alcali. Os painéis podem ser desenhados com menos resistência e mais leves para a utilização, por exemplo, na construção em zonas de terremotos.

[42] O painel pode ter uma superfície de revestimento laminada em um ou ambos os lados do núcleo cimentoso. O material de revestimento em polímero reforçado com fibras (FRP) é tipicamente laminado em um ou ambos os lados do núcleo cimentoso. Pode ser utilizada uma variedade de revestimentos de forma a laminarem o núcleo do painel blindado cimentoso. No entanto, enquanto revestimentos são preferidos os laminados de polímero reforçado com fibra (FRP). As resinas com reforço de fibra de vidro tais como o poliéster reforçado com fibra de vidro, o polietileno, o polipropileno são FRP especialmente preferidos. O revestimento (S) é colocado no núcleo (C) como um laminado de desenho estrutural de SC ou SCS ou SCSCS.

[43] O revestimento pode ser aplicado a um ou mais lados do painel ou cobrir o painel completamente, por exemplo, um painel retangular poderia ser coberto em ambos os lados e em todas as quatro extremidades. Além disso, o material elástico para cobrir os painéis pode ser do tipo descrito na Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2009-0004430 A1, Pedido N° 11/819,340 Reinforced Elastomeric Configuration Tailored to Meet a User's Requirements for Protecting a Structure and a Structure Comprised Thereof depositada a 27 de junho de 2007. Na Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2009-0004430 A1, e no Pedido N° 11/819,340 também são

fornecidos métodos para a aplicação do material elastomérico ao painel. Outros FRPs também são apropriados à utilização com as estruturas do invento atual.

[44] O painel blindado cimentoso pode ser ligado a pelo menos um lado de uma estrutura de moldura, tal como uma moldura de metal.

[45] Conforme discutido anteriormente, há uma necessidade para construir painéis que sejam capazes de substituir os painéis cimentosos atualmente disponíveis que sofrem das seguintes deficiências: fracas propriedades de fluxo, um requisito para significativas quantidades de água para serem auto-niveladores e, quando transformados em painéis cimentosos, têm insuficiente resistência compressiva de forma a resistirem a cargas balísticas e explosivas, inferior desempenho de tenacidade, e fraca manipulação durante a instalação.

[46] Todas as porcentagens e razões são em peso a menos que indicado o contrário.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[47] A FIG. 1 é um diagrama de uma vista em perspectiva de uma modalidade do painel cimentoso reforçado com fibra do invento atual.

[48] A FIG. 1A mostra uma vista lateral do painel da FIG. 1 fornecido além disso com uma folha de material de reforço, de tal forma que o painel da FIG. 1 forma um núcleo cimentoso reforçado com fibra e a folha de material de reforço forma um revestimento exterior.

[49] A FIG. 2 é um diagrama esquemático de um aparelho apropriado para a realização do processo atual para produção do painel blindado cimentoso do invento.

[50] A FIG. 2A é um plano fragmentário em planta de um dispositivo de embutimento, adequado ao uso em um aparelho apropriado para a realização do processo para produção dos painéis blindados cimentosos do invento.

[51] A FIG. 3 é um gráfico da subida da temperatura para misturas do Exemplo 8 que contém variações das quantidades de ácido tartárico.

[52] A FIG. 4 é um gráfico do aumento da resistência compressiva para misturas do Exemplo 8 que contém variações das quantidades de ácido tartárico.

[53] A FIG. 5 é um gráfico da perda de abatimento para misturas do Exemplo 9 que contém variações das quantidades de ácido tartárico e quantidades constantes de Superplastificante e de trietanolamina.

[54] A FIG. 6 é um gráfico do comportamento da subida da temperatura para misturas do Exemplo 9 que contém variações das quantidades de ácido tartárico e quantidades constantes de Superplastificante e de trietanolamina.

[55] A FIG. 7 é um gráfico do ganho da resistência compressiva para misturas do Exemplo 9 que contém variações das quantidades de ácido tartárico e quantidades constantes de Superplastificante e de trietanolamina.

[56] A FIG. 8 é um gráfico da perda de abatimento para misturas do Exemplo 10 que contém variações das quantidades de Superplastificante em quantidades constantes de TEA e de ácido tartárico.

[57] A FIG. 9 é um gráfico do comportamento da subida da temperatura para misturas do Exemplo 10 que contém variações das

quantidades de Superplastificante em quantidades constantes de TEA e de ácido tartárico.

[58] A FIG. 10 é um gráfico do ganho da resistência compressiva para misturas do Exemplo 10 que contém variações das quantidades de Superplastificante em quantidades constantes de TEA e de ácido tartárico.

[59] A FIG. 11 é um gráfico da perda de abatimento para misturas do Exemplo 11 que contém variações das quantidades de ácido tartárico e quantidades constantes de Superplastificante e de TEA.

[60] A FIG. 12 é um gráfico do comportamento da subida da temperatura para misturas do Exemplo 11 que contém variações das quantidades de ácido tartárico e quantidades constantes de Superplastificante e de TEA.

[61] A FIG. 13 é um gráfico do ganho da resistência compressiva para misturas do Exemplo 11 que contém variações das quantidades de ácido tartárico e quantidades constantes de Superplastificante e de TEA.

[62] A FIG. 14 é um gráfico do enfraquecimento da velocidade balística versus a densidade do painel cimentoso para painéis blindados cimentosos reforçados com aço padrão comparados com os painéis blindados cimentosos do invento.

[63] A FIG. 15 é um gráfico do enfraquecimento da velocidade balística versus a densidade do painel cimentoso para dois, três e quatro painéis de painéis que têm uma camada de revestimento plástico reforçada com fibra laminada comparada com um painel sem revestimento ao sem uma camada de revestimento plástico reforçada com fibra.

[64] A FIG. 16 é um gráfico que mostra o abatimento das misturas do Exemplo 13.

[65] A FIG. 17 mostra a perda de abatimento para a Mistura 1 do Exemplo 13.

[66] A FIG. 18 mostra os tempos de solidificação (inicial e final) medidos para estas misturas do Exemplo 13 utilizando as agulhas de Gillmore.

[67] A FIG. 19 é um gráfico do enfraquecimento da velocidade balística versus a densidade da areia para um painel blindado cimentoso do invento atual (não laminado) comparada com um painel cimentoso estrutural.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES

A. O PAINEL

[68] O invento atual é destinado a um painel de placa cimentosa dimensionalmente estável, de fibra reforçada. A FIG. 1 mostra uma vista em perspectiva de um painel 1 do invento.

[69] A FIG. 1A mostra uma vista lateral do painel 1 da FIG. 1 fornecido, além disso, com folhas de material de reforço 2 em superfícies exteriores opostas do painel cimentoso 1. Dessa forma, o painel 1 da FIG. 1 dá forma ao núcleo cimentoso reforçado com fibra e as folhas 2 do material reforçado formam um revestimento em lados opostos do núcleo. Os materiais de reforço com folha típicos incluem o polímero reforçado com fibra (FRP) ou outro material conforme descrito pelo Pedido provisório de Patente nos Estados Unidos N° 61/033264, intitulado PAINÉIS BLINDADOS LAMINADOS À BASE DE CIMENTO depositado a 3 de Março de 2008.

[70] Tipicamente, a camada de revestimento de FRP é ligada de forma adesiva a ambas as superfícies do núcleo cimentoso. Por exemplo,

o revestimento reforçado com fibra pode ser laminado à superfície do núcleo com um adesivo epóxi.

[71] Os materiais iniciais principais utilizados para fazer os painéis do invento são o ligante cimentoso inorgânico, por exemplo, cimento hidráulico tal como o cimento Portland; o enchimento mineral inorgânico tal como a areia de sílica preferida, o micro enchimento pozolânico tal como a sílica de fumo, um agente auto-nivelador selecionado a partir do composto à base de policarboxilato particularmente poliéteres e água e fibras de reforço tais como as fibras de vidro e quaisquer aditivos opcionais adicionados ao ligante cimentoso antes de o ligante ser transformado em uma camada.

[72] O painel inclui uma fase contínua que resulta da cura de uma mistura aquosa da composição cimentosa e de fibras de reforço, por exemplo, fibras de fibra de vidro, em que o painel inclui, 25-45% em peso de enchimento mineral inorgânico, 35-65% em peso de enchimento mineral inorgânico de 150-450 micrômetros, de 5-15% em peso de enchimento pozolânico e 0,75-2,5% em peso de agente auto-nivelador à base de policarboxilato e 6-12% de água.

[73] Opcionalmente a mistura aquosa inclui aproximadamente 0,005 a 0,500% em peso de ligante do cimento de trietanolamina e opcionalmente aproximadamente 0,10 a 1,80% em peso dos componentes do cimento de ácido tartárico.

[74] Os painéis do invento incluem tipicamente uma fase contínua de material cimentoso na qual as fibras de reforço são distribuídas de forma substancialmente uniforme. No painel da FIG. 1 a fase contínua

resulta a partir da cura de uma mistura aquosa de material cimentoso e de fibras de reforço.

B. FORMULAÇÃO

[75] Os componentes utilizados para fazer os painéis do invento são descritos abaixo com maior detalhe.

[76] As relações típicas do peso dos ingredientes de uma modalidade das composições cimentosas auto-niveladoras, de resistência compressiva ultra-elevada do invento são mostradas na TABELA 1. O ligante cimentoso inorgânico (cimento hidráulico) em conjunto com o micro enchimento pozolânico são conhecidos como pó reativo seco.

TABELA 1

Classe de ingrediente	Ingrediente preferido	Mínimo da Faixa Típica (% em peso da composição total incluindo a água)	Máximo da Faixa Típica (% em peso da composição total incluindo a água)	Formulação Típica (% em peso da composição total incluindo a água)
Ligante cimentoso inorgânico	Cimento Portland	25,0	45,0	37,0
Enchimento mineral inorgânico de partícula de tamanho médio de 150-450 micrômetros	areia de sílica	35,0	65,0	45,7

Micro enchimento pozolânico	Sílica de fumo Tamanho médio de partícula de aproximadamente 0,1 micrômetros	5,0	15,0	6,5
Agente químico auto nivelador com base orgânica (Superplasticizante)	Adição química à base de Policarboxilato	0,75	4,5	1,3
Água		6,0	12,0	9,6

[77] As proporções dos ingredientes de composição seca que incluem o ligante cimentoso inorgânica e o micro enchimento pozolânico, daqui para a frente também designados como pó reativo seco, e o enchimento mineral inorgânico são mostrados na TABELA 1A.

TABELA 1A – Formulação em base seca

Ingredientes	Ingrediente preferido	% em peso mínima típica (base seca)	% em peso mínima típica (base seca)	% em peso da formulação típica (base seca)
Cimento hidráulico inorgânico (ligante)	Cimento Portland	25,0	55,0	41,5
Enchimento mineral inorgânico (Tamanho médio de partícula 150-450 micrômetro)	Areia de Sílica	30,0	60,0	51,2
Micro enchimento pozolânico	Sílica De fumo	2,0	15,0	7,3
Nota: O cimento hidráulico inorgânico e o micro enchimento pozolânico quando combinados em conjunto são denominados por pó reativo seco				

Micro enchimento Pozolânico

[78] Os materiais Pozolânicos são definidos em ASTM C618-97 como "materiais siliciosos ou materiais siliciosos e aluminosos que possuem neles próprios pouco ou nenhum valor cimentoso, mas que irão, na forma finamente dividida e em presença da mistura, reagir quimicamente com o hidróxido de cálcio a temperaturas normais de forma a formarem compostos que contêm propriedades cimentosas." Um material Pozolânico frequentemente utilizado é a sílica de fumo, sílica amorfa finamente dividida que é o produto do fabrico da liga de metal de sílica e de ferro-sílica. Caracteristicamente, tem elevado índice de sílica e baixo índice de alumina.

[79] Tipicamente o material pozolânico tem o tamanho médio das partículas listado na TABELA 2

TABELA 2

Enchimento Pozolânico	
Por exemplo, Sílica de Fumo, Metacaulino, Cinza vulcânica, Pedra Polmes	
Tamanho médio das partículas (micrômetros)	Tipo de faixa
≤ 50	Ampla
≤ 10	Preferida
$\leq 1,0$	Mais preferida
$\leq 0,1$	A mais preferida

[80] Em uma modalidade do invento, a sílica de fumo, sílica amorfa finamente dividida que é o produto da reação do fabrico da liga de metal

de sílica e de ferro-sílica, é o micro enchimento pozolânico preferido. O tamanho médio da partícula das partículas de sílica de fumo é extremamente pequeno, isto é, aproximadamente 0,1 micrômetros, ou quase cem vezes menor do que o tamanho médio da partícula dos grãos do cimento Portland. Na modalidade mais ampla, o tamanho médio da partícula do material pozolânico deve ser inferior a aproximadamente 50 micrômetros, com um tamanho de partícula típico de 10 micrômetros ou menos e mais tipicamente um tamanho médio de partícula de 1,0 micrômetros ou menos. Em uma modalidade preferida o tamanho médio de partícula do material pozolânico é 0,1 micrômetros ou menos, o que se verificou fornecer o ótimo empacotamento da partícula, reação pozolânica e o desenvolvimento da resistência compressiva. A adição do micro enchimento pozolânico, inorgânico na composição favorece duas funções críticas na composição.

[81] O tamanho fino da partícula do micro enchimento pozolânico representa um papel crítico no preenchimento dos espaços vazios de vários tamanhos entre as partículas maiores presentes na mistura. Sem estas partículas de enchimento, estes espaços vazios ou ficariam vazios, dando origem a bolhas de ar ou ficariam preenchidos com água. Em último caso as bolhas de ar conduzirão a uma redução tanto na densidade como na resistência compressiva do material final. Os micro enchimentos que preenchem estes espaços conduzem a uma microestrutura significativamente mais densa e realçam o desempenho a resistência compressiva do material.

[82] O enchimento pozolânico de sílica de fumo também reage com o hidróxido de cálcio produzido em consequência da hidratação do

cimento Portland. A reação resulta na formação de hidrato de silicato de cálcio, que é um material de ligação extremamente forte e durável que realça a resistência e a durabilidade da composição à base de cimento endurecida.

[83] Foram referidos vários materiais naturais e sintéticos como tendo propriedades pozolânicas, incluindo o polimento, a perlite, a terra de diatomáceas, o tufo, as terras de trass, o metacaulino, a microsílca, a escória de alto-forno granulada de terra, e a cinza volante. Embora a sílica de fumo seja uma pozolona particularmente conveniente para utilização nos painéis do invento, podem ser utilizados outros materiais pozolânicos. Em contraste com a sílica de fumo, o Metacaulino, a escória de alto-forno granulada de terra, e a cinza volante pulverizada têm um índice muito mais baixo de sílica e uma grande quantidade de alumina, mas podem ser materiais pozolânicos eficazes. Quando é utilizada a sílica de fumo, essa irá constituir aproximadamente 5 a 20% em peso, de preferência 10 a 15% em peso, dos pós reativos (exemplos de pós reativos: apenas cimento hidráulico; misturas de cimento hidráulico e pozolona; ou misturas de cimento hidráulico, de sulfato de cálcio alfa hemi-hidrato, pozolona, e cal). Se forem substituídas outras pozolonas, as quantidades utilizadas serão escolhidas de forma a fornecerem desempenho químico idêntico à sílica de fumo.

[84] A sílica de fumo é bastante distinta de outros enchimentos minerais inorgânicos de partículas finas tais como a farinha de sílica definida em CAS Número 87347-84-0 como o dióxido de sílica feito através da moagem da areia de sílica pura até um pó muito fino. A farinha de sílica

é geralmente utilizada como um enchimento barato em composições de betão e plásticos.

[85] A sílica de fumo definida pelo CAS número 67256-35-3, é feita de uma forma muito diferente através da reação de tetracloreto de sílica em uma chama de oxi-hidrogênio que tem um excesso de oxigênio. O sólido resultante é um material pozolânico muito leve, macio, passível de ser vertido que tem sido utilizado em composições de cimento de forma a melhorar a resistência compressiva, a resistência de ligação e a resistência à abrasão.

[86] Se verificou que a razão do micro enchimento pozolânico com o ligante cimentoso inorgânico é amplamente útil na faixa de 0,05 a 0,30, por exemplo, 5 partes a 30 partes em peso de enchimento pozolânico por 95 a 70 partes em peso de ligante cimentoso. Se verificou que uma razão mais preferida é de 0,10 a 0,25 e se verificou que a razão mais preferida é de 0,15 a 0,20 para conferir o melhor desempenho auto-nivelador, eficiência de empacotamento, reação pozolânica e desenvolvimento de resistência compressiva controlado na composição curada final. A TABELA 2C apresenta faixas de faixas Enchimento Pozolânico/Cimento Hidráulico Inorgânico.

TABELA 2A

Razão de Peso de Enchimento Pozolânico/Cimento Hidráulico Inorgânico	
Razão	Tipo preferido
0,05 a 0,30	Preferido
0,10 a 0,25	Mais Preferido
0,15 a 0,20	O Mais Preferido

Ligantes Cimentosos Inorgânicos (Cimento Hidráulico Inorgânico)

[87] Os ligantes cimentosos inorgânicos preferidos são selecionados a partir de várias classes de cimentos Portland, com esses comercialmente disponíveis com tamanho de partícula mais grosseiros sendo os mais preferidos na composição atual. A finura Blaine do cimento Portland utilizada nas composições cimentosas deste invento varia tipicamente entre 2.000 e 6.000 cm²/grama.

[88] Se verificou que a relativamente mais baixa necessidade de água dos cimentos Portland com tamanhos de partícula mais grosseiros resulta em misturas com mais elevada densidade de material e desempenho melhorado da resistência compressiva do material.

Enchimento Mineral Inorgânico

[89] Os enchimentos minerais inorgânicos preferidos são areias de sílica que têm distribuições de tamanho de partícula particulares, conforme descrito abaixo. Estes enchimentos têm várias funções extremamente importantes na composição do invento.

[90] A estabilidade dimensional do produto final feito com a composição cimentosa deste invento é significativamente realçada com a utilização do enchimento mineral inorgânico. As composições de cimento

Portland puro tendem a ser dimensionalmente altamente instáveis em várias condições hidro-térmicas. Os enchimentos minerais tais como as areias de sílica ajudam a melhorar a estabilidade dimensional do material sem sacrificar o desempenho mecânico dos materiais.

[91] As composições de cimento Portland puro são extremamente propensas ao encolhimento e ao associado desenvolvimento de fendas devido ao encolhimento plástico restringido do material conforme esse vai endurecendo. O efeito de encolhimento plástico restringido se torna ainda mais grave para composições que contêm um índice de água muito baixo, particularmente na presença de materiais pozzolânicos como o fumo de sílica. Se verificou que a areia de sílica desempenha um importante papel no controle e, em alguns casos, na eliminação, do desenvolvimento de fendas devido ao encolhimento plástico restringido.

[92] Se verificou que a apropriada seleção da faixa do tamanho de partícula do enchimento mineral inorgânico é instrumental em proporcionar um empacotamento de partículas mais denso para a mistura cimentosa deste invento. Um empacotamento mais denso conduz a menos falhas intrínsecas no material final e isto, por sua vez, em última instância, realça o desempenho mecânico e a resistência compressiva do material composto.

[93] Se verificou que o tamanho da partícula do enchimento mineral e a quantidade total do enchimento utilizado na mistura cimentosa contribuem, significativamente para as propriedades auto-niveladoras da mistura. Se verificou que se o enchimento mineral inorgânico tiver um tamanho médio de partícula que seja muito fino, o material irá ter fracas propriedades de fluxo sem qualquer comportamento auto-nivelador.

Adicionalmente, se verificou que se a quantidade de enchimento mineral inorgânico for muito alta, por exemplo, se atingir um limite crítico; o mineral terá também fracas propriedades de fluxo e sem qualquer comportamento auto-nivelador.

[94] Na TABELA 2B é apresentada uma distribuição do tamanho das partículas do enchimento inorgânico que se verificou conduzir a propriedades auto-niveladoras e desempenho de resistência de compressão ultra-elevada.

TABELA 2B

Tamanho de partícula do enchimento inorgânico em micrômetros	% Mais fino
1.000	100
600	90-100
300	40-90
150	10-40
50	Inferior a 10

[95] O conteúdo do enchimento mineral inorgânico da composição que se verificou proporcionar comportamento auto-nivelador à composição final está descrito pela razão de peso do enchimento inorgânico com o material cimentoso na faixa de 0,80 a 1,50:1,0 em uma base seca.

[96] O tamanho médio da partícula de enchimento do material inorgânico na composição do invento deve estar na faixa de 150 a 450 micrômetros, mais tipicamente na faixa de 200 a 400 micrômetros e, de preferência, na faixa de 250 a 350 micrômetros. Quando é utilizado um tamanho médio de partícula na faixa de aproximadamente 250 a

aproximadamente 350 micrômetros, se verificou que a composição apresenta melhor comportamento auto-nivelador, controle da quebra por encolhimento plástico, empacotamento de partícula eficaz e ótimo desenvolvimento de resistência compressiva. O típico enchimento mineral inorgânico tem o tamanho médio de partícula listado na TABELA 2C.

TABELA 2C

Enchimento Mineral Inorgânico	
Por exemplo, Areia de sílica, Areia de Zircônio, Areia de Alumina	
Tamanho Médio da Partícula	Tipo de faixa
150 - 450 micrômetros	Preferida
200 - 400 micrômetros	Mais Preferida
250 - 350 micrômetros	A Mais Preferida

[97] Outro parâmetro que se verificou proporcionar resultados ótimos é a razão entre o enchimento do mineral inorgânico, por exemplo, areia de sílica, com o pó reativo seco (o peso combinado do ligante de cimento inorgânico e os pós reativos de micro enchimento pozolânico). São obtidos bons resultados em razões de aproximadamente 0,75 a 1,50:1,0 com resultados mais preferidos atingidos nas relações de 0,80 a 1,20:1,0 e ótimo auto-nivelamento, empacotamento de partícula eficaz e desenvolvimento de resistência de compressão s serem atingidos nas relações de 0,90 a 1,10:1,0, por exemplo, 90 a 110 partes por peso de enchimento mineral inorgânico tal como areia de sílica por 100 partes de ligante cimentoso e enchimento pozolânico combinados. A TABELA 2D

lista as faixas das Relações do Enchimento Mineral Inorgânico/Pós Reativos Secos.

TABELA 2D

Razão de peso do Enchimento Mineral Inorgânico/Pós Reativos Secos	
Razão	Tipo Preferido
0,75 a 1,50	Preferido
0,80 a 1,20	Mais preferido
0,90 a 1,10	O mais preferido
Nota: O cimento hidráulico inorgânico e o micro enchimento pozolânico combinados são denominados por pó reactivo seco.	

Água

[98] Tipicamente, a razão de peso da água com o ligante cimentoso inorgânico e com pó reativo seco de enchimento pozolânico é mantida a 0,35 ou menos, com uma razão típica a ser inferior a aproximadamente 0,25 a 0,30:1,0 e sendo conseguidos um melhor empacotamento de partícula e uma resistência compressiva em relações de água com o pó reativo de 0,20:1,0 ou menos. A TABELA 2E lista as faixas da Razão de Água/Pó Reativo Seco.

TABELA 2E

Razão de peso de Água/Pós Reativos Secos	
Razão preferida	Tipo de Faixa
$\leq 0,35$	Razão máxima da água/ pós reativos secos
$\leq 0,30$	Preferida
$\leq 0,25$	Mais Preferida
$\leq 0,20$	A Mais Preferida
Nota: O Cimento hidráulico inorgânico e o micro enchimento pozolânico em conjunto são denominados por Pó Reativo Seco.	

Agente Auto-Nivelador – Superplastificante

[99] Se verificou que os aditivos orgânicos à base de química de policarboxilato são agentes auto-niveladores exclusivamente eficazes na composição do invento e conferem a fluidez requerida e as propriedades de fluxo para o desenvolvimento de resistência compressiva a longo prazo do painel blindado cimentoso curado.

[100] Se verificou que as composições à base de policarboxilato são eficazes quando utilizadas em uma quantidade de aproximadamente 0,25 a 5,00% em peso e, mais tipicamente, de 0,50 a 3,0% por peso do material cimentoso em base seca. As quantidades em níveis inferiores a aproximadamente 0,25% não conferem qualquer melhoria significativa na fluidez e nas propriedades de fluxo do material cimentoso. A utilização de níveis do Superplastificante à base de policarboxilato acima de aproximadamente 5,0% em peso, provoca um impacto adverso

significativo sobre o desenvolvimento a longo prazo da resistência compressiva. A TABELA 2F lista uma faixa de superplastificantes.

TABELA 2F

Superplastificante Policarboxilato de poliéteres	
Faixa de Dosagem	Tipo de Faixa
0,25 a 5,00% em peso de pós reativos secos	Faixa Ampla
0,50 a 3,00% em peso de pós reativos secos	Faixa Preferida
0,75 a 1,50% em peso de pós reativos secos	Faixa Mais Preferida
1,00 a 1,25% em peso de pós reativos secos	A Faixa Mais Preferida
Nota: O Cimento hidráulico inorgânico e o micro enchimento pozolânico em conjunto são denominados por Pó Reativo Seco.	

[101] Quando o superplastificante de policarboxilato é utilizado nas dosagens especificadas em mistura com os outros componentes da composição cimentosa do invento, são obtidas composições cimentosas auto-niveladoras.

[102] Tipicamente, o superplastificante de policarboxilato pode ser reduzido a aproximadamente 0,75 a 1,50% por peso do pó reativos secos e até aproximadamente 1,0 a 1,25% por peso de pó reativos secos enquanto continua a conferir o período de fluidez desejado e o

desenvolvimento de resistência compressiva a longo prazo quando são utilizadas alcanolaminas, por exemplo, TEA e aditivos ácidos, por exemplo, ácido tartárico, nas quantidades específicas no invento atual.

[103] O termo agente auto-nivelador à base de policarboxilato utilizado na totalidade deste documento se refere a polímeros com um esqueleto de carbono com cadeias laterais pendentes, em que pelo menos uma parte das cadeias laterais está ligada ao esqueleto através de um grupo carboxila ou de um grupo éter. Exemplos dessas composições de policarboxilato podem ser encontrados na Patente nos Estados Unidos 6,942,727 B2 na Col. 4, linhas 16-32. Os dispersantes de policarboxilato são muito eficazes na dispersão e redução do índice de água em cimentos hidráulicos. Estes dispersantes ou Superplastificantes funcionam através do envolvimento de uma partícula a ser dispersa e depois as forças de repulsão entre cada cadeia do polímero mantêm as partículas separadas e mais fluídas.

[104] O agente policarboxilato utilizado na composição cimentosa pode incluir, mas não está limitado a dispersantes ou redutores de água comercializados sob as marcas registradas GLENIUM 3030NS, GLENIUM 3200 HES, GLENIUM 300ONS (Master Builders Inc., Cleveland, Ohio), ADVA (W. R. Grace Inc., Columbia, Md.), VISCOCRETE (Sika, Estocolmo, Suécia) e SUPERFLUX (Axim Concrete Technologies Inc., Middlebranch, Ohio). Dois exemplos de composições de poliéter policarboxilado comercialmente disponíveis que conferem bons resultados neste invento são Adva® Cast e Adva® Cast 500, comercialmente disponibilizados pela W. R. Grace, Columbia, MD.

Alcanolamina e Ácido/Sal Ácido

[105] Conforme mencionado acima, podem ser adicionados a alcanolamina, por exemplo, trietanolamina (TEA) e o ácido ou o sal ácido, por exemplo, o ácido tartárico, de forma a controlar a fluidez da composição cimentosa. A adição de aproximadamente 0,005% a aproximadamente 0,500% de TEA por peso do material cimentoso, mais tipicamente, de 0,010% a aproximadamente 0,250% em peso, mais de preferência de 0,020% a 0,100% em peso e mais de preferência de aproximadamente 0,025 a 0,075% em peso de pó reativo seco permite a utilização de uma menor quantidade do agente nivelador Superplastificante. Por exemplo, a adição de alcanolamina e ácido/sal ácido permite utilizar apenas de aproximadamente um terço da quantidade que, caso contrário, seria utilizada, enquanto se obtém a taxa desejada de desenvolvimento da resistência compressiva do painel.

[106] Além disso, a adição de alcanolamina e ácido/sal ácido atrasa o período de cura para permitir o manuseamento e o acabamento do painel blindado cimentoso. Isto também permite que a composição cimentosa tenha um período mais prolongado para manuseamento do painel entre o tempo que o painel endurece o suficiente para ser manuseado e ser lixado para o acabamento final antes que a composição cimentosa atinja a sua forma de painel final totalmente endurecido. Em quantidades inferiores a aproximadamente 0,005%, o tempo de cura é rápido demais e não há melhoria no desenvolvimento da resistência compressiva a longo prazo do painel.

[107] Quando são utilizados mais de 0,500% de TEA, a cura é rápida demais para melhorar o período de manuseamento e a resistência compressiva não se desenvolve durante um período suficiente de tempo

de forma a conferir níveis de resistência de compressão superiores a aproximadamente 10.000 psi (69 MPa), por exemplo, de 15.000 psi (103 MPa) ou 20.000 psi(138 MPa) a 25.000 (172 MPa) a 30.000 psi (207 MPa) para uma eficaz resistência à explosão e à balística.

[108] A TABELA 2G lista uma faixa para alcanolaminas. Exemplos de alcanolaminas adequadas para utilização nas modalidades do invento atual incluem uma ou mais de monoetanolamina, dietanolamina e trietanolamina.

TABELA 2G

Alcanolaminas	
Por exemplo, Trietanolamina, Dietanolamina, Monoetanolamina	
Faixa de Dosagem	Tipo de Faixa
0,005 a 0,500% em peso de pó reativo seco	Faixa Ampla
0,010 a 0,250% em peso de pó reativo seco	Faixa Preferida
0,020 a 0,100% em peso de pó reativo seco	Faixa Mais Preferida
0,025 a 0,075% em peso de pó reativo seco	A Faixa Mais Preferida
Nota: O Cimento hidráulico inorgânico e o micro enchimento pozolânico em conjunto são denominados por Pó Reativo Seco.	

[109] Se verificou que a utilização de ácidos, por exemplo, ácido tartárico ou sais ácidos, em combinação com as alcanolaminas acima discutidas, é eficaz na redução da quantidade de Superplastificante necessário para a fluidez e para as propriedades de fluxo. Também melhora o desenvolvimento do ganho da resistência compressiva ao longo do tempo em níveis de aproximadamente 0,10 a aproximadamente 1,80% em peso do material cimentoso, com a utilização típica na faixa de aproximadamente 0,20 a 1,20% e de preferência em faixas que estão aproximadamente entre 0,30% a 0,80% em peso e a quantidade mais preferida sendo de aproximadamente 0,40% a 0,60 % em peso. Quando é utilizado o ácido tartárico abaixo de aproximadamente 0,10%, não há melhoria no desenvolvimento da resistência compressiva ou qualquer redução na quantidade de Superplastificante necessária para conferir a necessária fluidez e propriedades de fluxo do material cimentoso. A níveis superiores a 1,8% em peso, o desenvolvimento a longo prazo da resistência compressiva é degradado a níveis abaixo da resistência compressiva necessária para utilização como um painel blindado cimentoso eficaz.

[110] Outros exemplos de adequados aditivos de ácido/sal ácido para melhorar a fluidez incluem, mas não estão limitados a ácido cítrico, tartarato de potássio, tartarato de sódio, tartarato de sódio-potássio e citrato de sódio.

[111] A TABELA 2H lista uma faixa para ácidos e sais ácidos que podem ser utilizados nas modalidades do invento atual.

TABELA 2H

<p>Ácidos e Sais Ácidos:</p> <p>Ácido Tartárico, Tartarato de Potássio, Tartarato de Sódio, Tartarato de Sódio-Potássio, Ácido Cítrico, Citrato de Sódio</p>	
Faixa de Dosagem	Tipo de Faixa
0,10 a 1,80% em peso de pó reativo seco	Faixa Ampla
0,20 a 1,20% em peso de pó reativo seco	Faixa Preferida
0,30 a 0,80% em peso de pó reativo seco	Faixa Mais Preferida
0,40 a 0,60% em peso de pó reativo seco	A Faixa Mais Preferida
<p>Nota: O Cimento hidráulico inorgânico e o micro enchimento pozolânico em conjunto são denominados por Pó Reativo Seco.</p>	

Fibras de Reforço

[112] Tipicamente os painéis blindados cimentosos do invento incluem fibras de reforço, por exemplo, fibras de vidro ou fibras de aço. No entanto, produtos sem fibras de reforço também entram no invento atual.

[113] Tipicamente o painel blindado cimentoso é reforçado com uma ou mais camadas de fibras de vidro cortadas livremente embutidas nas camadas cimentosas uma vez que o painel é feito a partir da suspensão cimentosa depositada na linha de formação, conforme descrito em detalhe abaixo. As fibras de vidro são cortadas em um comprimento de aproximadamente 0,5 polegada (1,3 cm) a de aproximadamente 1,5 polegadas (3,8 cm) de comprimento. As fibras de vidro são monofilamentos que têm um diâmetro de aproximadamente 5 a 25 microns (micrômetros), tipicamente de aproximadamente cerca 10-15 microns (micrômetros).

[114] Os painéis blindados cimentosos são uniformemente reforçados com fibras de vidro em uma quantidade de aproximadamente 0,5% a aproximadamente 6% por volume da composição de material composto como um todo, mais tipicamente de aproximadamente 3% a aproximadamente 3,5% em volume, antes de serem curados de forma a formarem um painel blindado cimentoso. A composição cimentosa total significa o ligante inorgânico total, o enchimento mineral inorgânico, o enchimento pozolânico, o agente auto-nivelador e os aditivos tais como retardadores e aceleradores. Desta forma, para 100 pés cúbicos de composição total, há 0,5 a 6 pés cúbicos de fibras. Os painéis blindados cimentosos são também 0,5-6% em volume da composição total úmida utilizada para fazer um artigo composto bem como o próprio artigo composto.

[115] Quando a resistência a álcali é importante podem ser utilizadas fibras de vidro álcali resistentes (Fibras de vidro AR), tais como Nippon Electric Glass (NEG) 350Y. Se verificou que essas fibras conferem maior resistência de ligação à matriz e, dessa forma, são preferidas para os painéis do invento. As fibras de vidro são monofilamentos que têm um diâmetro de aproximadamente 5 a 25 microns (micrômetros) e, tipicamente, de aproximadamente 10 a 15 microns (micrômetros). De um modo geral, os filamentos são combinados em cordões de 100 filamentos, que podem ser ligados em mechas que contêm aproximadamente 50 cordões. Geralmente os cordões ou mechas serão cortados em filamentos e feixes de filamentos adequados, por exemplo, de aproximadamente 0,25 a 3 polegadas (6,3 a 76 mm) de comprimento, de preferência de 0,5 a 1,5

polegadas (13 a 38 mm), mais de preferência, de 1 a 1,5 polegadas (25 a 38 mm).

[116] Também é possível incluir outras fibras nos painéis blindados cimentosos do invento em vez de alguma ou de toda a fibra de vidro preferida. Estas outras fibras podem ser um ou mais membros do grupo que consiste nas fibras celulósicas, tais como fibras de papel; fibras poliméricas, por exemplo, álcool polivinílico, polipropileno, polietileno, polietileno de alta densidade, poliácridonitrila, poliamida, poliamida e/ou fibras de aramida. Também podem ser utilizadas fibras de carbono e fibras de metal tais como fibras de aço de forma a reforçar os painéis blindados cimentosos, embora as fibras de vidro tenham conferido painéis blindados cimentosos com excelente resistência à explosão e propriedades de impacto balístico.

Aditivos Opcionais Adicionais

[117] Também podem ser utilizados outros aditivos conhecidos para utilização em composições cimentosas, tais como, aditivos de admissão de ar, tensioativos, aceleradores, retardadores e plastificantes adicionais. Em particular, podem ser adicionados agentes redutores de água, tais como os sulfonatos de polinaftaleno, ligno-sulfonatos e sulfonatos de melamina à fase contínua e irão funcionar como plastificantes secundários em combinação com o Superplastificante à base de policarboxilato.

Revestimento de Reforço de Elevado Desempenho

[118] O núcleo cimentoso reforçado com fibras dos painéis blindados é reforçado por meio de um revestimento de reforço de elevado

desempenho ligado a uma ou a ambas as superfícies do núcleo cimentoso. O revestimento de reforço pode ser feito de uma variedade de materiais de reforço de elevado desempenho tais como laminados de polímero reforçado com fibra (FRP), laminados de metal fino, laminados de composto FRP-metal, malha em ponto aberto, malha em ponto fechado, etc. O revestimento de reforço é ligado ao núcleo cimentoso através de um agente de ligação. Por exemplo, podem ser utilizados adesivos para ligar o revestimento ao núcleo. Os adesivos típicos adequados são uretanos (termoplástico e temperatura ambiente), epóxis e outros adesivos poliméricos. O revestimento pode ser aplicado a um ou mais lados do painel ou cobrir completamente o painel, por exemplo, um painel retangular poderia ser coberto em ambos os lados e em todas as quatro extremidades.

[119] Em alternativa, o revestimento de reforço pode ser embutido no núcleo cimentoso, evitando assim a necessidade de um agente de ligação.

[120] O material elástico para cobrir os painéis pode ser do tipo descrito na Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° US 2009-0004430 A1, Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 11/819,340 Reinforced Elastomeric Configuration Tailored to Meet a User's Requirements for Protecting a Structure and a Structure Comprised Thereof, depositado a 27 de junho de 2007. Na Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° US 2009-0004430 A1, Pedido de Patente N° 11/819,340 também são conferidos métodos para aplicar o material elastomérico ao painel. Outros FRPS são também adequados para utilização com as estruturas do invento atual.

[121] Os laminados de polímero reforçados com fibra tais como resina de poliéster reforçada com fibra de vidro, polietileno reforçado com fibra de vidro e resinas de polipropileno reforçadas com fibra de vidro são tipicamente utilizados com um laminado de resina de poliéster reforçado com fibra de vidro de sendo preferido o tecido Kemlite Armor Tuf® disponível a partir da Crane Composites, Inc. Os laminados de FRP podem incluir fibras de reforço embutidas em uma resina polimérica tanto na forma contínua, como na forma descontínua ou em uma combinação das duas.

[122] Pode ser utilizada uma variedade de fibras como reforço no laminado de FRP. Incluindo as fibras preferidas tais como fibras de vidro, fibras de aramida, fibras Kevlar® e fibras de metal, tais como fibras de aço.

[123] Depois da consolidação final na forma de um painel cimentoso reforçado com fibra com um revestimento de reforço de elevado desempenho ligado a pelo menos uma superfície do núcleo cimentoso, conforme descrito abaixo, o painel apresenta a desejável resistência à explosão e estabilidade dimensional do material do composto cimentoso.

BREVE DESCRIÇÃO DA FORMA DE PRODUÇÃO DE UM PAINEL DO INVENTO ATUAL

FORMAÇÃO

[124] O painel cimentoso é formado em uma linha de formação, ao depositar em primeiro lugar uma camada de fibra cortada, tal como fibras de vidro AR, sobre um transportador em um tapete rolante seguido pelo depósito de uma camada da suspensão cimentosa sobre a camada de fibra cortada e, depois, ao depositar uma segunda camada de fibra cortada e, em seguida, ao passar as camadas através de um dispositivo de

embutimento para embutir as fibras de vidro de forma aleatória na camada de suspensão cimentosa. As etapas são então repetidas uma segunda vez de forma a acumularem uma segunda camada de forma a produzir um painel cimentoso de espessura nominal de aproximadamente 0,50 polegadas (1,3 cm). Sobre a superfície superior do painel é apenas depositada uma terceira camada de suspensão de cimento ("cobertura de tecido") e imediatamente nivelada através de uma placa de sarrafeamento para conferir uma superfície superior relativamente lisa do painel produzido.

[125] O aspecto de formação do processo de fabrico do painel blindado difere dos processos de produção usados para fazer outros painéis cimentosos tais como os painéis cimentosos estruturais no pedido de Patente nos Estados Unidos Nº 6,620,487 de Tonyan e outros. A pasta do painel blindado cimentoso é mais viscosa, aproximadamente duas vezes mais densa e utiliza areia com uma distribuição de tamanho de partículas relativamente maior e mais larga do que o enchimento de baixo peso utilizado no processo de painéis cimentosos estruturais de Tonyan e outros.

[126] O elemento principal do processo de formação que requer modificação em relação aos processos de produção de painéis cimentosos estruturais é a configuração dos rolamentos embutidos para fornecer um espaçamento maior entre a adaptação os discos dos rolamentos, quando em movimento desde a produção dos painéis cimentosos estruturais para a produção do PAINEL BLINDADO CIMENTOSO, são os rolamentos embutidos. O tamanho de partículas maior do enchimento mineral, por exemplo areia, utilizado na produção do PAINEL CIMENTOSO

BLINDADO (~210-600 micrômetros) exige que o espaçamento entre os discos dos rolamentos embutidos seja maior (~0,15" (0,38 cm)) do que o espaçamento típico de ~0,06 utilizado na produção do painel cimentoso que contém um enchimento de baixo peso com tamanho de partículas em uma faixa de 10-500 micrômetros.

SOLIDIFICAÇÃO E CURA

[127] A faixa em que a cura dos painéis pode ser controlada para permitir um tempo de processamento prolongado usando métodos de processamento típicos (acabamento/lixamento e corte por lâmina), referida como "processamento em casa". Os elementos mais importantes da cura, numa perspectiva de processamento, são o tempo mais anterior no qual os painéis podem ser fisicamente manuseados para o processamento e o tempo mais recente em que os painéis se tornaram tão rígidos que não podem ser processados em casa. Sem agentes de alteração de solidificação, esta janela é muito pequena. Sem modificadores da solidificação, os painéis teriam de ter pelo menos 16 horas de idade para que pudessem ser manuseados sem os quebrar, mas ao terem 20 horas de idade já estavam demasiado rígidos para serem processados em casa. Isto representou uma janela de acabamento de ~4 horas.

[128] Os agentes modificadores da solidificação, tais como a trietanolamina e o ácido tartárico, são usados e atingem um aumento dramático nesta janela. Os painéis formados com a formulação de modificação da solidificação podem ser acabados desde as 16 horas até às 72 horas, depois da formação, um aumento aproximado de 15 vezes na janela de acabamento. Essas formulações de modificação da

solidificação também dão um rendimento de enorme benefício às características de formação física, visto em extremidades e arestas que mantêm a sua forma assim que são removidas. Isto aumenta significativamente a probabilidade de se ter um produto recuperável.

[129] Assim que o produto inacabado atinge a cura total, o equipamento de acabamento convencional não é de utilidade. O produto deve ser tratado na superfície usando equipamento de trabalho pedra normalizado para calibrar o produto na sua espessura adequada (tipicamente em cerca de 0,53 polegadas ou 1,35 cm). Deve ser executado jato de água ou corte por lâmina para cortar ou aparar os painéis totalmente curados.

[130] Após a formação, os painéis são armazenados em uma superfície plana durante pelo menos 16 horas para ganhar uma solidez inicial. Assim que os painéis atingem a solidez inicial e podem ser manuseados, eles podem ser areados, cortados ao tamanho desejado e colocados em um ambiente de cura ou podem ser diretamente enviados em um estado não acabado. Antes da cura, os painéis são umedecidos e acondicionados em plástico para evitar a perda de umidade.

[131] Os painéis resultantes são então armazenados sobre uma superfície plana e curados em condições de temperatura e umidade ambientes durante um período inicial de entre 8 e 72 horas depois da formação em úmido (moldagem). Os painéis são então umedecidos e acondicionados em plástico de forma a evitar a perda de umidade. Os painéis acondicionados são curados a cerca de 140°F (60°C) em um período de 7 dias.

ACABAMENTO (Acabamento da superfície)

[132] É utilizada maquinaria de acabamento de superfície de forma a calibrar os painéis a uma espessura de aproximadamente 0,53 polegadas (1,35 cm) e para conferir uma superfície lisa nas superfícies superiores e inferiores do painel.

[133] Tal como indicado, o tratamento de superfície pode ser executado usando lixadoras de tambor normalizadas, se o produto tiver sido produzido usando uma formulação de modificação da solidificação. Se o produto foi efetuado usando material de solidificação normalizado, é tipicamente necessário enviar o produto para calibração usando maquinaria que seja normalizada na indústria de trabalho na pedra. O equipamento de trabalho em pedra tipicamente inclui uma placa ou correia de carboneto usada para suavizar/polir a superfície superior para a espessura e acabamento desejados.

CORTE

[134] Os painéis são cortados no tamanho desejado através da utilização de métodos de corte convencionais, tais como a serração a seco ou o corte por jato de água.

[135] Tal como anteriormente indicado, o método usado para cortar painéis blindados cimentosos depende da idade/resistência dos painéis. Os painéis produzidos usando modificadores de solidificação podem ser cortados usando tecnologia de laminação por diamante a seco normalizada ou aço dentado durante o período de cura. Os painéis que estão totalmente solidificados precisam de ser cortados usando tecnologia tais como jato de água ou corte a úmido.

LAMINAÇÃO

[136] Antes da laminação, todas as superfícies do painel são limpas com escova, tipicamente, com uma máquina de escova de rolamentos automatizada.

[137] O revestimento de proteção reforçado com fibra é tipicamente uma resina reforçada com fibra de vidro em um ou ambos os lados do painel. O método de formação do revestimento inclui a formação imediata de uma terceira camada de superfície no núcleo cimentoso em cimento de reboco ou cimento suave para fornecer uma superfície, superior suave. Isso facilita a subsequente aplicação de um adesivo e laminado, mas também ajuda mesmo que não exista qualquer adesivo ou laminado. Deste modo, esta camada é adicionada de revestimento adesivo e laminado e pode usar-se compressão ou laminação a quente para a fixação do laminado com ou sem ou adesivo termofusível.

[138] Tipicamente, o laminado é colocado no núcleo. Se o adesivo for um adesivo termofusível, a sanduíche percorre ao longo de laminadores a quente. Para outros adesivos, a gravidade por si só pode ser suficiente para pressionar o laminado ao núcleo, mas pode utilizar-se a compressão ou laminação a quente, se desejado.

[139] Antes da laminação, todas as superfícies do painel são limpas com escova, tipicamente, com uma máquina de escova de rolamentos automatizada. Os painéis devem ser secos antes da laminação. O método de secagem é mais frequentemente a secagem ao ar, apesar de poder ser utilizado equipamento de secagem, se desejado.

[140] Em um método típico, a laminação inclui a aplicação de um adesivo adequado, tal como um adesivo termofusível ou epóxi no núcleo do painel e a colocação de uma película laminada ou revestimento por

cima do adesivo. O adesivo pode tipicamente ser aplicado através da execução da cura do Painel BLINDADO CIMENTOSO através de um par de rolamentos de contato, em que um rolamento rola por cima de um adesivo e aplica o adesivo em uma superfície do painel cimentoso. O laminado é então colocado por cima da superfície adesiva e então o painel é rolado entre outro par de rolamentos de contato para pressionar o revestimento de reforço contra a superfície adesiva. Depois de o adesivo estar curado, a laminação pode ser repetida no lado oposto do painel.

EMBALAMENTO

[141] Depois da cura adesiva suficiente, os painéis blindados cimentosos são tipicamente embalados de acordo com as especificações do cliente.

DESCRIÇÃO DETALHADA DO PROCESSO DE LINHA DE PRODUÇÃO DO INVENTO

[142] Fazendo agora referência à FIG. 2, uma linha de produção do painel blindado cimentoso está ilustrada em diagrama e é geralmente indicada por 10. A linha de produção 10 inclui uma moldura de suporte ou mesa de formação 12 que tem uma variedade de pernas 13 ou outros suportes. Sobre a moldura de suporte 12 está incluído um transportador móvel 14, tal como um tapete rolante sem fim, tipo borracha, com uma superfície lisa impermeável à água, embora sejam contempladas superfícies porosas. Conforme é bem conhecido na técnica, a moldura de suporte 12 pode ser feita de pelo menos um segmento do tipo mesa, a qual que pode incluir as pernas designadas 13 ou outra estrutura de suporte. A moldura de suporte 12 também inclui um rolo de tração principal

16 em uma extremidade distal 18 da moldura e um rolo compensador 20 em uma extremidade proximal 22 da moldura. Além disso, é tipicamente conferido pelo menos um sistema de ajuste do tapete e/ou dispositivo de tensionamento 24 para manter uma desejada tensão e posicionamento do transportador 14 sobre os rolos 16, 20. Nesta modalidade, os painéis são produzidos de forma contínua conforme o transportador móvel prossegue em uma direção "T" a partir da extremidade proximal 22 até a extremidade distal 18.

[143] Nesta modalidade, pode ser conferida uma folha contínua 26 de papel Kraft, papel de libertação ou um transportador plástico, de forma a suportar uma suspensão antes do endurecimento, e colocada sobre o transportador 14 de forma a proteger o mesmo e/ou de forma a mantê-lo limpo.

[144] No entanto, também é contemplado que, em vez da folha contínua 26, podem ser colocadas sobre o transportador 14, folhas individuais (não mostradas) de um material relativamente rígido, como por exemplo, folhas de plástico polimérico.

[145] É também considerado que os PAINÉIS BLINDADOS CIMENTOSOS produzidos pela presente linha 10 sejam formados diretamente sobre o transportador 14. Nessa última situação, é pelo menos conferida uma unidade 28 de lavagem da correia. O transportador 14 é movido ao longo da moldura de suporte 12 através de uma combinação de motores, roldanas, correias ou correntes que acionam o rolo de tração 16 principal conforme é conhecido na técnica. É contemplado que a velocidade do transportador 14 pode variar de forma a se adaptar ao produto que está a ser fabricado.

CORTADOR

[146] Nesta modalidade do invento atual, é iniciada a produção do painel blindado cimentoso através do depósito de uma camada de fibra de vidro 30 cortada, solta, de aproximadamente 0,5 polegadas a aproximadamente 1,5 polegadas (1,3 a 3,8 cm) de comprimento e de aproximadamente 5 a aproximadamente 25 micrômetros de diâmetro e, tipicamente, de 10-15 micrômetros de diâmetro, sobre um transportador de plástico na folha 26. Uma variedade de dispositivos de corte e de deposição são contemplados pela presente linha 10. Por exemplo, um sistema típico utiliza uma armação 31 que suporta várias bobinas 32 de corda de fibra de vidro, a partir de cada uma das quais é alimentada uma extensão ou fio 34 de fibra a uma estação ou instrumento de corte, também referido como um cortador 36. Tipicamente, são alimentados vários cordões de fibra de vidro a cada uma das estações de corte.

[147] O cortador 36 inclui um rolo de lâminas rotativo 38 a partir do qual se prolongam transversalmente lâminas de prolongamento radial 40 através da largura do transportador 14 e que é disposto em estreita relação de contato, rotativa com um rolo de bigorna 42. Na modalidade preferida, o rolo de lâminas 38 e o rolo de bigorna 42 são dispostos em relação relativamente estreita tal que a rotação do rolo de lâminas 38 também gira o rolo de bigorna 42, no entanto o inverso é também levado em consideração. Além disso, o rolo de bigorna 42 é de preferência coberto com um material de suporte resistente contra o qual as lâminas 40 cortam as cordas 34 em segmentos. O espaçamento das lâminas 40 no rolo 38 determina o comprimento das fibras cortadas. Conforme observado na FIG. 2, o cortador 36 é disposto por cima do transportador 14 próximo da extremidade proximal 22 de forma a maximizar a utilização produtiva do

comprimento da linha de produção 10. À medida que as cordas de fibra 34 são cortadas, as fibras caem de forma livre sobre a folha do transportador 26.

MISTURADOR DA SUSPENSÃO

[148] A atual linha de produção 10 inclui uma estação de alimentação da suspensão ou alimentador da suspensão ou caixa de entrada da suspensão, geralmente designada por 44 e uma fonte de suspensão que nesta modalidade é um misturador para mistura úmida 47. O alimentador de suspensão 44 recebe um fornecimento de suspensão 46 a partir do misturador úmido 47 de forma a depositar a suspensão 46 nas fibras cortadas na folha do transportador 26.

INSTRUMENTO DE FORNECIMENTO DA SUSPENSÃO

[149] Fazendo agora referência à FIG. 2, conforme mencionado acima, o presente instrumento de alimentação da suspensão, também referido como estação de alimentação da suspensão, alimentador da suspensão ou caixa de entrada da suspensão, geralmente designado por 44 recebe um fornecimento de suspensão 46 a partir do misturador úmido 47.

[150] O alimentador de suspensão 44 preferido inclui um rolo de medição principal 48 disposto transversalmente na direção do trajeto "T" do transportador 14. Um rolo parceiro ou de suporte 50 é disposto em relação estreita, paralela, rotativa com o rolo de medição 48. A suspensão 46 é depositada em um ponto de contato 52 entre os dois rolos 48, 50.

[151] O alimentador de suspensão 44 também tem uma porta 132 instalada nas paredes laterais 54 do instrumento de alimentação de

suspensão 44 de forma a ser instalada de forma adjacente à superfície do rolo de medição 48 de forma a criar um ponto de contato entre o rolo 48 e a porta 132. A porta 132 fica acima do rolo de medição 48 de forma que o ponto de contato fique situado entre a porta 132 e uma parte superior do rolo 48. Os rolos 48, 50 e a porta 132 estão dispostos em relação suficientemente estreita de forma que o ponto de contato entre o rolo 48 e a porta 132 retenha um fornecimento da suspensão 46, ao mesmo tempo os rolos 48, 50 giram em relação um ao outro. A porta 132 é conferida com um vibrador (não mostrado). O rolo de medição 48 gira desde o ponto de contato 52 até ao ponto de contato entre o rolo 48 e a porta 132.

[152] A porta 132 pode ser centrada sobre o rolo de medição 48 ou ligeiramente a montante da posição centrada sobre o rolo de medição 48.

[153] Embora sejam considerados outros tamanhos, tipicamente o rolo de medição 48 tem um diâmetro superior ao do rolo parceiro 50.

[154] Além disso, tipicamente um dos rolos 48, 50 tem um exterior de aço inoxidável liso e o outro, de preferência o rolo parceiro 50, tem um material elástico, não adesivo que cobre o seu exterior.

[155] A porta de vibração 132 ajuda a evitar a significativa acumulação da suspensão 46 na porta 132 e controla a espessura da suspensão 46 depositada sobre o rolo de medição 48. A porta de vibração 132 pode ser facilmente removida da instalação da parede para limpeza e manutenção. Uma descrição mais detalhada da porta de vibração pode ser encontrada no Pedido co-pendente N° 11/555,655 depositado a 1 de Novembro de 2006.

[156] Tipicamente, o alimentador de suspensão 44 tem um par de paredes laterais 54 relativamente rígidas (uma ilustrada), de preferência

feitas de ou revestidas com material não-adesivo, tal como TEFLON® ou semelhante. As paredes laterais 54 evitam que a suspensão 46 vertida no ponto de contato 52 escape para fora dos lados do alimentador de suspensão 44. As paredes laterais 54, de preferência presas à moldura de suporte 12 (FIG. 2) estão dispostas em estreita relação às extremidades dos rolos 48, 50 de forma a reterem a suspensão 46. No entanto, as paredes laterais 54 não estão excessivamente próximas das extremidades dos rolos de forma a interferirem com a rotação do rolo.

[157] Uma característica importante do invento atual é o fato que o alimentador de suspensão 44 deposita uma camada uniforme da suspensão 46 de espessura relativamente controlada sobre a folha 26 do transportador móvel. A faixa da espessura adequada da camada oscila de aproximadamente 0,16 polegadas ou 0,25 polegadas (0,41 a 0,64 cm). No entanto, com duas camadas preferidas no painel BLINDADO CIMENTOSO produzido através da linha de produção 10, e um painel adequado tendo aproximadamente 0,5 polegadas (1,27 cm), urna espessura da camada de suspensão especialmente preferida está na faixa de 0,25 polegadas (0,64 cm). No entanto, para um painel alvo a espessura de formação está na faixa de aproximadamente 0,53" (1,35 cm), em que a espessura da camada padrão é tipicamente mais próxima de aproximadamente 0,265 polegadas (0,67 cm) em cada uma das duas estações de formação.

[158] Assim sendo, a distância relativa entre a porta de vibração 132 e o rolo de medição principal 48 pode ser ajustada de forma a variar a espessura da suspensão 46 depositada.

[159] De forma a assegurar uma disposição uniforme da suspensão 46 ao longo de toda a folha 26, a suspensão 46 é fornecida ao alimentador de suspensão 44 através de uma mangueira 56 ou de uma conduta idêntica que tem uma primeira extremidade em comunicação fluida com a saída do misturador de suspensão ou reservatório 47. Uma segunda extremidade da mangueira 56 está ligada a um dispensador alimentado a fluido, dirigido por cabo, lateralmente correspondente, do tipo bem conhecido na técnica. A suspensão que flui a partir da mangueira 56 é, desta forma, vertida para dentro do alimentador 44 em um movimento lateralmente correspondente de forma a encher um reservatório definido pelos rolos 48, 50 e as paredes laterais 54 do alimentador de suspensão 44.

[160] A rotação do rolo de medição 48 arrasta uma camada de suspensão 46 a partir do reservatório definido pelos rolos 48, 50 e pelas paredes laterais 54 do alimentador de suspensão.

[161] Outra característica do presente instrumento alimentador 44 é que o rolo de medição principal 48 e o rolo parceiro 50 são os dois conduzidos na mesma direção, o que minimiza as oportunidades da solidificação prematura da suspensão nas respectivas superfícies externas móveis. Um sistema de transmissão (não mostrado), que inclui um motor alimentado a fluido, elétrico ou outro motor adequado é ligado ao rolo de medição principal 48 ou ao rolo parceiro 50 de forma a conduzirem O(S) rolo(s) na mesma direção, que é no sentido horário quando vista na FIG. 2. Conforme é sabido na técnica, qualquer um dos rolos 48, 50 pode ser conduzido e o outro rolo pode ser ligado através de roldanas, correias, correntes ou rodas dentadas, engrenagens ou outra

tecnologia de transmissão de potência conhecida de forma a manter uma relação rotativa positiva e em comum.

[162] À medida que a suspensão 46 sobre a superfície exterior do rolo 48 se move na direção da folha do transportador móvel 26, é importante que toda a suspensão seja depositada sobre a folha e que não se desloque de volta para cima na direção do ponto de contato 52. Esse deslocamento para cima facilitaria a solidificação prematura da suspensão 46 sobre os rolos 48, 50 e iria interferir com o movimento suave na suspensão desde o reservatório 57 até a folha do transportador 26.

[163] Para ajudar a evitar este deslocamento para cima, o alimentador de suspensão 44 tem uma lâmina raspadora 134 localizada entre o rolo de medição principal 48 e a folha do transportador 26. A lâmina raspadora 134 assegura que a suspensão 46 cubra de forma uniforme a camada de fibra de vidro sobre a folha do transportador 26 e que não prossiga para cima no sentido do ponto de contato 52 e do reservatório do alimentador 57. A lâmina raspadora 134 também ajuda a manter o rolo de medição principal 50 livre de suspensão 46 que solidifique prematuramente.

[164] A lâmina raspadora 134 remove a suspensão da superfície do rolo de medição 48 da mesma forma que o arame utilizado no processo de Patente nos Estados Unidos N° 6,986,812, de Dubey e outros. A lâmina raspadora 134 também serve para recolher a suspensão 46 em uma camada ou cortina uniforme e dirigir a suspensão 46 para jusante na direção do movimento da folha até a um ponto de aproximadamente de 1,0 a 1,5 polegadas (2,54 a 3,81 cm) acima da camada de fibra de vidro sobre a folha de forma a cobrir uniformemente a camada de fibra de vidro

com a suspensão 46. Isto é particularmente importante quando são utilizadas suspensões mais finas que têm uma tendência para pingar sobre os fios.

PROCESSAMENTO A JUSANTE DO APARELHO DE ALIMENTAÇÃO DA SUSPENSÃO

[165] Fazendo novamente referência à FIG. 2, os outros componentes operacionais da linha de produção do painel BLINDADO CIMENTOSO serão brevemente descritos, mas serão descritos com mais detalhe nos seguintes documentos:

[166] Patente nos Estados Unidos N° 6,986,812, de Dubey e outros, intitulada INSTRUMENTO DE ALIMENTAÇÃO DE SUSPENSÃO PARA PRODUÇÃO DE PAINEL CIMENTOSO ESTRUTURAL REFORÇADO COM FIBRA; e

[167] Os seguintes pedidos de patentes nos Estados Unidos, co-pendentes, do mesmo requerente:

[168] Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2005/0064164 A1, de Dubey e outros, Pedido n° 10/666,294, intitulado PROCESSO MULTICAMADA E INSTRUMENTO PARA A PRODUÇÃO DE PAINÉIS CIMENTOSOS ESTRUTURAIS REFORÇADOS COM FIBRA DE ALTA RESISTÊNCIA;

[169] Publicação do Pedido de patente nos Estados Unidos N° 2005/0064055 A1, de Porter, Pedido n° 10/665,541, intitulado DISPOSITIVO DE EMBUTIMENTO PARA SUSPENSÃO MELHORADA POR FIBRA;

[170] Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2008/0101150, pedido N° 11/555,655, intitulado MÉTODO PARA

MISTURA EM ÚMIDO DE SUSPENSÃO CIMENTOSA PARA PAINÉIS DE CIMENTO ESTRUTURAL REFORÇADO COM FIBRA, depositado a 1 de Novembro de 2006;

[171] Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2008/0101151, pedido N° 11/555,658, intitulado INSTRUMENTO E MÉTODO PARA MISTURA EM ÚMIDO DA SUSPENSÃO CIMENTOSA PARA PAINÉIS DE CIMENTO ESTRUTURAL REFORÇADO COM FIBRA, depositado a 1 de Novembro de 2006;

[172] Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2008/0099133, pedido N° 11/555,661, intitulado PROCESSO DE ALISAMENTO DE PAINEL E INSTRUMENTO PARA FORMAÇÃO DE UMA SUPERFÍCIE CONTÍNUA LISA EM PAINÉIS DE CIMENTO ESTRUTURAL REFORÇADO COM FIBRA, depositado a 1 de Novembro de 2006;

[173] Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2008/0110276, pedido N° 11/555,665 intitulado CALIBRAÇÃO DA ESPESSURA DA SUSPENSÃO ÚMIDA E MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DA MESMA, depositado a 1 de Novembro de 2006;

[174] Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2007/0110970 A1, de Dubey, pedido N° 11/591,793, intitulada PROCESSO MULTICAMADA E INSTRUMENTO PARA A PRODUÇÃO DE PAINÉIS CIMENTOSOS ESTRUTURAIS REFORÇADOS COM FIBRA DE ALTA RESISTÊNCIA COM ÍNDICE MELHORADO DE FIBRA, depositada em 1 de Novembro de 2006;

[175] Publicação do pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2007/0110838 A1, de Porter e outros, pedido n° 11/591,957, intitulada

DISPOSITIVO DE ROLO DE EMBUTIMENTO, depositada em 1 de Novembro de 2006.

DISPOSITIVO DE EMBUTIMENTO

[176] É contemplada uma variedade de dispositivos de embutimento, que incluem, mas não são limitados a rolos pé de carneiro e semelhantes, na presente modalidade do dispositivo de embutimento 70, mostrado na FIG. 2A, inclui pelo menos um par de hastes 72 geralmente paralelas instaladas de forma transversal à direção de deslocamento da folha do transportador 14 sobre a moldura 12. Cada haste 72 é conferida com uma variedade de discos 74 de diâmetro relativamente grande que estão axialmente separados uns dos outros por uma distância "D" de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 0,25 polegadas (0,25 a 0,63 cm), por exemplo, 0,15 polegadas (0,38 cm) sobre a haste através de discos de pequeno diâmetro 76, em que os discos maiores e menores estão localizados no mesmo eixo.

[177] Durante a produção de um painel BLINDADO CIMENTOSO, as hastes 72 e os discos 74 rodam em conjunto à volta do eixo longitudinal da haste 72. Conforme é bem conhecido na técnica, tanto uma como ambas as hastes 72 podem ser acionadas. Se apenas for acionada uma haste 72, a outra pode ser acionada por correias, correntes, engrenagem de transmissão ou outras tecnologias de transmissão de potência conhecida de forma a manter uma direção e velocidade correspondente à haste acionada. Os respectivos discos 74 das hastes 72 adjacentes, de preferência paralelas, se sobrepõem e são entrelaçados uns com os outros de forma a criar uma ação de "esmagamento" ou "de massagem" na suspensão, que embute as fibras 68 anteriormente depositadas. Além

disso, a relação estreita, entrelaçada e rotativa dos discos 74 evita o acumular da suspensão 46 sobre os discos e, de fato, cria uma ação de "auto-limpeza" que reduz, de forma significativa, a produção de tempo de inatividade devido à prematura solidificação dos aglomerados da suspensão. Os discos 74 estão espaçados em 0,1-0,25 polegadas (0,25-0,63 cm), por exemplo, 0,15 polegadas (0,38 cm) no processo presente, quando comparados com o espaçamento de 0,05-0,1 polegadas (0,13-0,25 cm) com os discos embutidos usados no fabrico de painéis cimentosos estruturais de baixo peso, para permitir uma mistura homogênea do peso relativamente elevado da presente suspensão cimentosa e o grande volume de fibras de vidro adicionadas a cada camada da suspensão cimentosa.

[178] A razão entrelaçada dos discos 74 nas hastes 72 inclui uma disposição estreitamente adjacente de periferias opostas dos discos espaçadores de pequeno diâmetro (não mostrados) e dos discos principais de diâmetro relativamente grande 74, o que também facilita a ação de auto-limpeza. Como os discos 74 rodam próximos em relação um ao outro (mas de preferência na mesma direção), é difícil que as partículas de suspensão sejam apanhadas pelo dispositivo e sejam prematuramente aglomeradas. Ao conferir dois conjuntos de discos 74 que estão lateralmente deslocados em relação um ao outro, a suspensão 46 é submetida a múltiplos atos de ruptura, criando uma ação de "esmagamento" que adicionalmente embute as fibras 68 na suspensão 46.

[179] Uma modalidade do dispositivo de embutimento 70 adequada para a utilização na linha de produção 10 é divulgada com maior detalhe no Pedido de Patente nos Estados Unidos, co-pendente, N° 10/665,541,

depositado a 18 de Setembro de 2003, publicado como US 2005/0064055 e intitulado DISPOSITIVO DE EMBUTIMENTO PARA SUSPENSÃO REFORÇADA POR FIBRA.

[180] Os discos no dispositivo de embutimento usados para a produção dos painéis blindados cimentosos da invenção estão espaçados em cerca de 0,1-0,25 polegadas (0,25-0,63 cm), tipicamente 0,15 polegadas (0,38 cm) devido ao peso da suspensão de cimento e a quantidade relativamente grande de fibra de reforço usada no presente invento, comparando com um espaçamento de cerca de 0,05 polegadas (0,13 cm) dos discos 74 usados no dispositivo de embutimento 70 para embutir uma quantidade inferior de fibras de reforço em cada camada do painel cimentoso estrutural no processo de produção de um painel cimentoso estrutural de baixo peso na acima referenciada Publicação de Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2005/0064055 A1 de Porter, Pedido N° 10/665,541.

APLICAÇÃO DE CAMADAS ADICIONAIS

[181] Assim que a fibra 68 tiver sido embutida, está completa uma primeira camada 77 do painel 92. Em uma modalidade preferida, a altura ou espessura da primeira camada 77 está na faixa aproximada de 0,25 a 0,27 polegadas (0,64 a 0,69 cm). Se verificou que esta faixa confere as desejadas resistência e rigidez quando combinadas com camadas semelhantes em um painel blindado cimentoso.

[182] Para construir um painel cimentoso estrutural de espessura desejada, tipicamente são adicionadas camadas suplementares. Para esse fim, é conferido um segundo alimentador de suspensão 78, substancialmente idêntico ao alimentador 44 em relação operacional com

o transportador móvel 14 e está disposto para deposição de uma camada adicional 80 da suspensão 46 sobre a camada existente 77.

[183] Em seguida, é conferido um cortador adicional 82, substancialmente idêntico aos cortadores 36 e 66, em relação operacional com a moldura 12 de forma a depositar uma terceira camada de fibras 68 conferida a partir de uma armação (não mostrada) construída e disposta relativa à moldura 12 de forma idêntica à armação 31. As fibras 68 são depositadas sobre a camada de suspensão 80 e são embutidas através da utilização de um segundo dispositivo de embutimento 86. Idêntico ao dispositivo de embutimento 70, em construção e disposição, o segundo dispositivo de embutimento 86 é instalado em uma posição ligeiramente superior em relação à folha do transportador móvel 14 de forma que a primeira camada 77 não seja obstruída. Desta forma, é criada a segunda camada 80 de suspensão e fibras embutidas.

[184] Fazendo agora referência à FIG. 2, com cada camada sucessiva de suspensão assente e fibras, na linha de produção 10 é conferida uma estação alimentadora de suspensão 78 adicional seguida por um cortador de fibra 82 e um dispositivo de embutimento 86. Na modalidade preferida, são conferidas duas camadas totais cobertas por uma camada de suspensão final de forma a formar o painel blindado cimentoso.

[185] Uma camada de suspensão final é depositada sobre a camada 80 em uma terceira estação alimentadora da suspensão 78 de forma a produzir a camada adicional final 88 que é passada através de uma barra mestra 146 de forma a alisar a superfície superior da suspensão para produzir uma camada uniforme 98 com uma espessura nominal de

aproximadamente 0,5 polegadas (127 cm), antes de a suspensão ser cortada em comprimento (tipicamente comprimentos de 8 pés (2,4 m)) através da utilização de uma lâmina de corte 98.

[186] Uma característica importante do invento atual é que o painel tem múltiplas camadas que, depois da solidificação, irão formar uma massa integral, reforçada com fibra. Se a presença e a disposição das fibras em cada camada forem controladas e mantidas dentro de certos parâmetros desejados conforme é aqui revelado e descrito, será virtualmente impossível delaminar o painel 92 produzido através do presente processo.

FORMAÇÃO E ALISAMENTO E CORTE

[187] Sobre a disposição das duas camadas de suspensão assentável embutida com fibras conforme descrito acima, um dispositivo de formação tal como uma barra de sarrafeamento, conforme mencionado acima, é conferido à moldura 12 de forma a dar forma a uma superfície superior 96 do painel 92.

[188] No entanto, não são desejados os dispositivos de formação que raspam o excesso da espessura do material do painel blindado cimentoso. Por exemplo, os dispositivos de formação tais como placas acionadas por molas ou de vibração ou sarrafeamento de nivelamento vibratório, concebidos para configurar o painel de forma a satisfazer as características dimensionais desejadas, não são utilizados com material de painel blindado cimentoso uma vez que esses raspam o excesso da espessura do material do painel blindado cimentoso. Estes dispositivos não raspariam ou alisariam a superfície do painel de modo adequado. Os mesmos fariam com que a fibra de vidro se começasse a enrolar e

danificariam a superfície do painel em vez de a aplanarem ou de a alisarem.

[189] Em particular, a linha de produção 10 pode incluir um dispositivo de alisamento também chamado uma barra de sarrafeamento 146, conferida à moldura 12 de forma a alisar suavemente uma superfície superior 96 do painel 92. Ao aplicar vibração à suspensão 46, a barra de sarrafeamento de alisamento 146 facilita a distribuição das fibras 30, 68 através da totalidade do painel 92 e confere uma superfície superior 96 mais uniforme.

[190] Neste ponto, as camadas de suspensão começaram a se solidificar e os respectivos painéis 92 estão separados um do outro através de um dispositivo de corte 98, que em uma modalidade típica é um cortador com jato de água. Outros dispositivos de corte, incluindo lâminas móveis, são considerados adequados para esta operação, desde que os mesmos possam criar extremidades suficientemente afiadas na atual composição de painel. O dispositivo de corte 98 é disposto em relação à linha 10 e à moldura 12 de forma que os painéis sejam produzidos com um comprimento desejado, tipicamente 8 pés (2,4 m) de comprimento. Uma vez que a velocidade da folha do transportador 14 é relativamente lenta, o dispositivo de corte 98 pode ser instalado de forma a cortar perpendicularmente na direção de deslocamento da folha 14 em comprimentos de 8 pés (2,4 m). Os painéis são então deixados a secar durante um período de 8-72 horas depois de a suspensão ser moldada em úmido, ou seja, depois de deixarem a barra de sarrafeamento.

[191] A linha de produção 10 inclui suficientes estações de corte de fibra 36, 66, estações de fornecimento de suspensão, 44, 78 e dispositivos

de embutimento 70, 86 de forma a produzirem pelo menos duas camadas. Podem ser criadas camadas adicionais através da repetição de estações conforme descrito acima em relação à linha de produção 10.

[192] Para obter um painel blindado cimentoso com as duas faces ou lados lisos, as duas faces superior e inferior dos painéis de 4 pés x 8 pés (1,2 m x 2,4 m) são lixados e depois são opcionalmente serradas até um tamanho desejado, tipicamente de aproximadamente 2x2 pés (0,6 x 0,6 m) até aproximadamente 4x8 pés (1,2 x 2,4 m), por exemplo, painéis de 2,5x4 pés (0,8 x 1,2 m).

[193] Os painéis cortados são então revestidos com um adesivo, tipicamente em rolamentos de contato e então o revestimento de reforço é colocado na superfície de topo do painel e então decorrem através de outro par de rolamentos de contato para laminar a camada de reforço do revestimento no núcleo cimentoso. O painel é então virado e o procedimento de laminação é repetido para o outro lado do painel **BLINDADO CIMENTOSO**.

[194] Em uma modalidade, os painéis cimentosos seriam lixados e então seria aplicada a camada de revestimento polimérica adesiva e reforçada por fibra ao núcleo cimentosos ainda úmido e então o painel blindado cimentoso com o revestimento de FRP seria submetido a uma barra de sarrafeamento ou rolamento.

Taxa Controlada de Desenvolvimento de Resistência Compressiva

[195] Tipicamente, a composição cimentosa é curada para alcançar uma taxa controlada de desenvolvimento de resistência compressiva. Um material composto cimentoso de resistência ultra-elevada é obtido de forma desejável com resistência compressiva de até 5 dias, de preferência

inferior a 4.000 psi (28 MPa), mais de preferência inferior a 3.000 psi (21 MPa) e mais de preferência inferior a 2.000 psi (14 MPa), e resistência compressiva de 28 dias e idade posterior, em excesso de 20.000 psi (138 MPa).

[196] Por exemplo, algumas taxas desejáveis de desenvolvimento de resistência compressiva controlada são listadas na TABELA 2I.

TABELA 2I

<i>Taxa controlada de Desenvolvimento de Resistência Compressiva</i>	
<i>Taxa de Desenvolvimento de Resistência compressiva</i>	<i>Tipo de preferência</i>
Um material composto cimentoso de resistência ultra-elevada com resistência compressiva de 1 dia de preferência inferior a 4.000 psi, mais de preferência inferior a 3.000 psi, e mais de preferência inferior a 2.000 psi, e resistência compressiva de 28 dias e idade posterior em excesso de 20.000 psi	Preferido

Um material composto cimentoso de resistência ultra-elevada com resistência compressiva de 2 dias de preferência inferior a 4.000 psi, mais de preferência inferior a 3.000 psi, e mais de preferência inferior a 2.000 psi, e resistência compressiva de 28 dias e idade posterior em excesso de 20.000 psi	Mais preferido que o anterior
Um material composto cimentoso de resistência ultra-elevada com resistência compressiva de 3 dias de preferência inferior a 4.000 psi, mais de preferência inferior a 3.000 psi, e mais de preferência inferior a 2.000 psi, e resistência compressiva de 28 dias e idade posterior em excesso de 20.000 psi	Mais preferido que o anterior
Um material composto cimentoso de resistência ultra-elevada com resistência compressiva de 4 dias de preferência inferior a 4.000 psi, mais de preferência inferior a 3.000 psi, e mais de preferência inferior a 2.000 psi, e resistência compressiva de 28 dias e idade posterior em excesso de 20.000 psi	Mais preferido que o anterior
Um material composto cimentoso de resistência ultra-elevada com resistência compressiva de 5 dias de preferência inferior a 4.000 psi, mais de preferência inferior a 3.000 psi, e mais de preferência inferior a 2.000 psi, e resistência compressiva de 28 dias e idade posterior em excesso de 20.000 psi	O mais preferido

Aplicação de Revestimentos

[197] Depois da suficiente cura, os painéis cortados são tipicamente revestidos com um adesivo, tipicamente nos rolos de ponto de contato e depois o revestimento de reforço é colocado sobre a superfície superior do painel e, depois passado através de outro par de rolos de ponto de contato para laminar a camada de revestimento de reforço ao núcleo cimentoso. O painel é então virado e o procedimento de laminação é repetido no outro lado do painel.

[198] Em uma modalidade, os painéis cimentosos seriam lixados e depois, ao núcleo cimentoso ainda úmido, seriam aplicados o adesivo e uma camada de revestimento de polímero reforçado com fibra e depois, o painel cimentoso com revestimento de FRP seria passado sob uma barra de sarrafeamento ou rolo.

Utilizações do produto fabricado de acordo com o Invento

[199] Modalidades selecionadas do invento atual são adequadas para o fabrico de painéis estruturais econômicos, tais como painéis blindados de betão fino que podem ser utilizados para veículos, bem como estruturas fixas. Os painéis blindados estruturais podem ser formados ou extrudidos até a uma espessura até aqui impraticável devido às melhoradas tenacidade e resistência de modalidades do invento atual. Por exemplo, os painéis podem ser produzidos em tamanho e espessura de forma a acomodarem portabilidade humana. Estes painéis portáteis podem ser configurados de forma a serem fixos a uma armação estrutural para resistirem à penetração de um pequeno armamento e amenizar os efeitos da explosão e fragmentação.

[200] As forças militares usam uma variedade de materiais protetores que variam desde coberturas para o solo até caras cerâmicas

balísticas leves de elevado desempenho. Uma modalidade do invento atual, apropriadamente configurada, oferece, além de produtos portáteis, uma solução econômica para proteção das forças. As aplicações para as modalidades do invento atual incluem, mas não são limitadas a aplicações militares e governamentais: composições cementosas de muito elevado rendimento incorporadas em blindados balísticos econômicos; formas estruturais leves tais como placas, canais, canos, tubos, seções I e WF; conectores; construção protetora; painéis resistentes à explosão; proteção de munições que se fragmentam; super blindagem de veículos; elementos estruturais resistentes à entrada forçada e outros.

[201] Para utilizadores comerciais: produtos de construção de edifícios, tais como telhas, painéis para paredes, revestimento de pisos e outros, formas estruturais leves tais como placas, canais, canos, tubos, seções I e WF; elementos estruturais resistentes a furacões e tornados, elementos estruturais resistentes à entrada forçada.

EXEMPLOS

[202] As propriedades de fluxo e o comportamento auto-nivelador das composições cimentosas deste invento foram caracterizadas utilizando o teste de abatimento. O teste de abatimento utilizado nos ensaios a seguir usa um cilindro oco de 5,08 cm (2 polegadas) de diâmetro e 10,16 cm (4 polegadas) de comprimento mantido verticalmente sobre uma superfície plástica. O cilindro é cheio até o cimo com a mistura cimentosa seguida por nivelamento da superfície superior de forma a remover o excesso de mistura de suspensão. O cilindro é então suavemente levantado de forma vertical para permitir que a suspensão saia pelo fundo e se espalhe sobre a superfície do plástico para formar

uma massa circular. O diâmetro da massa é então medido e registrado como o abatimento do material. As composições com bom comportamento de fluxo produzem um valor de abatimento mais elevado.

[203] Para fazer utilização de métodos de fabricação convencionais de alta eficiência de forma a produzir artigos à base de cimento é desejável que as suspensões cimentosas tenham um valor de abatimento inferior a aproximadamente 12,7 cm (5 polegadas), uma vez que suspensões com valores de abatimento superiores a 12,7 cm (5,0 polegadas) são extremamente difíceis de manusear e de processar através da utilização dos métodos de fabrico convencionais.

[204] A influência de várias variáveis das matérias-primas sobre as propriedades de fluxo e comportamento auto-nivelador foi determinada utilizando o teste de abatimento nos exemplos descritos adiante.

Exemplo 1

[205] O abatimento foi medido vertendo suspensão dentro de um cilindro de 2 polegadas de diâmetro (5,08 m) com 4 polegadas de altura (10,16 cm) (aberto nas duas extremidades e colocado na vertical sobre urna superfície lisa) nivelando a superfície de suspensão. Isto confere um volume fixo de suspensão para a totalidade do teste. Em seguida o cilindro foi imediatamente levantado e a suspensão escorreu pela extremidade aberta inferior do cilindro. Esta ação formou uma "massa" circular da suspensão. O diâmetro desta massa é medido em polegadas e registrado. Tipicamente resultará uma suspensão mais líquida em um maior diâmetro da massa.

[206] A TABELA 3 demonstra a influência do índice de areia de sílica como enchimento mineral inorgânico sobre o abatimento das

misturas cimentosas. As outras matérias-primas nas várias misturas foram mantidas constantes. Conforme mostra o resultado, o abatimento das misturas cimentosas diminuiu com um aumento no índice de areia de sílica na mistura.

[207] As formulações típicas para as misturas na TABELA 3 até 7 são apresentadas na TABELA 1 acima discutida.

TABELA 3

Mistura	Índice de Enchimento Mineral Inorgânico como Areia de sílica*	Abatimento em Polegadas (cm)
Mistura 1	1,82	3 pol. (7,6 cm)
Mistura 2	1,35	5 pol. (12,7 cm)
Mistura 3	0,85	7 pol. (17,8 cm)

* Índice de areia de sílica expressado como uma razão de peso em relação aos materiais cimentosos totais, onde o ligante cimentoso inorgânico (cimento Portland) e o micro enchimento pozolânico (sílica de fumo) são considerados como materiais cimentosos na composição. Por exemplo, para a Mistura 1, estão presentes 1,82 partes em peso de areia de sílica para cada 1 parte em peso combinado de ligante cimentoso inorgânico e enchimento pozolânico.

Exemplo 2

[208] A TABELA 4 apresenta a influência do tamanho da partícula de areia de sílica sobre o abatimento das misturas cimentosas. Foram utilizados dois tipos de areia de sílica, o primeiro com um tamanho médio de partícula de aproximadamente 200 micrômetros e o segundo com um tamanho médio de partícula de aproximadamente 10 micrômetros. As

outras matérias-primas foram mantidas constantes. Conforme apresentado na tabela, o abatimento das misturas cimentosas diminuiu de forma significativa com a utilização de areia de sílica mais fina na composição.

TABELA 4

Mistura	Tipo de Enchimento Mineral Inorgânico	Abatimento em polegadas (cm)
Mistura 4	Areia de sílica Grossa com tamanho médio de partículas de 200 micrômetros ¹	7 pol. (17,8 cm)
Mistura 5	Areia de sílica Fina com tamanho médio de partículas de 10 micrômetros ²	2 pol. (5,1 cm)
¹ Areia de sílica grossa - Sílica não moída Sílica US F-55		
² Areia de sílica fina - Sílica moída Sílica US MIN-U-SIL 40		

Exemplo 3

[209] A TABELA 5 apresenta a influência do índice de micro enchimento pozolânico de sílica de fumo sobre o abatimento da mistura cimentosa com todas as outras matérias-primas mantidas constantes. Se pode observar que o abatimento das misturas cimentosas diminui com o aumento do índice de sílica de fumo na mistura.

TABELA 5

Mistura	Índice de Sílica de Fumo ¹	Abatimento em polegadas (cm)
Mistura 6	15%	9,5 pol. (22,8)
Mistura 7	25%	6 pol. (15,2)
Mistura 8	35%	3 pol. (7,6)

¹ Índice de Sílica de Fumo expressado como % em peso dos materiais cimentosos totais, onde o cimento Portland e areia de sílica são considerados como materiais cimentosos na mistura. Por exemplo, a Mistura 6 contém 15 partes em peso de sílica de fumo e 85 partes em peso combinado de cimento Portland e areia de sílica.

Exemplo 4

[210] A TABELA 6 apresenta a influência do agente auto-nivelador sobre o abatimento da mistura cimentosa. Foram utilizados dois tipos de aditivos químicos, compostos à base de química de policarboxilato e sulfonato de polinaftaleno, com os outros materiais mantidos constantes. O abatimento da mistura que contém aditivos à base química de policarboxilato foi significativamente mais elevado do que as misturas que contêm o aditivo à base de sulfonato de polinaftaleno.

TABELA 6

Mistura	Agente Auto-Nivelador (% em peso de cimento Portland e sílica de fumo)	Índice de Agente Auto-Nivelador (% em peso de cimento Portland e sílica de fumo)	Abatimento em polegadas (cm)
Mistura 9	Policarboxilato Adva® Cast (W. R. Grace, Columbia, MD)	3,0	6,75 pol. (17,1)
Mistura 10	Sulfonato de Polinaftaleno DILOFLO GW 40 ² (Geo Specialty Chemicals, Horsham, PA 19044)	3,0	3,0 pol. (7,6)

[211] Por Exemplo, para a Mistura 9, 3,0 partes em peso de agente auto-nivelador estão presentes para cada 100 partes em peso do cimento Portland e sílica de fumo totais.

Exemplo 5

[212] A TABELA 7 apresenta a influência do índice de agente auto-nivelador de policarboxilato sobre os valores de abatimento para as misturas que, exceto por isto, são iguais. Pode-se observar que c) abatimento aumenta com o aumento da quantidade de agente utilizado na mistura.

TABELA 7

Mistura	Índice de policarboxilato Adva Cast® (% em peso total do cimento Portland e sílica de fumo)	Abatimento em polegadas (cm)
Mistura 11	1,0	3,0 pol. (7,6)
Mistura 12	2,0	6,75 pol. (17,1)
Mistura 13	3,0	9,0 pol. (22,9)

Exemplo 6

[213] A TABELA 8 demonstra a resistência compressiva das composições cimentosas auto-niveladoras do invento. Pode-se observar que estas misturas produzem resistências à compressão ultra-elevadas, tipicamente em excesso de 20.000 10 psi.

[214] O abatimento foi medido preenchendo um cilindro de latão de 4 polegadas de altura (10,16 cm) por 2 polegadas de diâmetro (5,08 cm) com a mistura, nivelando a extremidade superior do cilindro para remover o excesso de material, levantando verticalmente o cilindro em 5 segundos para permitir que a suspensão se espalhe e medindo o diâmetro da massa de suspensão formada. A resistência compressiva foi determinada em cubos de 2 polegadas (5,08 cm) de acordo com o método de teste em ASTM C 109. A perda de abatimento e o ganho de resistência compressiva foram medidos durante um período de 7 horas e até 7 dias, respectivamente. A resistência compressiva dessas misturas foi também

avaliada em condições de cura acelerada com amostras de 7 dias sendo submersas em água a 140°F (60°C) seguido por 4 dias de secagem em um forno ventilado a 175°F (79,4°C) seguido por resfriamento e teste.

TABELA 8

Ingrediente	Resultados	Mist. 14 06/17/05 (% em peso)	Mist. 15 01/24/06 (% em peso)	Mist. 16 03/10/06 (% em peso)	Mist. 17 04/04/06 (% em peso)
Cimento Portland Tipo 1 Ligante cimentoso Inorgânico		37,0	37,6	37,0	37,0
Sílica de Fumo Microenchimento pozolânico		6,5	6,6	6,5	6,5

Enchimento mineral inorgânico de areia de sílica ¹ (areia de sílica grossa - Sílica não moída Sílica US F-55)		45,7	46,5	45,7	45,7
--	--	------	------	------	------

Agente químico de auto-niveleamento de Poliéter de policarboxilato Adva Cast 500®		2,2	2,2	1,5	1,3
Água		8,7	7,1	9,3	9,6
	Abatimento em poleg. (cm)	8,0	8,0	8,0	8,0
	Resistência compressiva em psi (MPa)	20990 (144,7 MPa)	20119 (138,7 MPa)	20963 (144,5 MPa)	21026 (145 MPa)

Exemplo 7

[215] Os painéis à base cimento reforçado com fibra foram fabricados utilizando a composição cimentosa auto-niveladora do invento com fibras de vidro resistente a álcali utilizando um método de Spray-up.

[216] No método de Spray-up, a suspensão pode ser combinada com as fibras de vidro de várias maneiras, com o objetivo de obter uma mistura uniforme. Tipicamente, as fibras de vidro serão na forma de

mechas que são cortadas em extensões curtas. Em uma modalidade preferida, a suspensão e as fibras de vidro cortadas são pulverizadas simultaneamente para dentro de um molde de painel. De preferência, a pulverização é feita em várias passagens para produzir camadas finas, de preferência de até de aproximadamente 0,25 de polegada de espessura, que são acumuladas para formar um painel uniforme que não tem um padrão particular e com uma espessura de 1/4 de uma 1 polegada (0,25 a 2,54 cm). Por exemplo, em uma aplicação, um painel de 3 x 5 pés (0,91 a 1,54m) foi feito com seis passagens da pulverização na direção do comprimento e da largura. À medida que cada camada é depositada, um rolo pode ser utilizado para assegurar que a suspensão e as fibras de vidro entrem em contato íntimo. As camadas podem ser niveladas com uma barra de sarrafeamento ou outro meio adequado depois da etapa de passagem com o rolo.

[217] Tipicamente será utilizado ar comprimido para atomizar a suspensão. À medida que emerge do bocal do pulverizador, a suspensão se mistura com as fibras de vidro que foram cortadas de uma mecha por um mecanismo de corte instalado na pistola de pulverização. A mistura uniforme de suspensão e fibras de vidro é depositada no molde do painel, conforme descrito acima.

[218] A espessura nominal dos painéis fabricados era de ½ polegadas (1,3 cm) e a fração do volume de fibra de vidro nos painéis era de 3%. A TABELA 9 mostra o desempenho flexional das composições cimentosas reforçadas com fibra, auto-niveladoras de resistência ultra-elevada. A formulação da TABELA 9 é a Mistura 17 da TABELA 8. O módulo de elasticidade dos painéis excedeu 5.000 ksi (34474 MPa), o que

é quase o dobro do módulo de elasticidade do material de concreto de resistência normal de densidade total. A resistência à flexão dos painéis reforçados com fibra foi em excesso de 3.000 psi (21 MPa). O método de teste ASTM C1325 foi utilizado para o módulo e o método de teste ASTM C947 foi utilizado para resistência à flexão.

TABELA 9

Ingredientes	Mistura da formulação (% em peso)	Teste	Resultados
Cimento Portland Tipo 1	37,0		
Sílica de fumo	6,5		
Areia de sílica (areia de sílica grossa - Sílica não moída Sílica US F-55)	45,7		
Agente de nivelamento de policarboxilato Adva Cast 500®	1,3		
Água	9,6		
		Módulo de Elasticidade (ksi)	5.140 ksi
		Resistência à flexão (psi)	3.105 psi

Exemplos com Trietanolamina (TEA) e Ácido Tartárico

[219] Os exemplos a seguir são conferidos para ilustrar os benefícios da utilização de aditivos de uma alcanolamina preferida,

trietanolamina e um ácido preferido, o ácido tartárico em dosagens apropriadas. Todas as misturas contêm cimento Portland e sílica de fumo como componentes cimentosos a uma razão de peso relativa de 0,85 para 0,15 e areia de sílica como enchimento a uma razão de peso de 1,05 para 1,00 em relação aos componentes cimentosos. Água foi utilizada a uma razão de peso de 0,22 para 1,00 em relação aos componentes cimentosos. Os aditivos químicos especificados de um superplastificante de poliéter carboxilado, trietanolamina (TEA 99 Grau Livre Baixo (LFG) 85% de TEA e 15% de água) e ácido tartárico foram adicionados nas quantidades listadas nos seguintes exemplos para controlar a fluidez da mistura, tempo de solidificação e ganho de resistência.

[220] Todos os ingredientes foram pré-acondicionados em sacos de plástico vedados a 75-80°F (24-27°C) durante pelo menos 24 horas antes de serem misturados em um misturador Hobart a alta velocidade para obter uma dispersão uniforme. O aumento de temperatura nas misturas foi medido por meio da utilização de termopares incorporados em amostras de 350 g de cada mistura e ligados a um sistema de aquisição de dados. Os tempos de solidificação inicial e final foram determinados utilizando agulhas de Gilmore de acordo com o método em ASTM C 266.

[221] O abatimento e a resistência compressiva foram determinados de acordo com os métodos de teste acima descritos no Exemplo 6.

Exemplo 8

[222] Foram preparadas três misturas de acordo com o procedimento acima utilizando o superplastificante a 3% em peso dos componentes cimentosos para controlar a fluidez da mistura e ácido

tartárico em níveis de 0% (controle), 0,15% e 0,30% em peso dos componentes cimentosos. Não foi adicionado TEA às misturas das amostras. O abatimento das misturas foi determinado como sendo de 7,5 polegadas (19,1 cm) para o controle, 10,3 polegadas (26,2 cm) para a mistura contendo 0,15% de ácido tartárico e 10,8 polegadas (27,4 cm) para a mistura contendo 0,30% de ácido tartárico.

[223] A FIG. 3 mostra o comportamento de elevação de temperatura das misturas durante as primeiras 30 horas depois da moldagem. A FIG. 3 demonstra que as misturas com ácido tartárico adicionado não exibem solidificação durante as primeiras 24 horas em comparação com a mistura de controle que solidificou em de aproximadamente 10 horas.

[224] A FIG. 4 mostra os ganhos de resistência compressiva por até 7 dias. A FIG. 4 demonstra que as misturas com ácido tartárico tinham uma taxa mais lenta de ganho de resistência compressiva nos primeiros vários dias depois da mistura em comparação com o controle, mas aos 7 dias, as misturas com 0,15% e 0,30% de ácido tartárico alcançam resistências mais altas (19.346 psi (133 MPa) e 23.759 psi (164 MPa), respectivamente) em comparação com o controle (19065 psi (131 MPa)).

Exemplo 9

[225] Neste exemplo, foram avaliados os efeitos combinados da adição do ácido tartárico e TEA. Todas as misturas continham componentes cimentosos, água e superplastificante nas relações do Exemplo 8 e TEA foi adicionada a todas as misturas a 0,045% em peso do cimento Portland. O ácido tartárico era de 0%, 0,30% e 0,40% em peso dos componentes cimentosos. O abatimento das misturas foi medido

como sendo de 5,9 polegadas (15,0 cm), 9,9 polegadas (25,1 cm) e 9,3 polegadas (23,6 cm) para o controle e as amostras de 0,30% e 0,40% de ácido tartárico, respectivamente. A perda de abatimento para estas misturas foi medida e está apresentada na FIG. 5. A FIG. 5 demonstra que a adição de ácido tartárico à TEA resultou em um aumento da fluidez da mistura por 2-3 horas adicionais, seguido por uma forte queda em fluidez à volta de 2 horas para a mistura de 0,30% de ácido tartárico e 3 a 3,5 horas para a mistura de 0,40% de ácido tartárico, seguido por solidificação.

[226] Este período prolongado de viabilidade em comparação com o controle permite tempo suficiente para que os painéis sejam formados e cortados em uma linha de formação, enquanto a solidificação imediatamente depois da perda de abatimento de 3-4 horas permite o transporte e manuseamento dos painéis depois da formação sem afundamento. A mistura sem ácido tartárico sofreu rápida perda de abatimento na primeira meia hora depois da mistura e permaneceu em um estado plástico espesso até que solidificou em de aproximadamente 10-11 horas.

[227] A FIG. 6 mostra o comportamento de elevação de temperatura das três misturas durante as primeiras 30 horas depois da moldagem. Isto demonstra a solidificação relativamente mais rápida das misturas que contêm ácido tartárico.

[228] A FIG. 7 mostra o ganho de resistência compressiva das misturas testadas ao longo dos primeiros 2-3 dias depois da mistura. As misturas de ácido tartárico exibiram mais lento ganho de resistência, o que permite mais tempo para o acabamento dos painéis. Ao 7º dia, ambas as misturas com ácido tartárico atingiram aproximadamente 10% a mais de

resistência do que a mistura de controle. A resistência acelerada para 0%, 0,30% e 0,40% de misturas com ácido tartárico foi de 22.549, 22.847 e 20.418 psi (155, 158 e 141 MPa), respectivamente.

Exemplo 10

[229] As misturas foram preparadas utilizando componentes de cimento e água em relações idênticas às dos Exemplos 8 e 9. O ácido tartárico foi adicionado a 0,40% em peso dos componentes cimentosos e a TEA foi adicionada a 0,045% em peso do cimento Portland. A quantidade de superplastificante (SP) variou em 1%, 2% e 3% em peso dos componentes cimentosos. O abatimento resultante das misturas foi de 8,8 polegadas (22,4 cm), 9 polegadas (22,9 cm) e 10,3 polegadas (26,2 cm), respectivamente, para as misturas de 1%, 2% e 3% de SP. Para uma viabilidade apropriada da suspensão, o abatimento é de preferência na faixa de 5-7 polegadas (12,7-17,8 cm). Assim, o nível de SP pode ser reduzido para 1%, isto é, apenas um terço da sua quantidade original nas outras modalidades da composição quando o ácido tartárico é adicionado à mistura nas quantidades de teste.

[230] A FIG. 8 mostra as perdas de abatimento para as misturas. A mistura com 1% de SP manteve a sua fluidez durante aproximadamente 20 minutos, seguido por uma rápida queda em abatimento e eventual solidificação à volta de 2,5 horas. As misturas que contêm mais SP mantiveram a fluidez durante um período mais longo, mas o seu abatimento também caiu rapidamente seguido pela solidificação da mistura.

[231] A FIG. 9 mostra o comportamento da temperatura dessas misturas durante as primeiras 30 horas depois da moldagem, com retardação da temperatura aumentando com níveis mais elevados de SP.

[232] A FIG. 10 mostra o ganho da resistência compressiva dessas misturas, sem diferença mensurável observada entre as misturas. A resistência acelerada foi de 26.145 psi (180 MPa), 25.714 psi (177 MPa) e 19.096 psi (132 MPa) respectivamente, para as misturas de 1%, 2% e 3% de SP.

[233] Um material composto cimentoso de resistência ultra-elevada com resistência compressiva de 1 dia de preferência inferior a 4.000 psi, (28 MPa) mais de preferência inferior a 3.000 psi (21 MPa) e mais de preferência inferior a 2.000 psi (14 MPa) e resistência compressiva de 28 dias e idade posterior em excesso de 20.000 psi a 30.000 psi (138 a 207 MPa) satisfaz as exigências da taxa de ganho de resistência compressiva controlada e uma taxa mais preferida de ganho de resistência compressiva controlada em que os materiais compostos cimentosos têm até 5 dias com resistência compressiva inferior a 4.000 psi (28 MPa) e mais de preferência inferior a 2.000 psi (14 MPa) depois de 5 dias e uma resistência compressiva de 28 dias e idade posterior de pelo menos 10.000 psi (169 MPa) e de preferência em excesso de 15.000 psi (103 MPa), mais de preferência em excesso de 20.000 psi e mais de preferência em excesso de 25.000 a 30.000 psi (127 a 207 MPa).

Exemplo 11

[234] As misturas que contêm componentes cimentosos e água em relações idênticas às descritas nos Exemplos 8-10 foram feitas com 1,5% em peso de SP com base no peso dos componentes cimentosos e TEA a

um nível de 0,045% em peso de cimento Portland. O índice de ácido tartárico variou em 0,40%, 0,80% e 2,0% em peso do componente cimentoso. O abatimento das misturas foi medido como 8,8 polegadas (22,4 cm), 8,9 polegadas (22,6 cm) e 7,8 polegadas (19,8 cm) para as misturas de ácido tartárico de 0,40%, 0,80% e 2,0%, respectivamente.

[235] A FIG. 11 mostra o comportamento de perda de abatimento dessas misturas. A FIG. 12 mostra a subida em temperatura. Conforme mostrado nas Figs. 11 e 12, as misturas com índices de ácido tartárico acima de 0,80% permaneceram plásticas e não solidificaram dentro das primeiras 24 horas.

[236] A FIG. 13 mostra o ganho de resistência compressiva dessas misturas, onde as misturas com 0,80% e 2,0% de ácido tartárico tinham uma taxa muito mais baixa de ganho de resistência. Isto é marginalmente adequado para a perspectiva de manuseamento e acabamento, especialmente nas primeiras poucas horas depois da formação. A resistência acelerada foi de 26.478 psi, 24.543 psi e 1.057 psi (183, 169 e 7 MPa) para as misturas com 0,40%, 0,80% e 2,0% de ácido tartárico, respectivamente. A mistura com 2,0% de ácido tartárico não tem um ganho de resistência aceitável.

Exemplo 12

[237] Uma modalidade preferida do painel blindado do invento atual é ilustrada na FIG. 1, com um núcleo cimentoso de alta densidade e resistência ultra-elevada, reforçado com fibras de vidro resistentes a álcali distintas e um laminado fino composto de fibras de vidro contínuas embutidas em uma resina e ligadas de forma adesiva a ambas as

superfícies do núcleo cimentoso com um adesivo, como por exemplo, adesivo de poliuretano.

[238] Painéis de núcleo cimentoso com resistência ultra-elevada, de uma polegada de espessura, reforçados com fibras de vidro resistentes a álcali foram fabricadas de acordo com os exemplos acima utilizando um processo contínuo. A fração de volume nominal das fibras no painel era de 3,0%. Os painéis fabricados foram lixados até ficarem lisos e os laminados de polímero reforçados com fibra (FRP) fixados a ambas as superfícies cimentosas utilizando adesivo de poliuretano. Os painéis foram testados quanto à flexão sob um teste de carga de terceiro ponto por uma extensão de 24 polegadas. Os painéis foram testados quanto ao desempenho da flexão dos painéis submetidos a regimes de condicionamento diferentes. Os resultados estão mostrados na TABELA 10.

TABELA 10

Acondicionamento da Amostra	Orientação da amostra	AMOE (ksi)	MOR (psi)	Max. Deflexão (poleg.)
Seco	Voltada para cima	3.40 2	8.445	1,50
Seco	Voltada para baixo	3.96 2	10.703	1,44
7 Dias em forno com ventilação a 200 °F + resfriamento à temperatura ambiente	Voltada para cima	3.51 6	9.780	2,41
7 Dias em forno com ventilação a 200 °F +	Voltada para baixo	3.57 3	12.493	2,69

resfriamento à temperatura ambiente				
-------------------------------------	--	--	--	--

[239] Conforme mostrado na TABELA 10, os painéis obtiveram excelente desempenho de resistência à flexão em excesso de 8.000 psi (55 MPa) em todos os casos.

[240] Os painéis blindados cimentosos foram preparados de acordo com o invento atual utilizando a formulação da TABELA 11 para teste quando à atenuação da velocidade de um projétil que atinge painéis individuais ou um grupo de painéis empilhados.

TABELA 11

Ingrediente	% em peso
Cimento Portland Tipo 1	37,6
Sílica de Fumo	6,6
Areia de sílica	46,5
Superplastificante Adva® Cast 500	2,2
Água	7,1
% em volume de Fração de Fibras AR (NEG H-103)	3,0

[241] A FIG. 14 mostra um gráfico de densidade de área versus atenuação da velocidade de um projétil de tamanho padrão que atinge um painel blindado cimentoso individual ou um grupo de painéis empilhados. A densidade de área é massa por unidade de área do painel testado. A FIG. 14 representa a atenuação da velocidade para painéis não revestidos do invento (que usam reforço de vidro) em comparação com painéis não revestidos com fibra de aço. Desta forma, a FIG. 14 representa uma comparação do material cimentoso de densidade muito elevada do invento com fibra de vidro com o material cimentoso de densidade padrão com fibra de aço. Conforme mostrado no gráfico na FIG. 14, os painéis de núcleo cimentoso blindados da TABELA 11 do invento atual, mesmo sem o revestimento de reforço de laminado reforçado com FRP sobre as suas superfícies, conferem uma melhor redução da velocidade do que o painel blindado cimentoso reforçado com fibra de aço convencional.

[242] A FIG. 15 representa a atenuação da velocidade para os painéis revestidos do invento (que usam reforço de vidro) em comparação

com os painéis não revestidos do invento (que usam reforço de vidro). Desta forma, a FIG. 15 representa uma comparação utilizando revestimentos ou não utilizando revestimentos com os painéis do invento. Os dados, tais como mostrados, demonstram o impacto da adição dos revestimentos sobre o painel no que diz respeito à atenuação da velocidade. O gráfico na FIG. 15 ilustra a atenuação da velocidade de um projétil que atinge dois, três e quatro painéis blindados cimentosos da formulação da TABELA 11 que têm uma camada de revestimento reforçado com fibra de laminado de poliéster reforçado com fibra de vidro tecido Kemlite ArmorTuf® em ambas as superfícies do painel de núcleo cimentoso em comparação com um número idêntico de painéis de núcleo cimentoso empilhados que têm a mesma estrutura de núcleo cimentoso, mas que não têm uma camada de revestimento reforçada com fibra. Isto demonstra a melhora significativa em termos percentuais da atenuação da velocidade obtida com os painéis revestidos em comparação com os painéis sem a camada de revestimento, particularmente quando são utilizados painéis múltiplos.

Exemplo 13

[243] Este exemplo destaca a importância relativa entre SP e ácido tartárico em conferir fluidez e comportamento de auto-nivelador à formulação. Foram avaliadas cinco misturas com componentes cimentosos e água em relações idênticas às aquelas em exemplos anteriores, e com SP e ácido tartárico nos índices mostrados na TABELA 12:

TABELA 12		
Mistura	SP (% em peso dos componentes cimentosos)	Ácido tartárico (% em peso dos componentes cimentosos)
1	1,7	0,40
2	0,9	0,40
3	0,0	0,40
4	0,0	0,80
5	0,0	2,00

[244] A TEA foi utilizada em todas as misturas a uma taxa de 0,045% em peso do cimento Portland. O abatimento dessas misturas está mostrado na FIG. 16. É aqui observado que, apesar da fluidez aumentada oferecida pela adição de ácido tartárico às misturas, este aditivo por si só não é suficiente para uma fluidez e viabilidade adequadas da mistura. Sem o SP, foram produzidas misturas rígidas, não-dispersíveis. A FIG. 17 mostra a perda de abatimento para a Mistura 1 que se comportou de uma maneira idêntico às misturas descritas nos exemplos anteriores. Os tempos de solteiríssimo (inicial e final) foram também medidos para estas misturas utilizando agulhas de Gillmore. Estes resultados estão mostrados na FIG. 18, onde se observa que além de um índice de ácido tartárico de 0,80%, a solidificação das misturas foi retardada de forma significativa (como também demonstrado no exemplo anterior).

Exemplo 14

[245] A FIG. 19 mostra uma comparação de um painel blindado cimentoso do invento atual (sem laminado) com um painel cimentoso estrutural disponível da United States Gypsum Company e feito de acordo com a Publicação do Pedido de Patente nos Estados Unidos N° 2006/0174572, de Tonyan e outros (também sem laminado), aqui incorporado como referência. A FIG. 19 representa painéis não revestidos do invento (que usam reforço de vidro) em comparação com painéis cimentosos estruturais (que usam reforço de vidro). Esta é uma comparação da composição de núcleo de alta densidade e resistência muito alta, em comparação com um núcleo de densidade mais baixa, com o núcleo de densidade mais baixa que tem uma resistência compressiva na faixa de 2.000-3.000 psi (14 a 21 MPa) e uma densidade na faixa de 70-80 pcf (1,21 a 1,28 g/cm³). A FIG. 19 representa o impacto do núcleo de alta densidade e alta resistência (com reforço de vidro) em comparação com um núcleo de resistência padrão (com reforço de vidro) sobre a atenuação da velocidade.

[246] Embora tenham sido mostradas e descritas modalidades particulares do invento atual, será levado em consideração pelos especialistas na técnica que podem ser feitas mudanças e modificações à mesma sem sair do invento nos seus aspectos mais amplos e conforme mostrado nas seguintes reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para o fabrico de um painel resistente à explosão compreendendo a preparação de uma mistura aquosa cimentosa uniforme e autonivelante de:

a) 25-45% em peso de ligante de cimento inorgânico,

b) enchimento, **caracterizado pelo fato** de que o enchimento na mistura aquosa cimentícia consiste em i) enchimento de areia de sílica com um tamanho médio de partícula de 150-450 micrômetros, o enchimento de areia de sílica sendo pelo menos 35% em peso da mistura aquosa cimentícia, e ii) enchimento pozolânico com um tamanho mediano de partícula inferior ou igual a 50 micrômetros, o enchimento pozolânico sendo entre 5-15% em peso da mistura aquosa cimentícia e em que o enchimento pozolânico é sílica de fumo;

c) 0,25-5,0% em peso de agente auto nivelador à base de policarboxilato e

d) 6-12% em peso de água, adicionando fibra de reforço à mistura aquosa,

formando a mistura uniforme em um painel cimentoso reforçado por fibras;

a cura do painel cimentoso reforçado por fibras para produzir um painel cimentoso parcialmente endurecido,

o lixamento das superfícies do painel cimentoso parcialmente endurecido,

o corte do painel cimentoso parcialmente endurecido em um tamanho desejado,

a cura do painel cimentoso parcialmente endurecido em um painel cimentoso endurecido final.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que compreende a adição à mistura aquosa de fibras de reforço em uma quantidade de 0,5-6,0% em volume da mistura aquosa.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que a mistura aquosa compreende uma alcanolamina em uma quantidade de 0,005% em peso a 0,500% em peso de ligante do cimento, e um ácido ou sal ácido em uma quantidade de 0,10% em peso a 1,80% em peso do peso combinado do ligante do cimento e do enchimento pozolânico, em que o enchimento mineral pozolânico é sílica de fumo; em que o agente de policarboxilato auto nivelador é um poliéter e está presente em uma quantidade de 0,75 a 2,5% em peso da mistura cimentosa em uma base seca.

4. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que a proporção do peso do enchimento pozolânico para o ligante de cimento inorgânico é de 0,05 a 0,30:1,0; em que a proporção do peso do enchimento mineral inorgânico com o peso combinado do ligante de cimento inorgânico e do enchimento pozolânico é de 0,75 a 1,50:1,0; em que a razão do peso da água com o peso combinado do ligante de cimento inorgânico e dos pós reativos secos do enchimento pozolânico é inferior ou igual a 0,35:1,0.

5. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que a proporção do peso do enchimento pozolânico com o ligante de cimento inorgânico é de 0,15 a 0,20:1,0; a

proporção em peso do enchimento de areia de sílica com o peso combinado do ligante de cimento inorgânico e do enchimento pozolânico é de 0,90 a 1,10:1,0; e a proporção em peso da água com o peso combinado do ligante de cimento inorgânico e dos pós reativos secos de enchimento pozolânico na fase contínua é inferior ou igual a 0,20:1,0.

6. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que o tamanho da partícula do enchimento de areia de sílica é de 250 a 350 micrômetros e o tamanho médio da partícula de enchimento pozolânico é inferior a 0,1 micrômetros.

7. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que a mistura cimentosa aquosa é depositada em uma camada de fibra de vidro cortada em um veículo em um transportador contínuo para formar uma primeira camada de pasta de cimento e fibras de vidro, uma segunda camada de fibras de vidro cortadas sendo então depositada sobre a superfície superior do painel formado e o painel formado ser passado através de rolamentos de embutimento para embutir as fibras no painel,

uma segunda camada de pasta é depositada sobre a segunda camada da pasta e fibra, e

o painel é nivelado em uma superfície suave com uma barra de sarrafeamento antes de o painel ser curado em um painel cimentoso.

8. Método de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato** de que o embutimento das fibras de reforço é executado pela passagem da camada da pasta e fibras através de rolamentos de embutimento com discos que estão espaçados em 0,25 a

0,63 cm á parte para permitir o embutimento das fibras no material cimentoso.

9. Método de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato** de que a composição cura após 2 dias a uma resistência compressiva inferior a 14 MPa a 28 MPa e desenvolve a uma resistência compressiva superior a 138 MPa após a cura por 28 dias.

10. Método de acordo com a reivindicação 1, compreendendo a formação da mistura aquosa cimentosa uniforme e autonivelante de:

- a) 25-45% em peso de ligante de cimento inorgânico;
- b) enchimento, **caracterizado pelo fato** de que o enchimento na mistura aquosa cimentícia consiste em i) enchimento de areia de sílica com um tamanho médio de partículas de 250-350 micrômetros, o enchimento de areia de sílica sendo pelo menos 35% em peso da mistura aquosa cimentícia, e ii) o enchimento pozolânico com um tamanho mediano de partícula inferior ou igual a 0,1 micrômetros, o enchimento pozolânico sendo entre 5-15% em peso da mistura aquosa cimentícia e em que o enchimento pozolânico é sílica de fumo;
- c) 1,0-1,2% em peso de agente auto nivelador à base de policarboxilato;
- d) trietanolamina em uma quantidade de 0,025 a 0,075% em peso do ligante de cimento;
- e) ácido tartárico em uma quantidade de 0,40 a 0,60% em peso do peso combinado do ligante de cimento e enchimento pozolânico;
- e
- f) 6-12% em peso de água;

a adição de fibra de reforço em fibra de vidro em uma quantidade de 3,0-3,5% em volume à mistura uniforme,

a formação da mistura uniforme no painel cimentoso reforçado por fibras;

a cura do painel cimentoso reforçado por fibras para produzir o painel cimentoso parcialmente endurecido,

o lixamento das superfícies do painel cimentoso parcialmente endurecido,

o corte do painel cimentoso parcialmente endurecido no tamanho desejado,

a cura do painel cimentoso parcialmente endurecido no painel cimentoso endurecido final, e

a fixação de uma camada de revestimento laminada em poliéster reforçada por fibras de vidro a pelo menos uma superfície do painel cimentoso.

FIG. 1

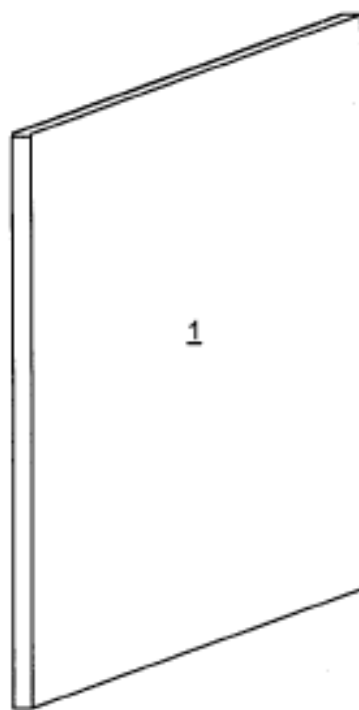
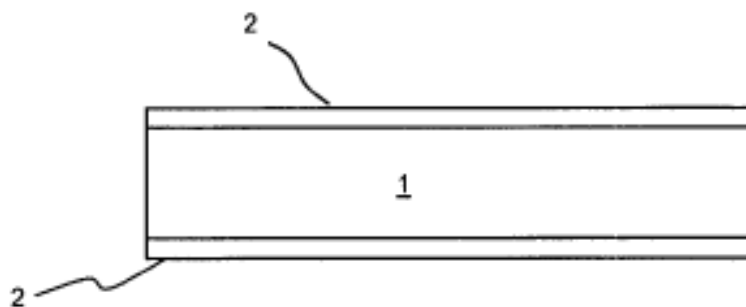


FIG. 1A



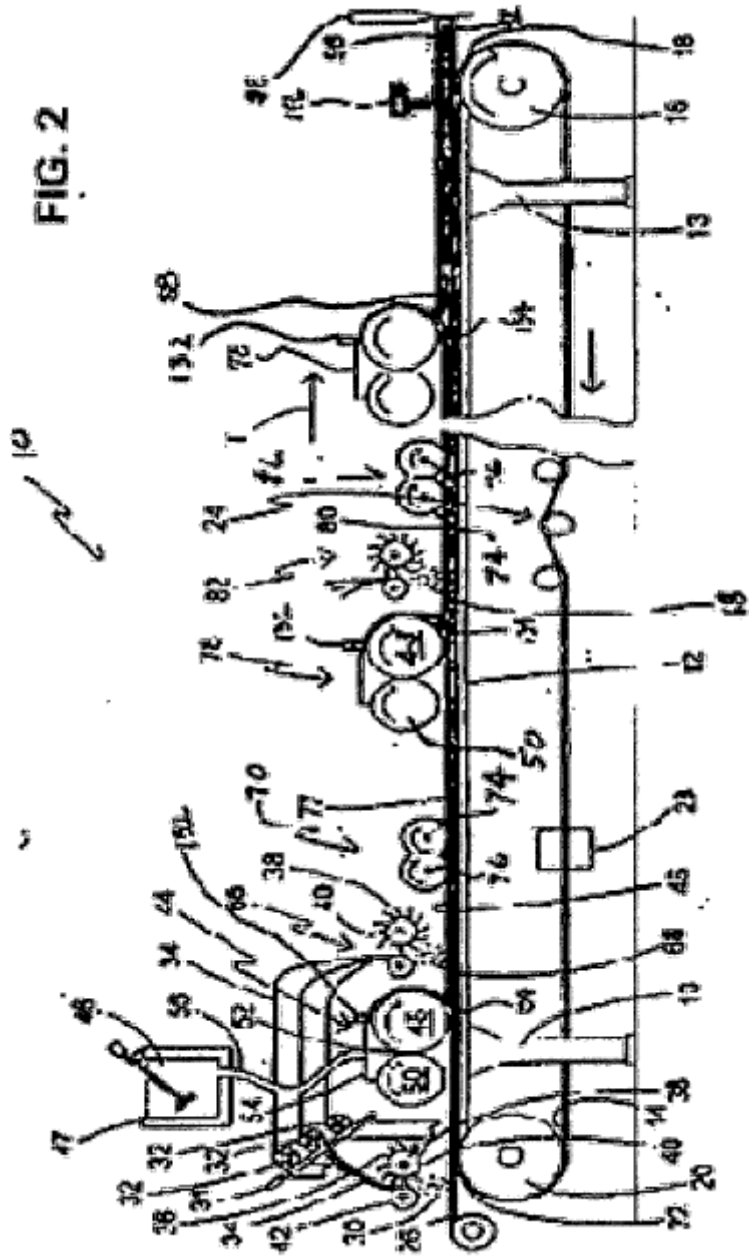


FIG. 2

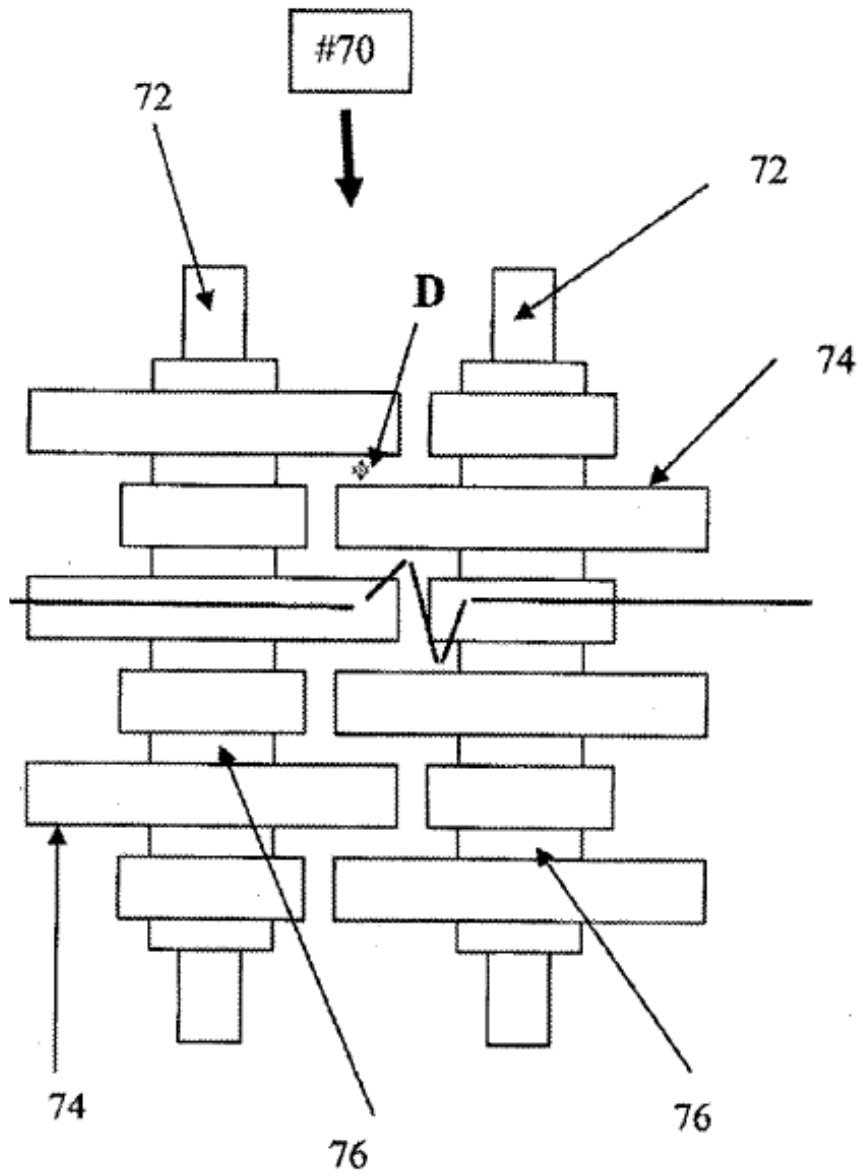


FIG. 2A

T →

FIG. 3

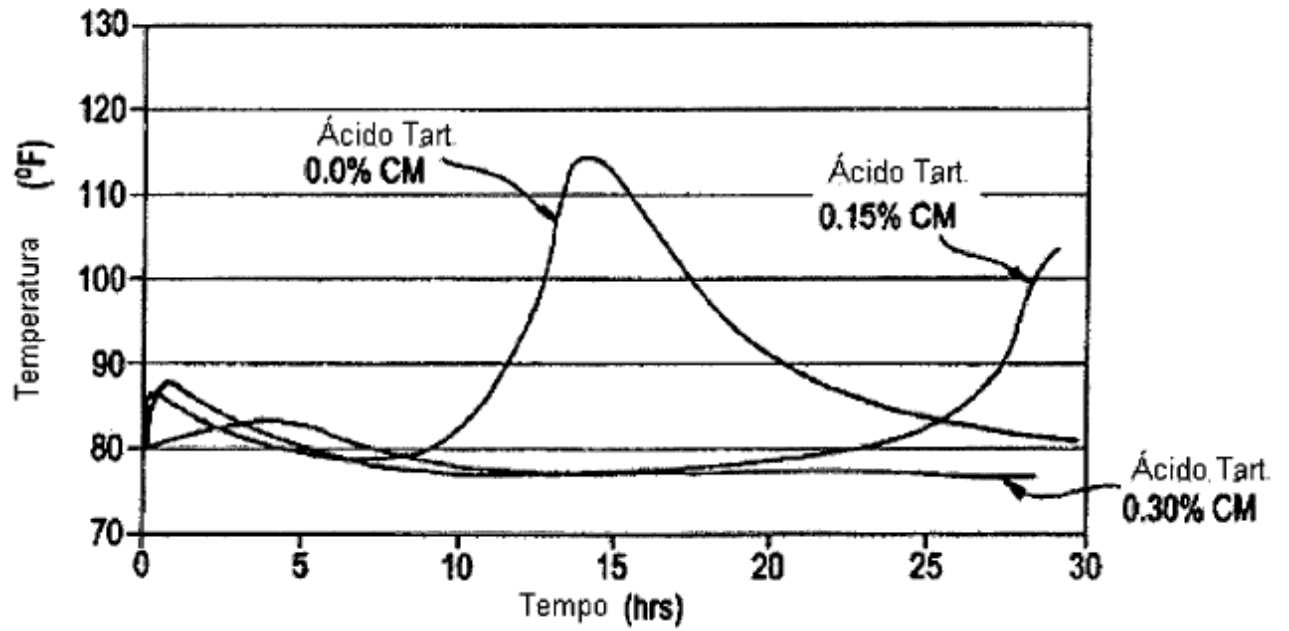


FIG. 4

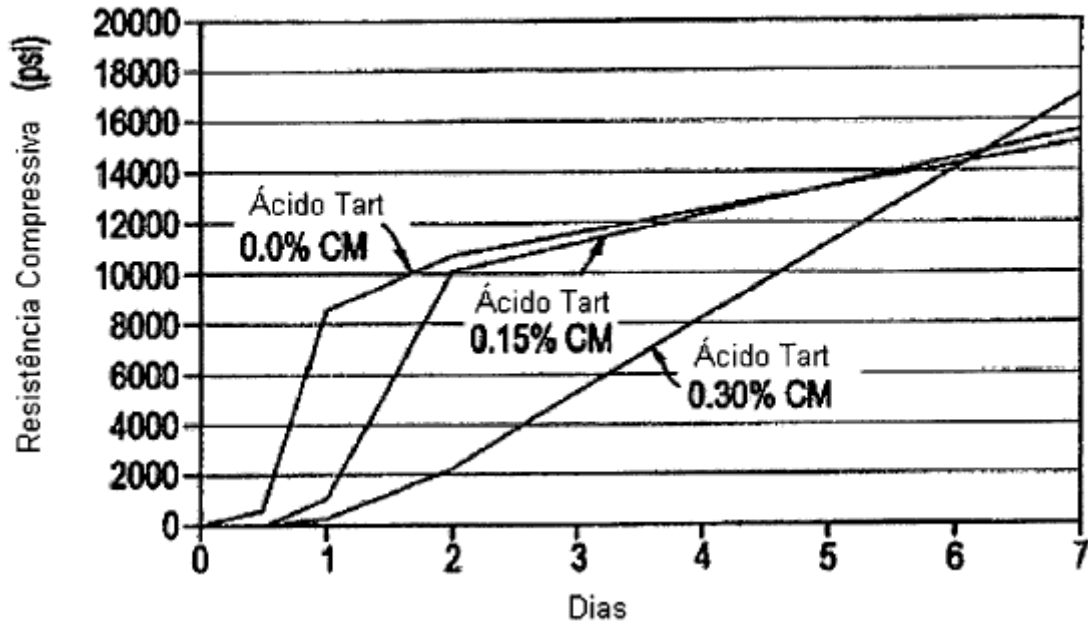


FIG. 5

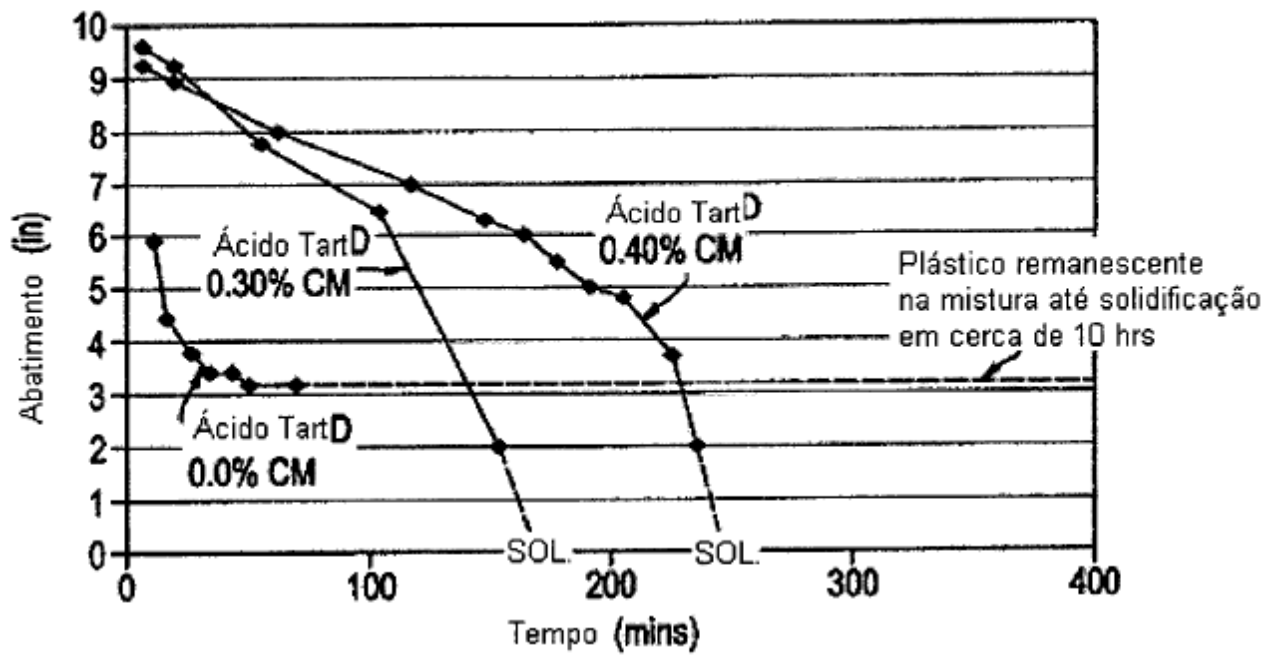


FIG. 6

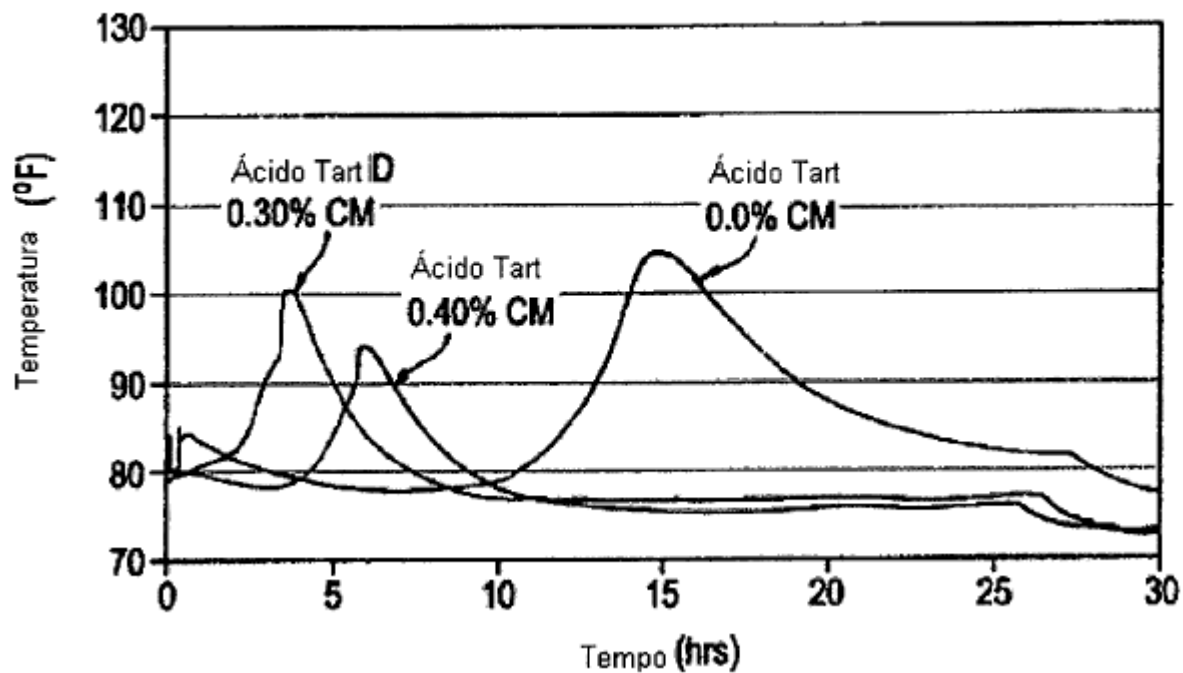


FIG. 7

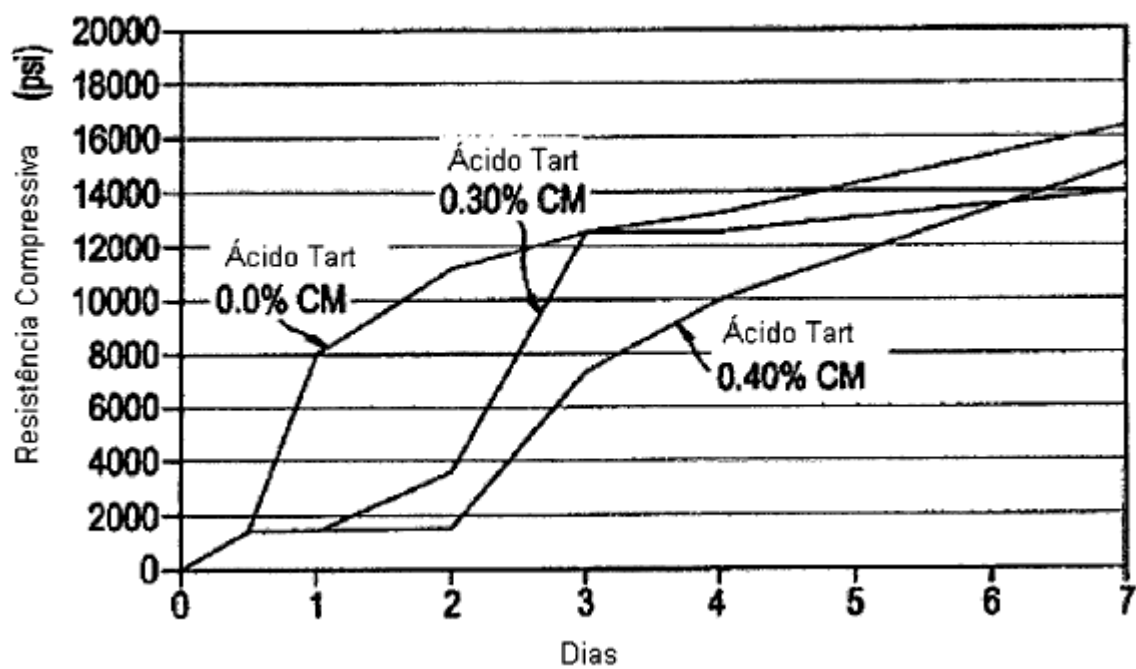


FIG. 8

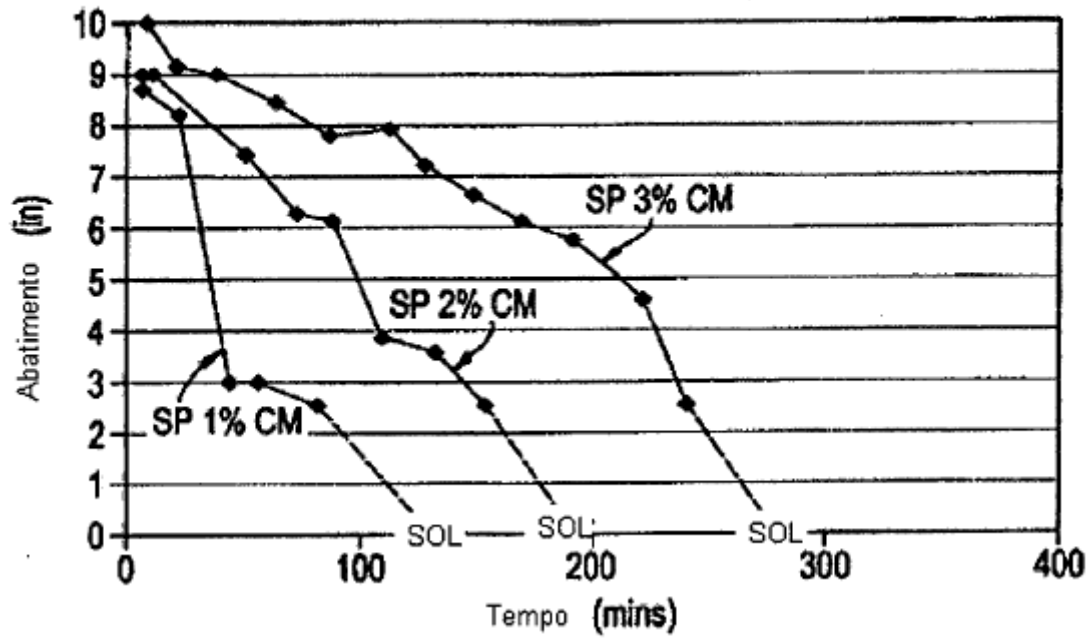


FIG. 9

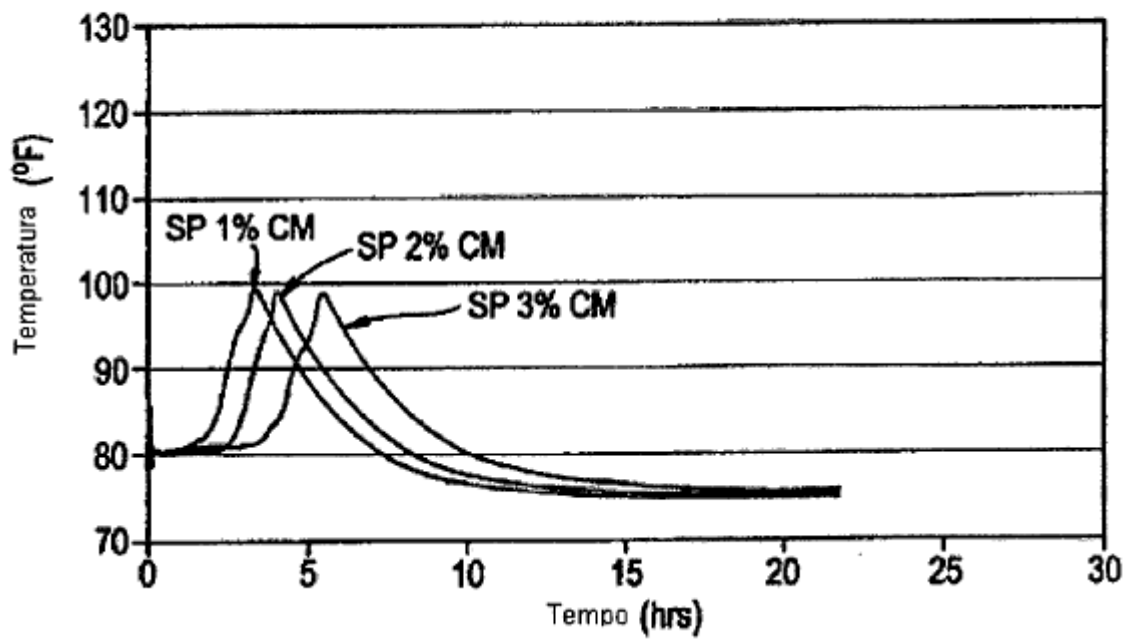


FIG. 10

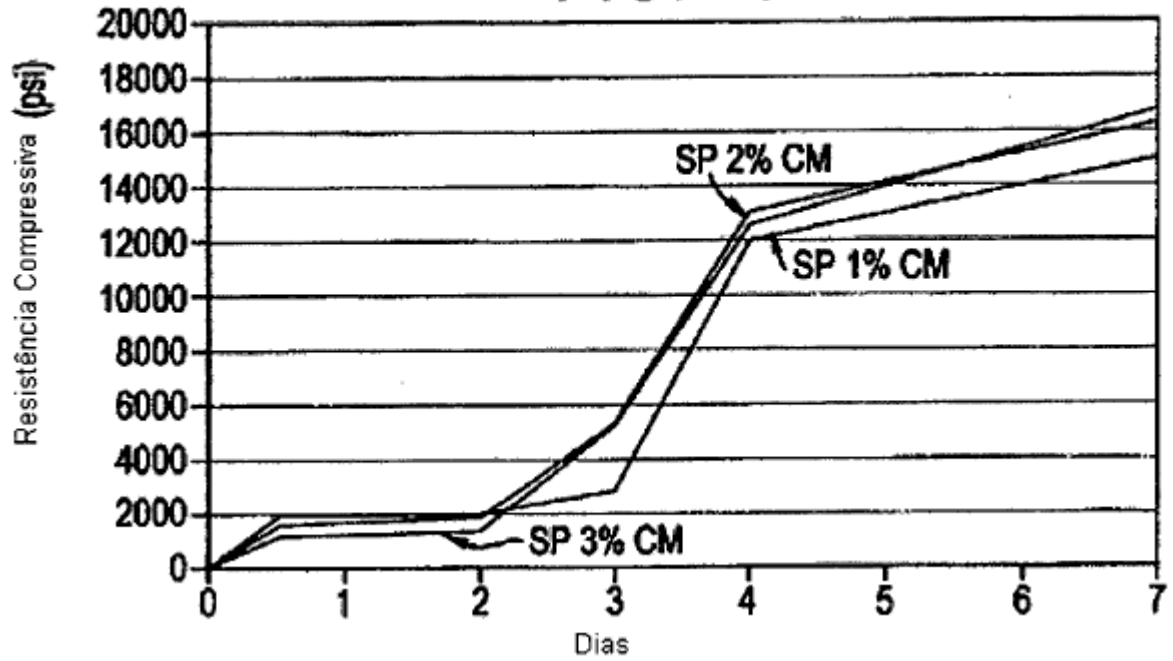


FIG. 11

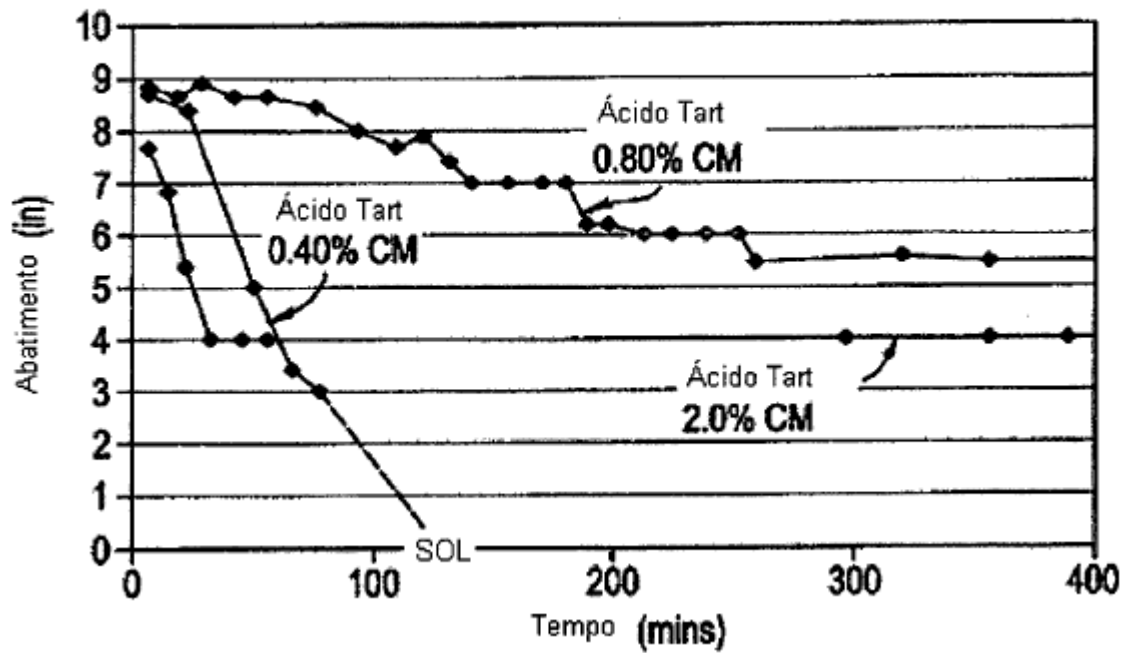


FIG. 12

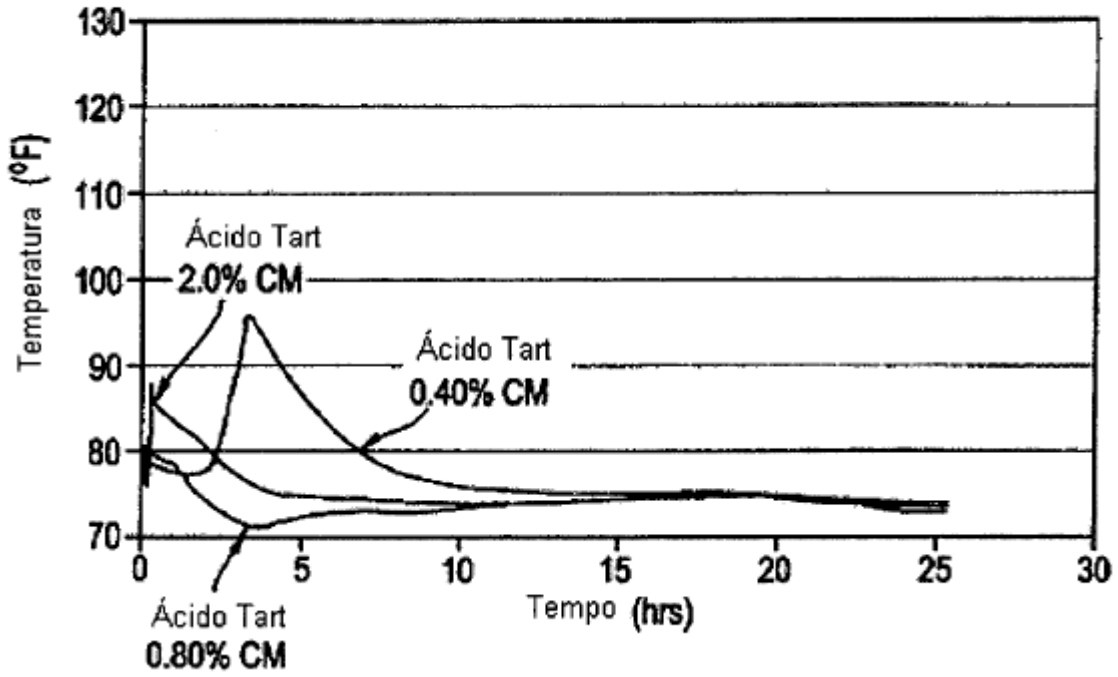


FIG. 13

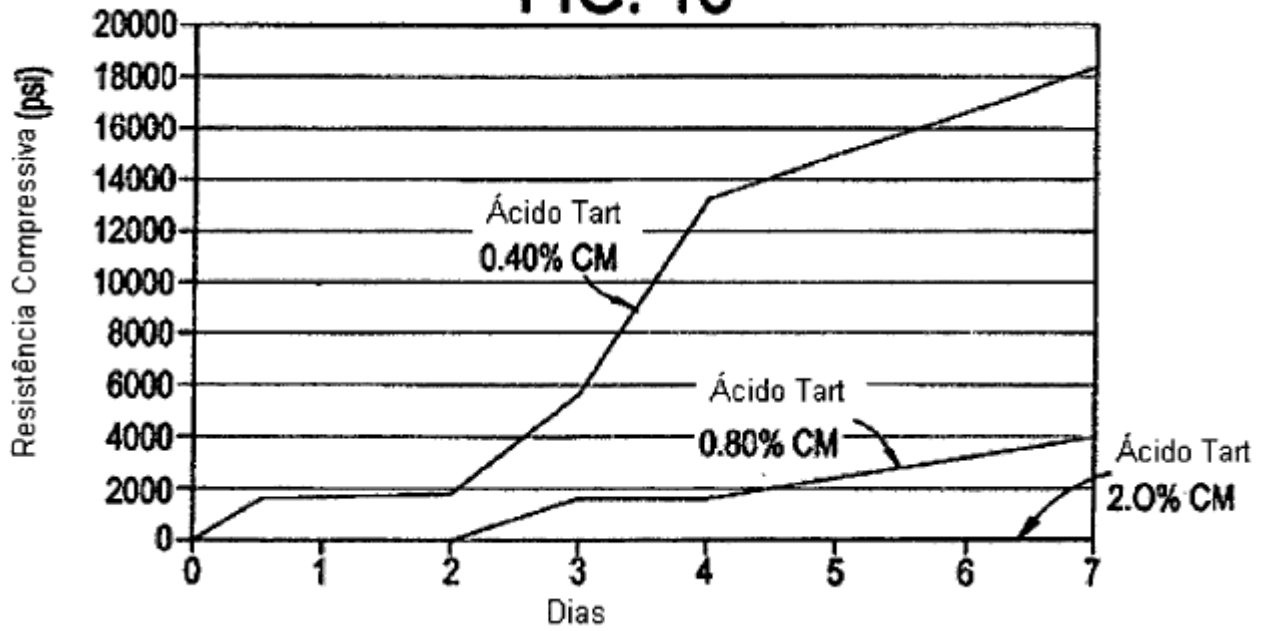


FIG. 14

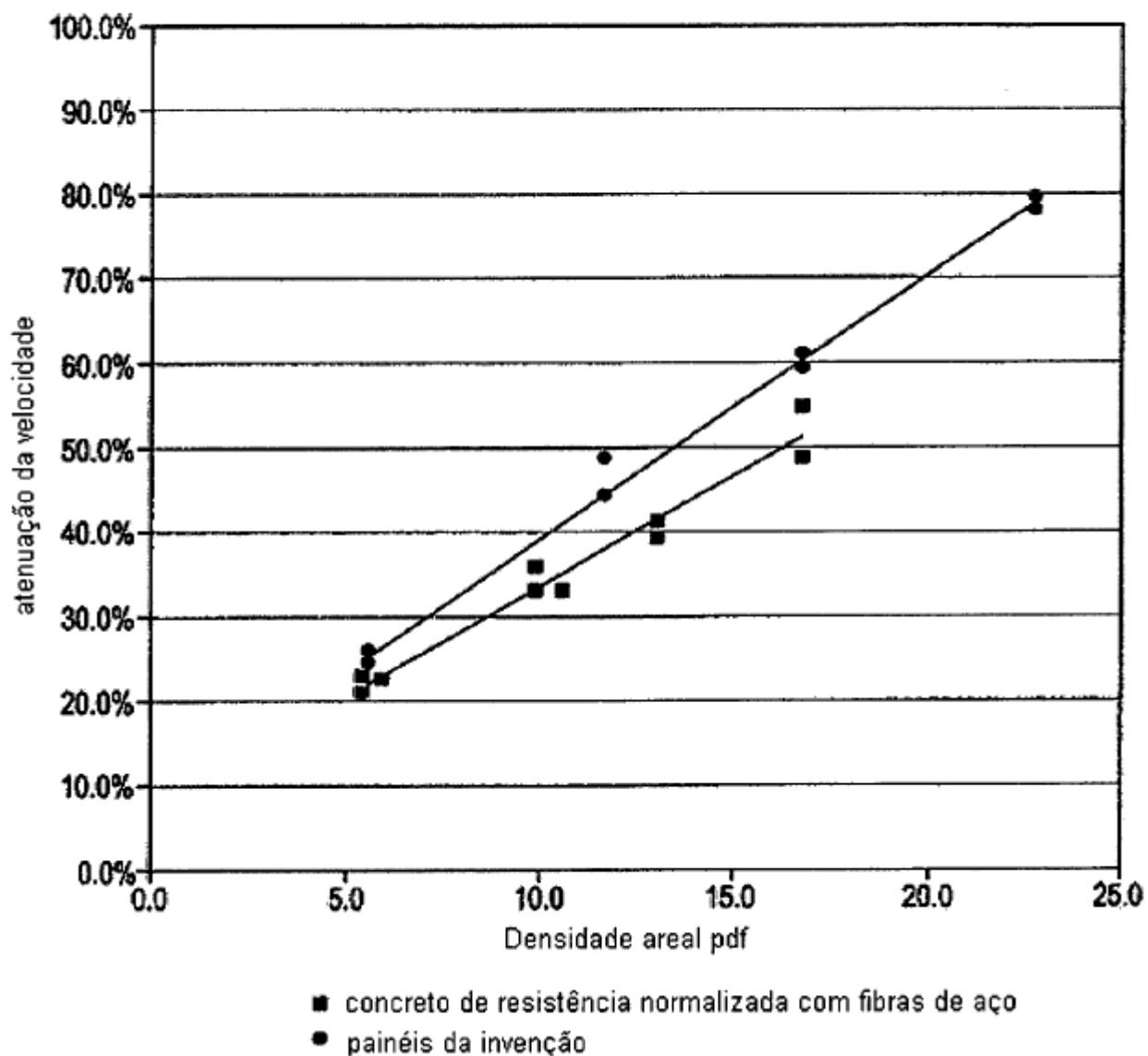


FIG. 15

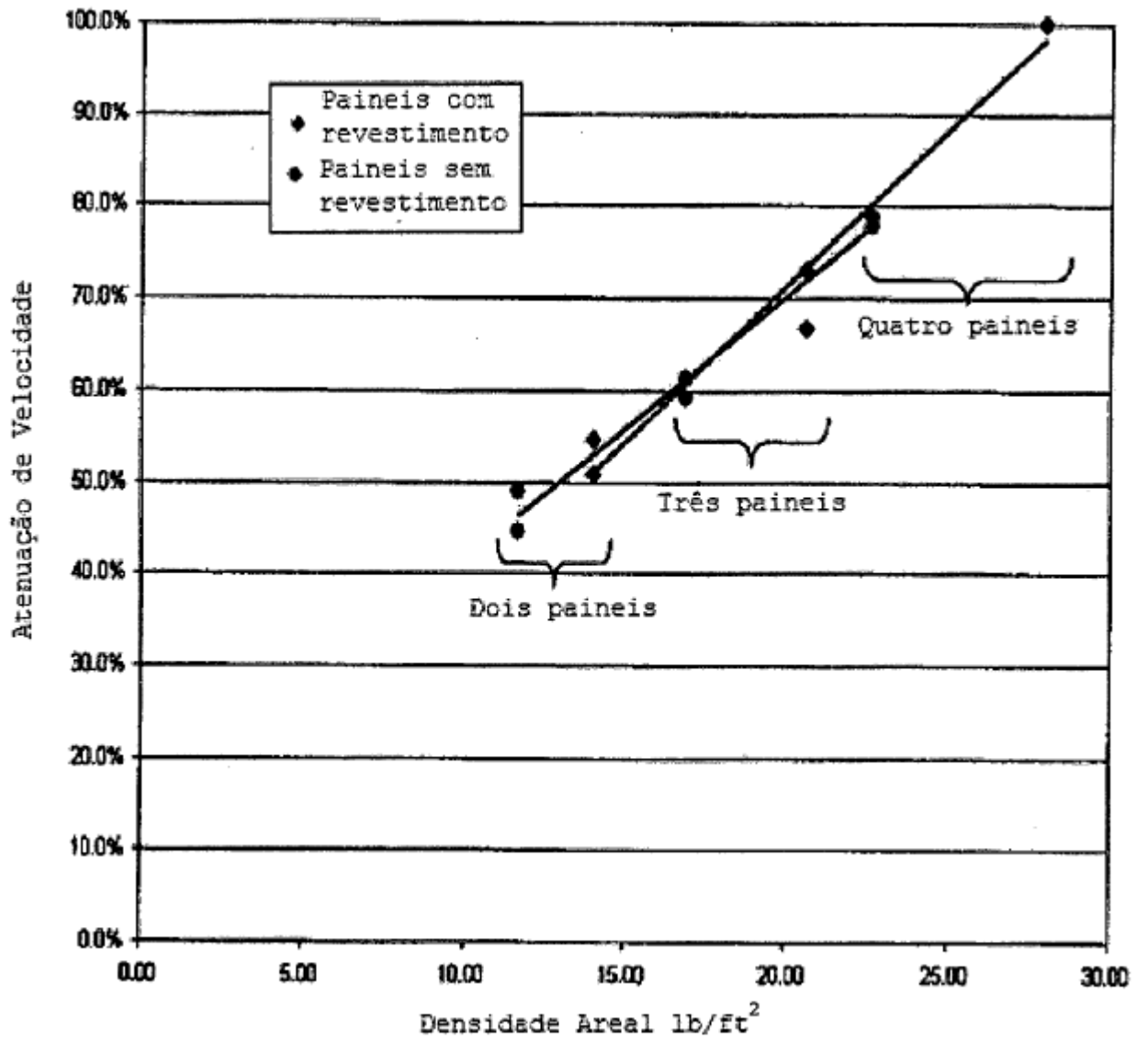


FIG. 16 – Abatimento de misturas com vários conteúdos de SP e Ácido Tartárico

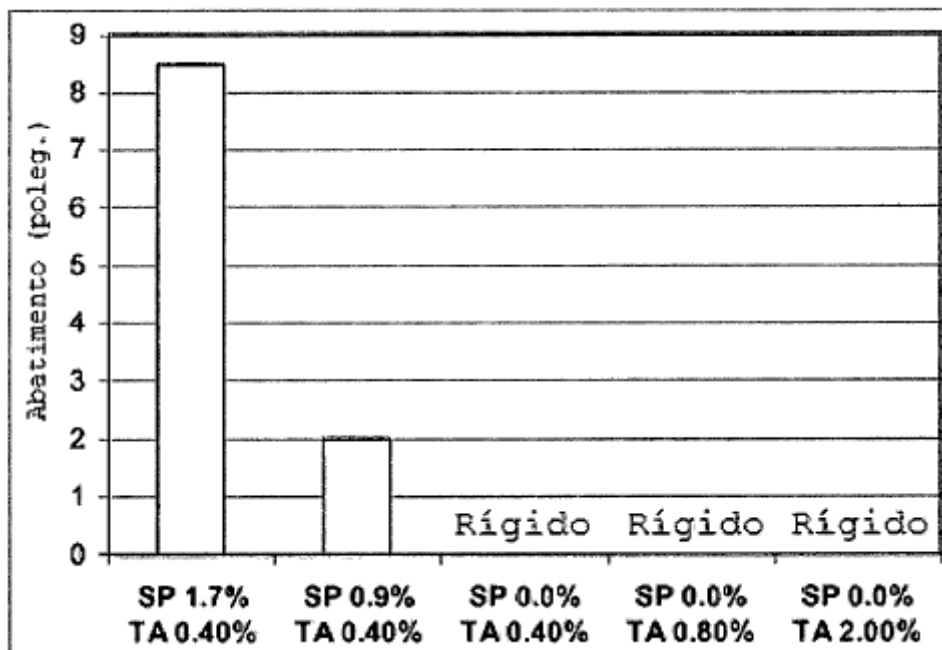


FIG. 17 – Perda de abatimento da mistura 1 (SP a 1,7% em peso de componentes cimentosos, TEA a 0,045% em peso de cimento Portland)

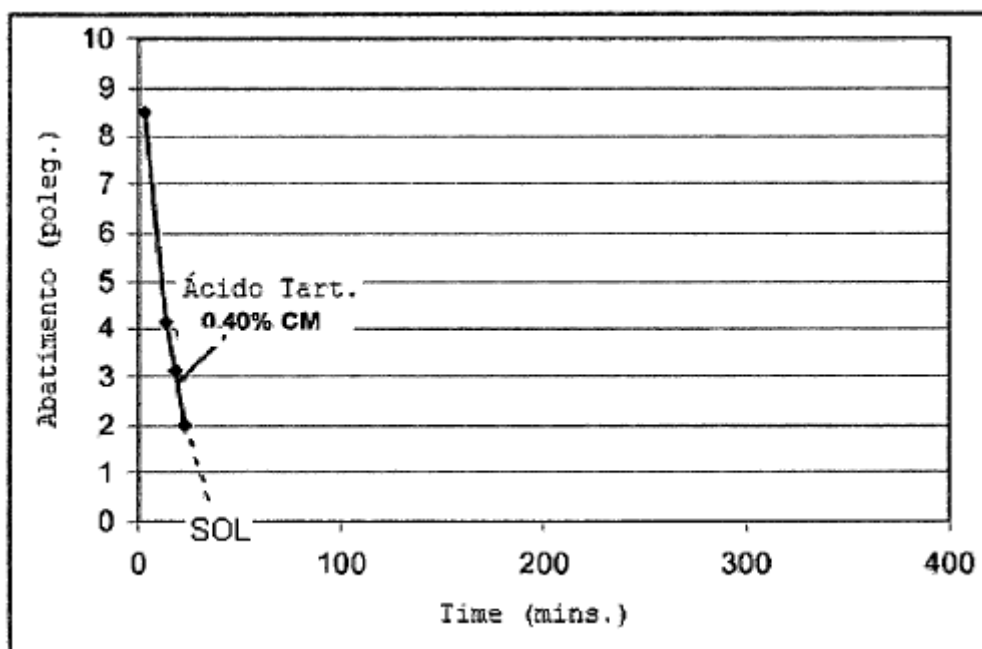


FIG. 18 – Tempo de solidificação das misturas a vários conteúdos de SP e Ácido Tartárico (IS – Solidificação Inicial. FS – Solidificação Final)

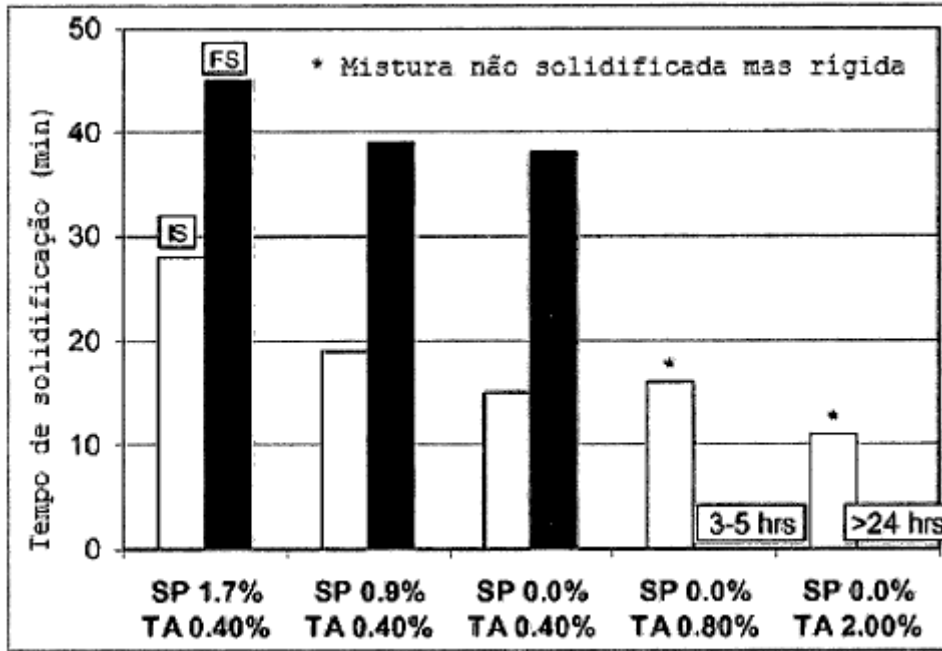


FIG. 19

