



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

(21) BR 122015003971-1 A2



(22) Data do Depósito: 24/02/2012

(43) Data da Publicação Nacional: 30/08/2012

(54) Título: PAINEL DE GESSO RESISTENTE AO FOGO DE BAIXA DENSIDADE E PESO

(51) Int. Cl.: C04B 20/06; C04B 24/14.

(30) Prioridade Unionista: 25/02/2011 US 13/035.800.

(71) Depositante(es): UNITED STATES GYPSUM COMPANY.

(72) Inventor(es): QIANG YU; WEIXIN DAVID SONG; SRINIVAS VEERAMASUNENI; WENQI LUAN.

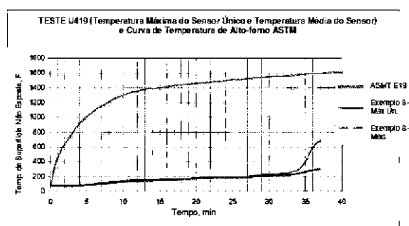
(86) Pedido PCT: PCT US2012026595 de 24/02/2012

(87) Publicação PCT: WO 2012/116313 de 30/08/2012

(85) Data da Fase Nacional: 24/02/2015

(62) Pedido original do dividido: BR112013021558-5 - 24/02/2012

(57) Resumo: PAINEL DE GESSO RESISTENTE AO FOGO DE BAIXA DENSIDADE E PESO RESUMO Um painel de gesso de 5/8 a 3/4 polegadas de espessura de baixo peso, baixa densidade com capacidades de resistência ao fogo suficiente para fornecer um índice de isolamento térmico de pelo menos 17 minutos que quando submetido a procedimentos de teste U419 não falhará por pelo menos 30 minutos e, em modalidades selecionadas, também tem excelentes propriedades de resistência de água.



“PAINEL DE GESSO RESISTENTE AO FOGO DE BAIXA DENSIDADE E PESO”

Dividido do pedido de patente de invenção BR1120130215585, depositado em 24/02/2012.

[001]Este pedido de prorrogação parcial reivindica o benefício de Pedido de Patente Nº U.S. 12/795.125, depositado em 7 de junho de 2010, que é uma continuação dos Pedidos de Patente Nº U.S. 11/449.177, depositado em 7 de junho de 2006, que foi emitido como Patente Nº U.S. 7.731.794 em 8 de junho de 2010, que reivindica prioridade para o Pedido Provisório de Patente Nº U.S. 60/688.839, depositado em 9 de junho de 2005, cujo conteúdo completo é incorporado por referência ao presente documento.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[002]Os pedidos anteriores acima referidos se referem a métodos de fabricação de pasta fluida de gesso que contêm um componente contendo fosfato, amido pré-gelatinizado e um dispersante de naftalenossulfonato e a produtos feitos a partir dos mesmos. Os pedidos anteriores também se referem aos métodos de aumentar a força seca de painéis de gesso de baixo peso e densidade, introduzindo na pasta fluida usada para fazer os painéis de um componente contendo fosfato, amido pré-gelatinizado e dispersante de naftalenossulfonato. Produtos convencionais contendo gesso, como painéis de gesso, têm muitas vantagens, tais como baixo custo e fácil trabalhabilidade, embora quantidades substanciais de poeira de gesso podem ser geradas quando os produtos são cortados ou perfurados. Várias melhorias foram obtidas nas aplicações anteriores na fabricação de produtos contendo gesso introduzindo amidos e outros ingredientes nas pastas fluidas usadas para fazer tais produtos. O Amido pode aumentar a resistência à flexão e o esforço de compressão de produtos contendo gesso, incluindo painéis de gesso.

[003]É geralmente necessário utilizar quantidades substanciais de água em pastas fluidas de gesso contendo amido pré-gelatinizado para garantir a fluidez adequada da pasta fluida. Infelizmente, a maior parte desta água eventualmente deve ser separada pelo aquecimento, o que é caro devido ao alto custo dos combustíveis utilizados no processo de aquecimento. A etapa de aquecimento também é demorada. Conforme explicado nas aplicações anteriores, verificou-se que o uso de dispersantes de naftalenossulfonato pode aumentar a fluidez das pastas fluidas, resolvendo, assim, o problema da demanda de água. Além disso, descobriu-se também que os dispersantes naftalenossulfonato, se o nível de uso for alto o suficiente, podem estabelecer a reticulação com o amido pré-gelatinizado para ligar os cristais de gesso após a secagem, aumentando assim a força seca do compósito de gesso.

[004]Componentes contendo fosfato não foram reconhecidos no passado por afetar as necessidades de água da pasta de gesso. No entanto, conforme explicado nas aplicações anteriores, os presentes inventores descobriram que, aumentando o nível do componente contendo fosfato para níveis até então desconhecidos na presença de um determinado dispersante, é possível conseguir a fluidez apropriada da pasta com quantidades inesperadamente reduzidas de água, mesmo na presença de níveis altos de amido. Isto, claro, é altamente desejável, por reduzir, por sua vez reduz, o uso de combustível, bem como o tempo de processo associado com as etapas subsequentes de processo de remoção de água. Os inventores presentes também descobriram que a força seca do painel de gesso pode ser aumentada usando um dispersante de naftalenossulfonato em combinação com amido pré-gelatinizado na pasta fluida usada para fazer os painéis.

[005]As invenções das aplicações anteriores incluíram painéis de gesso que compreendem uma composição de gesso endurecido formada entre duas folhas de revestimento substancialmente paralelas, a composição de gesso endurecido feita

usando a pasta fluida de gesso contendo água, estuque, amido pré-gelatinizado, um dispersante de naftalenossulfonato e, opcionalmente, um fosfato solúvel em água, de preferência, trimetafosfato de sódio. Este painel de gesso possui uma alta resistência, que é ainda muito menor do que o peso do que os painéis de gesso convencional. Além disso, muito menos poeira é gerada no corte, serragem, rotura ou perfuração dos painéis feita de acordo com esta modalidade.

[006] Outra modalidade da invenção das aplicações anteriores composta por um método de fazer painéis de gesso, incluindo misturar uma pasta contendo gesso constituído por água, estuque, amido pré-gelatinizado e um dispersante de naftalenossulfonato, em que o amido pré-gelatinizado está presente em uma quantidade de pelo menos cerca de 0,5% por peso, até cerca de 10% por peso, com base no peso do estuque. A pasta fluida contendo gesso resultante é depositada em uma primeira folha de revestimento do papel, e uma segunda folha de revestimento de papel é colocada sobre a pasta fluida depositada para formar um painel de gesso. O painel de gesso é cortado após a pasta fluida contendo gesso ter endurecido suficientemente para o corte, e o painel de gesso resultante é secado. A pasta fluida contendo gesso opcionalmente pode conter um componente contendo fosfato, por exemplo, trimetafosfato de sódio. Também serão utilizados outros ingredientes convencionais na pasta fluida incluindo, se forem apropriados, aceleradores, ligantes, fibra de papel, fibra de vidro e outros ingredientes conhecidos. Uma espuma de sabão normalmente é adicionada para reduzir a densidade do produto final do painel gesso.

[007] A presente invenção refere-se geralmente a painéis de gesso de baixo peso e densidade com propriedades de bom isolamento térmico, resistência ao encolhimento no calor, resistência ao fogo de bom e em alguns aspectos da invenção, boa resistência à água.

[008] Painéis de gesso, normalmente usados em construção e outras

aplicações de construção (tais como o placa de reboco ou painéis de teto) compõem um núcleo de gesso com folhas de revestimento feitas de papel, fibra de vidro ou outros materiais adequados. Painéis de gesso normalmente são fabricados pela mistura de "estruque" com água e outros ingredientes para preparar uma pasta fluida que é usada para formar os núcleos dos painéis.

[009]Como geralmente compreendido na técnica, o estuque compreende predominantemente uma ou mais formas de gesso calcinado, ou seja, gesso, sujeito à desidratação (normalmente por aquecimento) para formar gesso anidro ou gesso hemidratado ($\text{CaSO}_4 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$). O gesso calcinado pode incluir sulfato de cálcio hemidratado beta, sulfato de cálcio hemidratado alfa, anidrita de sulfato de cálcio solúvel em água ou misturas de qualquer um ou todos esses, de fontes naturais ou sintéticas. Quando introduzido à pasta fluida usada para formar os núcleos dos painéis, o gesso calcinado começa um processo de hidratação, que é concluído durante a formação dos painéis de gesso. Este processo de hidratação, quando devidamente preenchido, gera uma matriz cristalina geralmente contínua do gesso endurecido dihidratado em formas cristalinas diferentes (ou seja, formas de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

[010]Durante a formação dos painéis, as folhas de revestimento normalmente são fornecidas como redes contínuas. A pasta fluida de gesso é depositada como um fluxo ou fita sobre a primeira das folhas de revestimento. A pasta fluida é espalhada ao longo de toda a extensão da primeira folha de revestimento em uma espessura aproximada predeterminada para formar o núcleo do painel. Uma segunda folha de revestimento é então colocada no topo, deixando o núcleo de gesso entre as folhas e formando um painel contínuo.

[011]O painel contínuo normalmente é transportado ao longo de uma esteira para permitir que o núcleo continue o processo de hidratação. Quando o núcleo é suficientemente hidratado e endurecido, ele é cortado em um ou mais tamanhos

desejados para formar painéis de gesso individuais. Os painéis são, então, passados em uma estufa a temperaturas suficientes para concluir o processo de hidratação e secar os painéis a um nível de umidade livre desejado (normalmente um teor de umidade livre relativamente baixo).

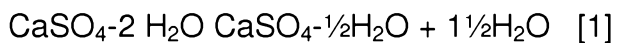
[012]Dependendo do processo empregado e o uso esperado dos painéis e outras considerações, camadas adicionais de pasta fluida, tiras ou fitas compreendendo gesso e outros aditivos podem ser aplicados para a primeira e/ou segunda folha para fornecer propriedades específicas para os painéis acabados, tais como bordas endurecidas ou uma face endurecida do painel. Da mesma forma, a espuma pode ser adicionada à pasta fluida de núcleo de gesso ou tiras e/ou fitas de outra pasta fluida em um ou mais locais no processo para fornecer uma distribuição de vazios dentro do núcleo de gesso ou porções do núcleo dos painéis acabados.

[013]Os painéis resultantes podem ser cortados e processados para uso em uma variedade de aplicações dependendo do tamanho desejado do painel, da composição de camada de revestimento, composições de núcleo, etc. Painéis de gesso normalmente variam em espessura de aproximadamente $\frac{1}{4}$ de polegada a cerca de uma polegada, dependendo do seu uso esperado e aplicação. Os painéis podem ser aplicados a uma variedade de elementos estruturais utilizados para formar paredes, tetos e outros sistemas similares usando um ou mais elementos de fixação, como parafusos, pregos e/ou adesivos.

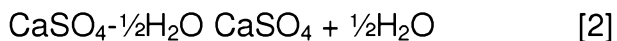
[014]Se os painéis de gesso acabado forem expostos a temperaturas relativamente elevadas, tais como as produzidas por chamas ou gases de alta temperatura, partes do núcleo do gesso podem absorver calor suficiente para causar a liberação de água de gesso hidratado cristais do núcleo. A absorção de calor e liberação de água a partir do gesso dihidrato pode ser suficiente para retardar a transmissão de calor através de ou dentro dos painéis por um período de tempo. Em certos níveis de alta temperatura, as chamas ou gases de alta temperatura também

podem causar mudanças de fase no núcleo de gesso e rearranjo da estrutura cristalina. Tais temperaturas podem ainda causar derretimento ou outros complexantes de sais e impurezas em gesso estruturas de cristal de núcleo. O calor absorvido pelo núcleo do gesso como resultado de tal alta temperatura de chamas ou de gases, além disso, pode ser suficiente para recalcar porções do núcleo, dependendo da temperatura e de fonte de calor e tempo de exposição.

[015]Mais especificamente, quando aquecido a 212°F (100°C), o núcleo de gesso sofre uma reação de decomposição em que 75% da água cristalina é expulsa como vapor conforme o gesso hemi-hidratado, por EQ. 1 abaixo:



[016]O aquecimento adicional para 250°F (120°C) expulsa o restante água cristalina conforme o hemidrato se converte e anidrato, que é sulfato de cálcio, (eq. 2):



[017]Quando o núcleo atinge 392° F (200° C), todo o gesso é convertido para a fase de anidrita. Estas temperaturas de transição são aproximadas e podem variar de acordo com impurezas ou aditivos em gesso. Os calores de desidratação exigidos para conduzir as reações [1] e [2] total de 390 Btu/lb (906 kJ/kg). Esta energia absorvida pelas reações de mudança de fase e o calor levado pelo vapor produzido agir como um dissipador de calor substancial e são responsável por grande parte a qualidade única do gesso como material de proteção de fogo. Por exemplo, requer mais sete vezes tanta energia para gesso calor de 75° F a 400°F (24 a 204°C) conforme ele faz para aquecer em um concreto de massa igual.

[018]Conforme o gesso calcina, absorvendo e dissipando a energia térmica no processo, o volume da matriz de cristal encolhe. A quantidade de encolhimento depende da composição original do gesso, que incluirá diferentes impurezas do depósito mineral do qual está minado ou aditivos de fabricação o processam.

Geralmente supõe-se que a maioria do encolhimento ocorre durante as reações de desidratação [1] e [2] como o gesso converte para anidrita.

[019]Encolhimento do núcleo do gesso influencia o desempenho dos painéis de gesso na presença de gases ou chamas de temperaturas altas. Quanto maior o encolhimento, o mais difícil será para atingir um determinado nível de desempenho de resistência ao fogo. Isto pode ser agravado ou diminuído dependendo do conjunto do edifício em si.

[020]Rachaduras de encolhimento ocorrem porque o painel de gesso é restrito de movimento no plano do painel por sua fixação no conjunto do edifício para enquadramento ou outras estruturas de apoio. Se o conjunto do edifício se afasta do fogo, o painel do lado do fogo é colocado em compressão conforme ele se deforma em uma superfície côncava. Efeitos de encolhimento são diminuídos conforme o painel é comprimido lateralmente e longitudinalmente ao longo de seu comprimento e largura. Isto ocorre com paredes de viga de madeira em que as vigas se carbonizam e enfraquecem do lado do fogo, levando-as a defletirem para longe do fogo sob a carga vertical imposta sobre a estrutura.

[021]Em contraste, se o conjunto do edifício deflete em direção ao fogo, ele forçará o painel do lado do fogo exposto a se tornar uma superfície convexa colocada em tensão. A sensibilidade à rachadura de encolhimento aumenta já que o movimento da estrutura puxa o painel. Isto ocorre com paredes leves de aço moldadas em que as vigas de metal se aquecem e expandam mais do lado do fogo, bem como com conjuntos telhado-teto e piso-teto onde cargas de gravidade fazem o conjunto defletir para baixo já que ela se enfraquece devido ao fogo abaixo. O impacto total sobre a resistência ao fogo do conjunto depende das taxas relativas de encolhimento e deflexão.

[022]Painéis de gesso podem sofrer encolhimento das dimensões do painel em uma ou mais direções, como um resultado de alguns ou todos estes efeitos de

aquecimento de alta temperatura, e tal retração pode causar falhas na integridade estrutural dos painéis. Quando os painéis estão ligados à parede, teto ou outras montagens de estrutura, o encolhimento do painel pode levar à separação dos painéis de outros painéis montados nos mesmos conjuntos e de seus suportes e, em alguns casos, causando o colapso de painéis ou dos suportes (ou ambos). Como resultado, o ar aquecido a altas temperaturas pode passar em ou através de estrutura de parede ou teto.

[023]Como explicado acima, painéis de gesso resistem aos efeitos de temperaturas relativamente elevadas por um período de tempo, que inerentemente pode atrasar a passagem de níveis de calor elevados através de ou entre os painéis e em (ou completamente) sistemas os usando. Os painéis de gesso referidos como resistente ao fogo ou "à prova de fogo" normalmente são formulados para aumentar a capacidade dos painéis de atrasar a passagem de calor, porém, parede ou teto estruturas e desempenham um papel importante em controlar a propagação de incêndios no interior de edifícios. Como resultado, autoridades de código de edifício e outras entidades públicas e privadas pertinentes normalmente definem as normas rigorosas para o desempenho de resistência dos painéis de gesso à prova de fogo.

[024]A capacidade de painéis de gesso de resistir ao fogo e ao calor extremo associado pode ser avaliada através da realização de testes adequados. Exemplos de tais testes que são rotineiramente usados na indústria da construção, aqueles publicados pelo Underwriters Laboratories ("UL"), tais como os procedimentos de teste UL U305, U419 e U423 e protocolos, bem como os procedimentos descritos na especificação E1 19 publicada pela American Society for Testing and Materials (ASTM). Tais testes podem incluir construir conjuntos de teste usando os painéis de gesso, normalmente em um aplicativo de camada única dos painéis em cada face de uma estrutura de parede formada por vigas de madeira ou de aço. Dependendo do teste, o conjunto pode ou não pode ser submetido para carregar as forças. O rosto

de um lado do conjunto é exposto ao aumento das temperaturas durante um período de tempo de acordo com uma curva de aquecimento, tais como os chamados para os procedimentos de teste UL U305, U419 e U423 e o procedimento ASTM E119.

[025]As temperaturas próximas do lado aquecido e as temperaturas na superfície do lado não aquecido do conjunto são monitoradas durante os testes para avaliar as temperaturas experimentadas pelos painéis de gesso expostos e o calor transmitido através do conjunto para os painéis não expostos. Os testes são finalizados em cima de uma ou mais falhas estruturais dos painéis e/ou quando as temperaturas no lado não exposto do conjunto excedem um limite predeterminado. Normalmente, estas temperaturas limite baseiam-se na temperatura máxima em qualquer um desses sensores e/ou na média das temperaturas detectadas por sensores na face dos painéis de gesso não expostos.

[026]Procedimentos de teste, tais como aqueles estabelecidos em UL U305, U419 e U423, e ASTM E119 destinam-se à resistência do conjunto para a transmissão de calor através do conjunto como um todo. Os testes também fornecem, em um aspecto, uma medida da resistência dos painéis de gesso utilizados na montagem para encolhimento na direção x-y (largura e comprimento) conforme o conjunto é submetido a aquecimento em alta temperatura. Tais testes também fornecem uma medida da resistência dos painéis a perdas na integridade estrutural que resultam na abertura de lacunas ou espaços entre os painéis em um conjunto de parede, com a passagem resultante das altas temperaturas em cavidades no interior do conjunto. Em outro aspecto, os testes fornecem uma medida da capacidade dos painéis de gesso para resistir à transmissão de calor através dos painéis e do conjunto. Acredita-se que tais testes refletem a capacidade do sistema especificado para fornecer aos ocupantes do edifício e sistemas de controle de incêndio/bombeiros, respectivamente, uma janela de oportunidade para escapar ou abordar as condições de incêndio.

[027]No passado, várias estratégias foram utilizadas para melhorar a resistência ao fogo de painéis de gesso à prova de fogo. Por exemplo, núcleos de painéis mais espessos, mais densos têm sido utilizados para aumentar a presença de água e de gesso nos painéis, reforçando a sua capacidade de agir como um dissipador de calor, reduzir o encolhimento do painel e aumentar a estabilidade estrutural e a força dos painéis. Alternativamente ou além do aumento da densidade dos núcleos do painel, vários ingredientes, incluindo vidro e outras fibras, foram incorporados aos núcleos de gesso para melhorar a resistência ao fogo dos painéis de gesso, aumentando a resistência à tração de núcleos dos painéis e com a distribuição de tensões de encolhimento durante por todas as matrizes do núcleo. Da mesma forma, quantidades de certas argilas, tais como aquelas de menos de cerca de um micrômetro em tamanho e sílica coloidal ou aditivos de alumina, tais como aqueles de menos de um micrômetro em tamanho, têm sido usadas no passado para fornecer maior resistência ao fogo (e resistência de encolhimento de alta temperatura) em núcleos de painel de gesso.

[028]Tem sido uma questão de fé na técnica, no entanto, que a redução do peso e/ou a densidade dos painéis de gesso, reduzindo a quantidade de gesso no núcleo, afetaria negativamente tanto a integridade estrutural dos painéis quanto sua resistência ao fogo e às condições de alta temperatura.

[029]Outra abordagem empregada no passado para melhorar a resistência ao fogo dos painéis de gesso à prova de fogo tem sido adicionar vermiculita não expandida (também referida como minério de vermiculita) e fibras de vidro ou mineral ao núcleo de painéis de gesso. Em tais abordagens, espera-se que a vermiculita se expanda sob condições aquecidas para compensar o encolhimento dos componentes do núcleo do gesso. Acreditava-se que as fibras de vidro/mineral manteriam partes de gesso seco juntas. Tal abordagem é discutida nas Patentes Nº U.S. 2.526.066 e 2.744.022. Ambas as referências, no entanto, dependem de um

núcleo de alta densidade para fornecer gesso suficiente para agir como um dissipador de calor. Divulgar a preparação de painéis de gesso de espessura de ½ polegada, com um peso de 2 a 2,3 libras por pé quadrado (2.000 a 2.300 libras por mil pés quadrados ("lb/msf") e densidades de cerca de 50 libras por pé cúbico ("pcf") ou maior. A patente '022, além disso, foi direcionada a aumentar o teor do gesso (e, portanto, densidade e peso) dos painéis divulgados na patente '066 e reduzir o teor de fibra de vidro/mineral daqueles painéis para fornecer uma capacidade ainda maior para dissipar calor do gesso. Referências tais como a patente 022 reconhecem ainda que as propriedades expansivas da vermiculita, a menos que limitadas, teriam resultado na separação (isto é, a fragmentação, descasque ou descamação) do núcleo e destruição de um conjunto de parede feito com painéis contendo vermiculita em um tempo relativamente curto, em condições de alta temperatura.

[030]Em outro exemplo, a Patente Nº U.S. 3.454.456 descreve a introdução de vermiculita não expandida ao núcleo dos painéis de gesso à prova de fogo para resistir ao encolhimento dos painéis. A patente '456 também conta com um teor e densidade relativamente altos de gesso para proporcionar uma capacidade de dissipador de calor desejada. A patente '456 divulga pesos de painel para painéis de gesso acabados de ½ polegada com um peso mínimo de aproximadamente 192 lb/msf e uma densidade de cerca de 46 pcf. Esta densidade é comparável a painéis de gesso mais grossos e muito mais pesados de 5/8 de polegada (cerca de 2175 a 2300lb/msf) atualmente disponibilizados comercialmente para aplicações à prova de fogo.

[031]A patente '456 também divulga que o uso de vermiculita em um núcleo de painel de gesso para aumentar a resistência ao fogo do painel é sujeita a limitações significativas. Por exemplo, a patente '456 (como a patente '022) observa que a expansão da vermiculita dentro do núcleo pode causar a desintegração do

núcleo devido à separação e a outros efeitos destrutivos. A patente '456 também divulga que as partículas não expandidas de vermiculita podem enfraquecer a estrutura do núcleo que o núcleo de forma que este se torna quebradiço, fraco e mole. A patente '456 propõe abordar tais limitações inerentes significativas com o uso de vermiculita em painéis de gesso, empregando uma "única" vermiculita não expandida com uma distribuição de granulometria relativamente pequena (mais de 90% das partículas não expandidas menores que um tamanho de malha nº 50 (aberturas de aproximadamente 0,117 polegadas (0,297 mm), com menos de 10% um pouco maior que o tamanho de malha nº 50). Esta abordagem supostamente inibe os efeitos adversos da expansão de vermiculita no painel, conforme explicado em Col. 2, 1. 52-72 da patente '456.

[032]Em outra abordagem, a Patente U.S. 3.616.173 é direcionada para painéis de gesso de espessura de ½ polegada, resistentes ao fogo e com um núcleo de gesso caracterizado pela patente '173 como peso leve ou menor densidade. A patente '173 distingue seus painéis de painéis de 1/2 polegada do estado da técnica pesando cerca de 2.000 lb/msf ou mais, e com densidades de núcleo superiores a cerca de 48 pcf. Assim, a patente '173 divulga painéis com densidade igual ou superior a cerca de 35 pcf, e de preferência cerca de 40 pcf a cerca de 50 pcf. A patente '173 alcança suas densidades de núcleo divulgadas pela incorporação de uma quantidade significativa de material inorgânico de partículas de baixa granulometria de argila, sílica coloidal ou alumina coloidal em seu núcleo de gesso, bem como fibras de vidro em quantidades necessárias evitam o encolhimento de seus painéis de gesso sob condições de alta temperatura.

[033]Outros esforços também foram feitos para aumentar a força e a integridade estrutural de painéis de gesso e reduzir o peso do painel por vários meios. Ver, por exemplo, as Patentes U.S. 7.731.794 e 7.736.720 e a Publicações de Pedido de Patente U.S. 2007/0048490 A1, 2008/0090068 A1 e 2010/0139528 A1.

No entanto, esses esforços não foram considerados suficientes por si só para fazer painéis de baixo peso suficientemente resistentes ao fogo e às condições de alta temperatura.

[034]Em muitas aplicações, o fornecimento de tais painéis de gesso de baixo peso com a capacidade de resistir aos efeitos de condições de calor relativamente elevado ou de fogo para atrasar a passagem de níveis calor através de tais painéis por até meia hora seria uma importante contribuição para a técnica. No entanto, geralmente acreditava-se que reduzindo sensivelmente a densidade do núcleo em painéis de gesso iria reduzir tanto as propriedades de resistência e integridade estrutural dos painéis, como também reduziria a sua capacidade de atrasar a passagem de calor através dos painéis em até meia hora. Mais particularmente, painéis com baixa resistência esperada e integridade estrutural, e conteúdo de gesso intencionalmente baixo são de especial interesse nestas aplicações, visto que se espera que eles sejam excessivamente vulneráveis às forças de encolhimento e outras tensões causadas por contato com condições de calor ou fogo relativamente altas e ineficaz na absorção e bloqueio de calor associado com tais condições.

[035]Não obstante, é sabido que reduzir o peso de um painel de gesso torna seu transporte, manuseio e instalação mais fáceis e mais econômicos. Portanto, se um painel de gesso de baixo peso e, portanto, de baixa densidade pode ser preparado para obter um bom desempenho em aplicações que requerem resistência ao fogo e calor extremo sem depender de aditivos como vermiculita, argila, sílica coloidal ou alumina coloidal, isso representaria um importante avanço na técnica de painel gesso resistente ao fogo.

[036]Finalmente, nota-se que, na ausência de aditivos resistentes à água, quando imerso em água, o gesso endurecido absorve até 50% do seu peso de água. E, quando os painéis de gesso, incluindo painéis de gesso resistentes ao fogo, absorvem água, eles incham, ficam deformados e perdem resistência, o que pode

degradar suas propriedades de resistência ao fogo. Painéis de baixos peso e densidade resistentes ao fogo têm muito mais vazios de ar e/ou água do que painéis convencionais mais pesados resistentes ao fogo. Seria de esperar que estes vazios aumentassem a taxa e a extensão de absorção de água, tornando tais painéis de baixo peso resistentes ao fogo mais absorventes de água do que painéis convencionais mais pesados resistentes ao fogo.

[037]Muitas tentativas foram feitas no passado para melhorar a resistência à água de painéis de gesso em geral. Vários hidrocarbonetos, incluindo cera, resinas e asfalto foram adicionados à pasta fluida usada para fazer os painéis para lhes conferir resistência à água aos painéis endurecidos. O uso de siloxanos para esta finalidade também é bem conhecido.

[038]Embora o uso de siloxanos em pastas fluidas de gesso seja um meio útil de transmitir resistência à água para painéis terminados através da formação de resinas de silicone in situ, não seria esperado que siloxanos protegessem suficientemente painéis de baixos peso e densidade. Assim, há uma necessidade na técnica de um método de produção de painéis de gesso de baixo peso e densidade resistentes ao fogo com resistência à água melhorada a um custo razoável, aumentando a resistência à água normalmente transmitida por siloxanos.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[039]O painel de gesso de baixo peso e baixa densidade desta invenção é uma melhoria sobre os ensinamentos do Pedido de Patente simultaneamente pendente Nº U.S. 12/795.125, que está incorporado neste documento por referência. A invenção do pedido '125 inclui uma pasta fluida para a formação de painéis de gesso de baixa densidade que podem incluir estuque, dispersante, um componente contendo fosfato e amido pré-gelatinizado. O dispersante pode estar presente em uma quantidade de cerca de 0,1% - 3,0% em peso, com base no peso do estuque seco. O amido pré-gelatinizado pode estar presente em uma quantidade de pelo menos cerca de 0,5%

em peso até cerca de 10% em peso com base no peso do estuque seco na Formulação. O componente contendo fosfato pode estar presente em uma quantidade de pelo menos cerca de 0,12% em peso, com base no peso do estuque. Outros aditivos de pasta fluida podem incluir aceleradores, ligantes, fibras de vidro ou papel e outros componentes conhecidos. A invenção também inclui painéis de gesso de baixo peso e baixa densidade feitos com tais pastas fluidas.

[040]Em alguns aspectos, a presente invenção compreende um painel de gesso de baixo peso e baixa densidade com espessura nominal de 5/8 de polegada que é que é muito mais leve e menos denso do que os painéis de gesso com espessura nominal de 5/8 de polegada normalmente usados para aplicações de construção, tendo a capacidade de atrasar a passagem de altos níveis de calor através do painel por mais de meia hora e métodos para fazer tais painéis. Em alguns aspectos, o painel da invenção (núcleo mais folhas de revestimento) tem uma densidade de cerca de 27 a cerca de 37 libras por pé cúbico ("pcf"), de preferência cerca de 29 a cerca de 34 pcf e ainda, de preferência, cerca de 30 a cerca de 32 pcf, disposta entre duas folhas de revestimento substancialmente paralelas. Em tais aspectos, o peso de um painel da invenção com espessura de cerca de 5/8 de polegadas é menos de cerca de 1900 lb/msf, de preferência menos de cerca de 1740 lb/msf e ainda, de preferência, menos de cerca de 1640 lb/msf.

[041]Em outros aspectos, a Formulação para os painéis de baixos peso e densidade da invenção e os métodos para fazê-los fornece painéis de gesso com as propriedades de resistência ao fogo acima mencionadas, uma densidade inferior a cerca de 37 pcf, de preferência inferior a cerca de 34 pcf e mais preferencialmente inferior a cerca de 32 pcf e resistência à tração do prego que satisfaçam os padrões de ASTM C 1396/C 1396/M-09. Mais particularmente, em modalidades da invenção, tais painéis têm uma modalidade de pelo menos 87 lb.

[042]Em ainda outros aspectos da invenção, é fornecida uma composição de

núcleo gesso endurecido painel resistente ao fogo com 5/8 de polegada nominais usando uma pasta fluida que contém gesso compreendendo pelo menos água, estuque e outros componentes identificados abaixo. Em tal modalidade, o núcleo de gesso endurecido tem uma densidade de cerca de 25 a cerca de 36pcf, e o núcleo é composto por estuque numa quantidade de cerca de 1040 lbs/msf a cerca de 1490 lbs/msf; amido pré-gelatinizado em cerca de 0,3% a cerca de 4% em peso do estuque; fibra mineral, de vidro ou de carbono em cerca de 0,1% a cerca de 0,3% em peso do estuque e fosfato em cerca de 0,15% a cerca de 0,5% em peso do estuque. (Salvo indicação em contrário, as percentagens do componente do núcleo do gesso são demonstradas por peso, com base no peso do estuque usado para preparar a pasta fluida do núcleo).

[043]Em outros aspectos, o núcleo de gesso do painel da invenção tem uma densidade de aproximadamente 27 a cerca de 33 libras por pé cúbico e um peso de núcleo de gesso endurecido de cerca de 1315 a cerca de 1610 libras lb/msf. Em tais aspectos, o núcleo de gesso também compreende cerca de 0,5% a cerca de 2,0% de amido pré-gelatinizado; cerca de 0,1%, a cerca de 0,3% de fibra mineral, de vidro ou de carbono; estuque e cerca de 0,01% a cerca de 0,15% de fosfato.

[044]A presente invenção também inclui a preparação e a utilização de painéis de gesso com uma espessura nominal de 3/4 de polegada. Tais painéis terão níveis de constituintes do painel em cerca de 120% dos valores estabelecidos acima. Além disso, sua capacidade de resistir ao fogo e a condições de alta temperatura será em um nível de pelo menos cerca de 120% do que o dos os painéis de espessura nominal de 5/8 de polegada. Outros aspectos e variações dos painéis da invenção e das formulações de núcleo são discutidos neste documento abaixo.

[045]Outros aditivos convencionais também podem ser empregados em cada um dos aspectos das pastas fluidas de núcleo e composições de núcleo de gesso divulgadas neste documento, em quantidades habituais, para conferir

propriedades desejáveis ao núcleo e para facilitar o seu fabrico. Exemplos de tais aditivos são aceleradores de pega, retardadores de pega, inibidores de desidratação, ligantes, adesivos, auxiliares de dispersão, agentes de nivelamento ou não nivelamento, espessantes, bactericidas, fungicidas, ajustadores de pH, corantes, impermeáveis à água, preenchimentos e misturas destes.

[046]Nos aspectos acima mencionados e em outros aspectos dos painéis da invenção divulgados neste documento e os métodos de produzi-los, espuma aquosa é adicionada à pasta fluida de núcleo em uma quantidade eficaz para fornecer as densidades do núcleo de gesso desejadas, usando métodos discutidos mais detalhadamente abaixo. A adição do componente de espuma à de pasta fluida de núcleo resulta em uma distribuição de vazios e tamanhos de vazios que contribuem para uma ou mais propriedades de resistência do painel e/ou núcleo. Da mesma forma, camadas adicionais de pasta fluida, tiras ou fitas compreendendo gesso e outros aditivos (o que pode aumentar a densidade em relação a outras partes do núcleo) podem ser aplicadas à primeira ou segunda folha de revestimento para fornecer propriedades específicas ao painel acabado, como bordas endurecidas ou uma face endurecida do painel.

[047]Outro aspecto da invenção compreende um método de fazer painéis de gesso que são capazes de retardar a passagem de níveis de calor através dos painéis por cerca de meia hora ou mais onde o componente do núcleo de gesso endurecido é formado a partir de uma pasta fluida aquosa contendo gesso calcinado. Neste aspecto, a pasta fluida é composta por amido pré-gelatinizado, dispersantes, fosfatos, fibras de vidro/mineral/carbono, espuma e outros aditivos, estuque e água a uma relação de peso de água/estuque de cerca de 0,6 a cerca de 1,2, de preferência cerca 0,8 a cerca de 1,0 e mais preferencialmente cerca de 0,9. A pasta fluida do núcleo é então depositada como uma fita contínua sobre e distribuída por uma rede contínua de uma primeira folha de revestimento. Uma rede

contínua de uma segunda folha de revestimento é então colocada sobre a pasta fluida depositada para formar um painel de gesso geralmente contínuo de uma espessura aproximada desejada de 5/8 de polegada (ou 3/4 de polegada). O painel de gesso contínuo geralmente é cortado em painéis individuais de um comprimento desejado após a pasta fluida contendo gesso calcinado ter endurecido (por hidratação do gesso calcinado para formar uma matriz contínua de gesso endurecido) suficientemente para o corte e os painéis de gesso resultante serem secos.

[048]A necessidade de um catalisador e um método de produção de painéis de gesso resistentes ao fogo com maior resistência à água a custo razoável é conhecida ou excedida por modalidades da presente invenção em que a polimerização de siloxano é acelerada e, em alguns casos, a quantidade de siloxano necessária para atender as especificações da ASTM 1398 pode ser reduzida.

[049]Mais especificamente, polimerização de siloxano é melhorada usando uma pasta fluida que inclui estuque, cinza volante de Classe C, óxido de magnésio, uma emulsão de água e siloxano e mais do que 2,0% em peso de amido pré-gelatinizado com base no peso do estuque. Esta pasta fluida é usada em um método de fazer painéis de gesso resistentes à água/ao fogo que inclui fazer uma pasta fluida de uma emulsão de siloxano, amido pré-gelatinizado e água, em seguida, combinando a pasta fluida com uma mistura seca de estuque, óxido de magnésio e cinza volante de Classe C. A pasta fluida é então usada para fabricar os painéis de gesso, conforme descrito anteriormente. O produto resultante é útil para fazer um painel de gesso resistente à água e ao fogo, tendo um núcleo que inclui matrizes entrelaçadas de cristais dihidratados de sulfato de cálcio e uma resina de silicone, onde as matrizes entrelaçadas têm dispersado por elas um catalisador composto por componentes de uma cinza volante de Classe C e óxido de magnésio.

[050]A mistura de óxido de magnésio e a cinza volante de Classe C catalisa

a polimerização de siloxano para acelerar o desenvolvimento de resistência à água em produto feito a partir da pasta fluida. Painéis de gesso resistentes ao fogo e à água feitos desta forma não precisam ser armazenados por longos períodos de tempo aguardando conclusão das reações de polimerização de siloxano.

[051]O uso de catalisador aumenta também a extensão da reação, levando a melhor resistência à água. A absorção de água de menos de 5% em peso é atingível usando a combinação de cinza volante e magnésia. Assim, além de causar a reação de polimerização para acelerar, este catalisador também permite que o siloxano se polimerize mais completamente permitindo que a quantidade de siloxano seja reduzida em alguns casos. Já que o siloxano é um dos aditivos do painel mais caros, redução do nível de uso leva a uma economia no custo de matérias-primas.

[052]Outra vantagem da presente invenção é a estabilidade dimensional dos painéis. Alguns compostos utilizados para catalisar esta reação resultam na expansão significativa conforme os painéis secam. Conforme o interior dos painéis se expande, são provocadas rachaduras na superfície exterior, danificando-o. o uso de cinza volante e óxido de magnésio resulta em expansão muito limitada e poucas rachaduras nos painéis acabados. Também foi inesperadamente verificado que a resina de silicone polimerizado diminui o encolhimento do painel sob condições de aquecimento elevado.

[053]Este catalisador combinado de cinza volante e de magnésia também permite a polimerização satisfatória, utilizando uma vasta gama de graus de óxido de magnésio. Enquanto a técnica prévia revela apenas que a magnésia calcinada a fundo é adequada para atuar como um catalisador para polimerização de siloxano, quando combinada com cinza volante, até óxido de magnésio fortemente calcinado ou levemente calcinado pode ser utilizado. Este recurso proporciona aos fabricantes de painéis de gesso mais liberdade para selecionar fontes de óxido de magnésio para ser usado na pasta fluida.

[054]Finalmente, o amido pré-gelatinizado de mais de 2,0% em peso funciona em conjunto com o siloxano para alcançar boa resistência à água. Embora se acredite que a combinação de siloxano/amido pré-gelatinizado retarda a entrada de água através de microporos nas bordas do painel primeiro bloqueando a entrada de água e, em seguida, após absorção de água pelo amido, formando uma combinação de amido/água altamente viscosa, não pretendemos ser limitados por esta teoria.

[055]O resumo acima da invenção não pretende limitar o escopo da invenção, como entendido por um indivíduo versado na técnica. Outros aspectos e modalidades da invenção são divulgados abaixo e nas figuras anexadas.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[056]As figuras listadas e discutidas abaixo, a menos que expressamente indicado, são exemplos da, e não limitações à invenção divulgada neste documento.

[057]A Figura 1 é um gráfico das temperaturas máximas do sensor único e um gráfico da média das temperaturas do sensor na superfície não exposta e não aquecida de uma montagem de teste utilizando painéis da invenção submetidos a testes de fogo nas condições de U419, conforme relatado no Exemplo 8 neste documento, bem como um gráfico da curva de temperatura ASTM 119 usada para as temperaturas de alto-forno no lado exposto aquecido da montagem de teste.

[058]A Figura 2 é um gráfico expandido dos dados para as temperaturas máximas do sensor único e médias do sensor mostradas na Figura 1.

[059]A Figura 3 é um gráfico das temperaturas máximas do sensor único e um gráfico das temperaturas médias do sensor na superfície não exposta e não aquecido de uma montagem de teste utilizando painéis da invenção submetidos aos testes de fogo nas condições de U305, conforme relatado no Exemplo 9 deste documento, bem como um gráfico da curva de temperatura ASTM 119 usada para as temperaturas de alto-forno no lado exposto aquecido da montagem de teste.

[060]A Figura 4 é um gráfico expandido dos dados para as temperaturas máximas do sensor único e médias do sensor mostradas na Figura 3.

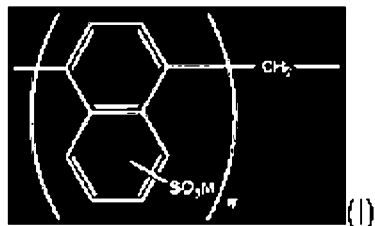
DESCRIÇÃO DETALHADA

[061]Algumas modalidades da invenção dos pedidos simultaneamente pendentes fornecem produtos acabados que contenham gesso feitos pastas fluidas contendo gesso que contêm um dispersante de naftalenossulfonato, amido pré-gelatinizado e estuque. O dispersante de naftalenossulfonato está presente em uma quantidade de cerca de 0,1% - 3,0% em peso, com base no peso do estuque seco. O amido pré-gelatinizado está presente em uma quantidade de pelo menos cerca de 0,5% em peso, até cerca de 10% em peso com base no peso do estuque seco na Formulação. Outros ingredientes que podem ser usados na pasta fluida incluem aceleradores, fibra de vidro, fibra de papel e ligantes. Uma espuma de sabão é normalmente adicionada às pastas fluidas contendo gesso recentemente formuladas para reduzir a densidade do produto final contendo gesso, por exemplo, painéis de gesso.

[062]Uma combinação de cerca de 0,5% em peso até cerca de 10% em peso de amido pré-gelatinizado, de cerca de 0,1% em peso até cerca de 3,0% em peso de dispersante de naftalenossulfonato e um mínimo de, pelo menos, cerca de 0,12% em peso até cerca de 0,4% em peso do componente contendo fosfato (todos com base no peso do estuque seco usado na pasta fluida de gesso) inesperadamente e significativamente aumenta a fluidez da pasta fluida do gesso. Isso reduz substancialmente a quantidade de água necessária para produzir uma pasta fluida de gesso com fluidez suficiente para ser usada na fabricação de produtos contendo gesso tais como painéis de gesso. Acredita-se que o nível de sal trimetafosfato, que é pelo menos duas vezes o de formulações padrão (como trimetafosfato de sódio) impulsiona a atividade dispersante do dispersante de naftalenossulfonato.

[063]Os dispersantes naftalenossulfonato utilizados nos pedidos simultaneamente pendentes incluem o ácido polinaftalenossulfônico e seus sais (polinaftalenosulfonatos) e derivados, que são produtos de condensação dos ácidos naftalenossulfônicos e formaldeído. Tais polinaftalenossulfonatos desejáveis incluem o naftalenossulfonato de sódio e de cálcio. O peso molecular médio dos naftalenossulfonatos pode variar de cerca de 3.000 a 27.000, embora seja preferível que o peso molecular seja de cerca de 8.000 a 10.000. Em uma solução aquosa com percentual de sólidos determinado, um dispersante de peso molecular mais alto tem maior viscosidade e gera uma maior demanda de água na Formulação, do que um dispersante de peso molecular mais baixo. Naftalenossulfonatos úteis incluem DILOFLO, disponível a partir do GEO Specialty Chemicals, Cleveland, Ohio; DAXAD, disponível a partir do Hampshire Chemical Corp., Lexington, Massachusetts; e D LOMAR, disponível a partir do GEO Specialty Chemicals, Lafayette, Indiana. Os naftalenossulfonatos úteis incluem DILOFLO, disponível por GEO Specialty Chemicals, Cleveland, Ohio; DAXAD, disponível por Hampshire Chemical Corp., Lexington, Massachusetts; e LOMAR D, disponível por GEO Specialty Chemicals, Lafayette, Indiana. Os naftalenossulfonatos são usados preferencialmente como soluções aquosas na faixa de 35-55% por peso do conteúdo de sólidos, por exemplo. É preferido usar os naftalenossulfonatos sob a forma de uma solução aquosa, por exemplo, na faixa de cerca de 40-45% por peso do conteúdo de sólidos. Alternativamente, onde for apropriado, os naftalenossulfonatos podem ser usados nas formas de sólido seco ou de pó, como LOMAR D, por exemplo

[064]Os polinaftalenosulfonatos úteis para a presente invenção têm a estrutura geral (I):



em que n é > 2 , e em que M é sódio, potássio, cálcio e afins.

[065]O dispersante de naftalenossulfonato, de preferência como uma solução em água de cerca de 45% em peso, pode ser utilizado em uma faixa de cerca de 0,5% a cerca de 3,0% em peso com base no peso do estuque seco usado na Formulação de compostos de gesso. Uma faixa mais preferencial de dispersante de naftalenossulfonato é de cerca de 0,5% a cerca de 2,0% em peso, com base no peso do estuque seco, e a faixa preferida é de cerca de 0,7% a cerca de 2,0% em peso com base no peso do estuque seco. Em contraste, painéis de gesso conhecidos contêm este dispersante em níveis de cerca de 0,4% em peso, ou menos, com base no peso do estuque seco.

[066]Declarado de outro modo, o dispersante de naftalenossulfonato, em uma base de peso seco, pode ser utilizado em uma faixa de cerca de 0,1% a cerca de 1,5%, em peso, com base no do peso do estuque seco usado na Formulação de compostos de gesso. Uma faixa mais preferencial de dispersante de naftalenossulfonato, numa base de sólidos secos, é de cerca de 0,25% a cerca de 0,7% em peso, com base no peso do estuque seco, e a faixa preferida (em uma base de sólidos secos) é de cerca de 0,3% a cerca de 0,7% em peso, com base no peso do estuque seco.

[067]A pasta fluida contendo gesso dos pedidos simultaneamente pendentes pode conter um componente contendo fosfato, como sal de trimetafosfato, por exemplo, trimetafosfato de sódio. Qualquer metafosfato ou polifosfato solúvel em água apropriado pode ser usado como o componente contendo fosfato em conformidade com a presente invenção. É preferível que um sal de trimetafosfato

seja usado, incluindo sais duplos, que são sais de trimetafosfato com dois cátions. Sais de trimetafosfato particularmente úteis incluem trimetafosfato de sódio, trimetafosfato de potássio, trimetafosfato de lítio, trimetafosfato de amônio e similares, ou combinações destes. Um sal de trimetafosfato preferencial é o trimetafosfato de sódio. É preferível usar o sal de trimetafosfato como solução aquosa, por exemplo, na faixa de cerca de 10-15% em peso de teor de sólidos. Outros polifosfatos cíclicos ou acíclicos também podem ser usados, conforme descrito na Patente nº U.S. 6.409.825 de Yu et al., incorporada neste documento por referência.

[068]O trimetafosfato de sódio é um aditivo conhecido em composições contendo gesso, embora seja geralmente usado numa faixa de cerca de 0,05% a cerca de 0,08% por peso, com base no peso do estuque seco usado na pasta fluida de gesso. Nas modalidades da presente invenção, o trimetafosfato de sódio (ou outro metafosfato ou polifosfato solúvel em água) pode estar presente na faixa de cerca de 0,12% a cerca de 0,4% por peso, com base no peso do estuque seco usado na Formulação do composto de gesso. Uma faixa preferencial de trimetafosfato de sódio (ou outro metafosfato ou polifosfato solúvel em água) é de cerca de 0,12% a 0,3% por peso, com base no peso do estuque seco usado na formulação do composto de gesso.

[069]Existem duas formas de estuque, alfa e beta. Estes dois tipos de estuque são produzidos por diferentes meios de calcinação. Nas presentes invenções tanto a forma beta quanto a alfa do estuque podem ser utilizadas.

[070]Os amidos, incluindo o amido pré-gelatinizado em particular, devem ser usados em pastas fluidas contendo gesso preparadas de acordo com os pedidos simultaneamente pendentes. Um amido pré-gelatinizado preferencial é o amido de milho pré-gelatinizado, por exemplo, farinha de milho pré-gelatinizada disponível por Bunge Milling, St. Louis, Missouri, tendo a seguinte análise típica: umidade 7,5%,

proteína 8,0%, óleo 0,5%, fibra bruta 0,5%, cinzas 0,3%; tendo uma resistência natural de 0,48 psi; e, tendo uma densidade aparente solta de 35,0 lb/pé³. O amido de milho pré-gelatinizado deve ser usado em uma quantidade de pelo menos cerca de 0,5% por peso até cerca de 10% por peso, com base no peso do estuque seco usado na pasta fluida contendo gesso.

[071]Os presentes inventores descobriram ainda que um aumento inesperado na resistência a seco (especificamente em painéis de gesso) pode ser obtido, usando pelo menos cerca de 0,5% por peso até cerca de 10% por peso de amido pré-gelatinizado (preferencialmente amido de milho pré-gelatinizado) na presença de cerca de 0,1% por peso a 3,0% por peso de dispersante de naftalenossulfonato (níveis de amido e de naftalenossulfonato com base no peso do estuque seco presente na Formulação). Este resultado inesperado pode ser obtido se o metafosfato ou polifosfato solúvel em água estiver presente ou não.

[072]Além disso, o amido pré-gelatinizado pode ser usado em níveis de pelo menos cerca de 10 lb/MSF, ou mais, nos painéis de gesso seco feitos em conformidade com a presente invenção, uma alta resistência e um baixo peso ainda podem ser alcançados. Níveis tão elevados quanto 35-45 lb/MSF de amido pré-gelatinizado nos painéis de gesso foram mostraram-se eficazes.

[073]Outros amidos úteis incluem amidos modificados por ácido, como farinha de milho modificada por ácido, disponível como HI-BOND da Bunge Milling, St. Louis, Missouri. Este amido tem a seguinte análise típica: umidade 10,0%, óleo 1,4%, solúveis 17,0%, fluidez alcalina 98,0%, densidade aparente solta 30 lb/pé³, e uma produção de pasta fluida 20% com um pH de 4,3. Outro amido útil é o amido de trigo não pré-gelatinizado, como ECOSOL-45, disponível por ADM/Ogilvie, Montreal, Quebec, Canadá.

[074]Um resultado ainda mais inesperado pode ser atingido com a presente invenção, quando a combinação de sal de trimetafosfato de dispersante de

naftalenossulfonato é misturada com o amido de milho pré-gelatinizado e, opcionalmente, com fibra de papel ou fibra de vidro. Os painéis de gesso feitos a partir de formulações contendo estes três ingredientes resistência aumentada e peso reduzido e são mais economicamente desejáveis devido às exigências de redução de água em sua fabricação.

[075]Aceleradores podem ser usados nas composições contendo gesso da presente invenção, conforme descrito na Patente Nº U.S. 6.409.825 para Yu et al., incorporada neste documento para referência. Um acelerador resistente ao calor desejável (HRA) pode ser feito a partir de trituração seca de gesso fino (sulfato de cálcio dihidratado). Pequenas quantidades de aditivos (normalmente cerca de 5% por peso), tais como açúcar, dextrose, ácido bórico e amido podem ser usados para fazer este HRA. O açúcar, ou dextrose, é atualmente preferido. Outro acelerador útil é "acelerador de clima estabilizado" ou "acelerador de clima estável" (CSA), conforme descrito na Patente Nº. U.S. 3.573.947, incorporada neste documento para referência.

[076]Os aspectos da invenção descritos abaixo não se destinam a ser completos ou limitarem a invenção às composições específicas, conjuntos, métodos e operações divulgadas neste documento. Em vez disso, os aspectos e modalidades descritas da invenção foram escolhidas para explicar os princípios da invenção e sua aplicação, operação e uso a fim de melhor capacitar aqueles versados na técnica a seguir seus ensinamentos.

[077]A presente invenção fornece combinações de estuque e outros ingredientes mencionados, exemplos das quais são apresentadas na Tabela I abaixo. Estas formulações fornecem painéis de gesso resistentes ao fogo, peso e densidade baixos com propriedades de resistência de fogo desejadas não anteriormente acreditadas de serem obtíveis por painéis de gesso de pesos e densidades tão baixos. Os painéis da invenção também proporcionam resistência à

tração do prego adequada para uma variedade de fins de construção, e, em alguns aspectos, tais propriedades são comparáveis aos painéis comerciais à prova de fogo mais pesados, mais densos. Ainda em outros aspectos, quando usado em parede ou em outros conjuntos, tais conjuntos têm um desempenho de teste de fogo comparável aos conjuntos feitos com painéis comerciais à prova de fogo mais pesados, mais densos.

[078]Em um aspecto preferido, a Formulação e o método da presente invenção fornecem painéis de gesso com 5/8 de polegada de espessura com uma densidade de painel (núcleo mais folhas de revestimento) de cerca de 27 a cerca de 37 pcf. Em outros aspectos preferidos, as densidades do painel são de cerca de 29 pcf a cerca de 34 pcf ou de cerca de 30 a cerca de 32 pcf. Tais painéis da invenção fornecem propriedades de resistência de fogo comparáveis a painéis de gesso muito mais pesados e mais densos.

[079]Em outro aspecto da presente invenção, um método é fornecido para fabricar painéis de gesso resistentes ao fogo, preparando um gesso calcinado contendo uma pasta fluida aquosa com os componentes discutidos neste documento, onde o gesso calcinado (também conhecido como estuque) e a água são usados para criar uma pasta fluida aquosa em uma razão de peso de água/estuque preferencial de cerca de 0,6 a cerca de 1,2 em um aspecto, de cerca de 0,8 a cerca de 1,0 em outro aspecto e de cerca de 0,9 ainda em outro aspecto. A pasta fluida é depositada como uma fita contínua em uma rede de folha de revestimento contínua de papel, fibra de vidro não tecida, ou outros materiais fibrosos ou combinação de materiais fibrosos. Uma segunda folha de revestimento contínua é, então, colocada sobre a fita de pasta fluida depositada para formar um painel de gesso contínuo de espessura e largura desejadas. O painel de gesso contínuo é cortado em um comprimento desejado após a pasta fluida contendo gesso calcinado ter endurecido (através de hidratação do gesso calcinado para

formar uma matriz contínua do gesso definido) suficientemente para cortar, e os painéis de gesso resultantes são secos. Os painéis secos, além disso, podem ser submetidos às etapas de corte, modelamento e acabamento posteriores.

[080]Em outros aspectos da presente invenção, uma camada de gesso de densidade mais alta pode ser formada em ou sobre a primeira folha de revestimento e/ou ao longo das bordas periféricas da folha de revestimento. A camada de densidade mais alta normalmente fornece propriedades benéficas às superfícies do painel, tais como dureza aumentada, resistência à tração do prego etc. A densidade mais alta ao longo das bordas periféricas da folha de revestimento normalmente fornece uma dureza de borda melhorada e outras propriedades benéficas. Em outros aspectos, uma camada de densidade mais alta é aplicada às folhas de revestimento ou às porções equivalentes da construção núcleo/folha de revestimento.

[081]Normalmente, as camadas de densidade mais altas são aplicadas, usando técnicas convencionais, tais como a aplicação de coberturas a uma ou ambas as camadas de revestimento antes ou bem perto da deposição da camada do núcleo na primeira folha de revestimento ou da aplicação da segunda folha de revestimento sobre a camada de pasta fluida do núcleo. De forma semelhante, a camada periférica de densidade mais alta pode ser aplicada como uma tira ou fita estreita da pasta fluida de gesso (com uma densidade diferindo daquela da pasta fluida do núcleo) às bordas periféricas da primeira folha de revestimento antes ou bem perto da deposição da pasta fluida do núcleo na primeira folha. Em alguns aspectos, as camadas de densidade mais altas compreendem cerca de 3% a cerca de 4% do peso da placa.

[082]Em um aspecto, a presente invenção fornece um painel de gesso resistente ao fogo de peso e densidade baixos com 5/8 de polegada de espessura adequado para uso como painel de parede, painel de teto ou em outras aplicações

de construção (como uma proteção externa, material de telhado, etc.). As folhas de revestimento também podem ser cobertas com água ou coberturas resistentes ao mau uso ou, em algumas aplicações, gesso, materiais de cimentação, materiais acrílicos ou outras coberturas adequadas para as necessidades de construção específicas. Os painéis também podem ser formados em uma variedade de dimensões adequadas para aplicações padrões, não padrões ou personalizadas. Os exemplos de tais painéis são painéis nominais de quatro pés de largura tendo um comprimento nominal de oito pés, dez e doze pés típicos daqueles usados para fins de construção de edifícios.

[083]A densidade do núcleo e a densidade global dos painéis resistentes ao fogo de baixo peso é um colaborador significativo para o peso total dos painéis em relação aos painéis convencionais com dimensões semelhantes. Assim, para painéis com 5/8 de polegada de espessura, os pesos do painel seriam cerca de 1380 lb/msf a cerca de 1900 lb/msf, preferencialmente de cerca de 1490 lb/msf a cerca de 1740 lb/msf, e mais preferencialmente de cerca de 1540 lb/msf a cerca de 1640 lb/msf. Para espessuras de painel de 3/4 polegadas, o peso dos painéis será cerca de 120% dos pesos dos painéis de 5/8 de polegada.

[084]A Tabela a seguir apresenta as formulações exemplares para os painéis de gesso nominais resistentes ao fogo de peso e densidade baixos com 5/8 de polegada da presente invenção.

Tabela I: Formulações Exemplares para os Painéis de Gesso Nominais Resistentes ao Fogo de Peso e Densidade Baixos com 5/8 de polegada da Invenção			
Componente	Densidade do Núcleo de cerca de 25 a cerca de 36 pcf	Densidade do Núcleo de Cerca de 27 a cerca de 33 pcf	Densidade do Núcleo de cerca de 28 a cerca de 30 pcf
Estuque (lb/msf) (pelo menos 95% de gesso)	cerca de 1040 a cerca de 1490	cerca de 1120 a cerca de 1370	cerca de 1160 a cerca de 1245
Gesso de pega (lb/msf)	cerca de 1220 a cerca de 1750	cerca de 1315 a cerca de 1610	cerca de 1360 a cerca de 1460
Amido pré- gelatinizado (% por peso de estuque)	cerca de 0,3 a cerca de 4,0	cerca de 0,5 a cerca de 2,0	cerca de 1,5 a cerca de 1,8
Fosfato (% por peso de estuque)	cerca de 0,15 a cerca de 0,5	cerca de 0,10 a cerca de 0,15	cerca de 0,10 a cerca de 0,15
Dispersante (% por peso de estuque)	cerca de 1,5 a cerca de 0,3	cerca de 1,2 a cerca de 0,5	cerca de 1,0 a cerca de 0,75
Fibra mineral, de vidro ou de carbono (% por peso de estuque)	cerca de 0,1 a cerca de 0,3	cerca de 0,1 a cerca de 0,3	cerca de 0,1 a cerca de 0,3
Primeiras folhas de revestimento de papel manilha (lb/msf)	cerca de 40 a cerca de 60	cerca de 45 a cerca de 55	cerca de 48 a cerca de 53
Densidade da placa (pcf) (núcleo e folhas de revestimento)	cerca de 27 a cerca de 37	cerca de 29 a cerca de 34	cerca de 30 a cerca de 32
Peso da placa (lb/msf)	cerca de 1380 a cerca de 1900	cerca de 1490 a cerca de 1740	cerca de 1540 a cerca de 1640

[085]Outros aditivos convencionais podem ser empregados na prática da presente invenção em quantidades habituais para conferir as propriedades desejáveis e para facilitar a fabricação. Exemplo de tais aditivos são espumas aquosas, aceleradores de pega, retardadores de pega, inibidores de desidratação, ligantes, adesivos, auxiliadores de dispersão, agentes de nivelamento ou não nivelamento, espessantes, bactericidas, fungicidas, ajustadores de pH, corantes, impermeáveis à água, preenchimentos e misturas destes.

[086]Em um aspecto, utilizando uma ou mais formulações dentro daquelas divulgadas na Tabela I, a presente invenção fornece painéis, e métodos para a fabricação dos mesmos, configurados como painéis de gesso de peso e densidade baixos, nominalmente com 5/8 de polegada de espessura que irão atender ou

exceder uma prova de fogo de 30 minutos, de acordo com as exigências de contenção do fogo e de integridade estrutural dos protocolos de testes apropriados. Resultados semelhantes podem ser obtidos, utilizando outras formulações consistentes com a abordagem descrita neste documento.

[087]A combinação de baixo peso, resistência ao fogo e as características estruturais e de resistência é devida, acredita-se, aos resultados inesperados da combinação dos componentes acima, cada um dos quais é discutido em maior detalhe abaixo.

[088]Estuque. Em cada aspecto da invenção, o componente estuque (ou gesso calcinado) usado para formar a matriz cristalina do núcleo do painel de gesso normalmente compreende um sulfato de cálcio hemidratado beta, anidrita de sulfato de cálcio solúvel em água, sulfato de cálcio hemidratado alfa ou misturas de quaisquer ou todos esses, de fontes naturais ou sintéticas. Em alguns aspectos, o estuque pode incluir minerais de não-gesso, tais como pequenas quantidades de argilas ou outros componentes que são associados à fonte de gesso ou são adicionados durante a calcinação, processamento e/ou distribuição do estuque ao misturador.

[089]A título de exemplo, as quantidades de estuque referidas na Tabela I assume que a fonte de gesso tem, pelo menos, uma pureza de 95%. Nesse sentido, os componentes e suas quantidades relativas, tais como aquelas mencionadas na Tabela I acima, usadas para formar a pasta fluida do núcleo podem ser variadas ou modificadas, dependendo da fonte, pureza e teor do estuque. Por exemplo, a composição da pasta fluida do núcleo do gesso pode ser modificada para diferentes composições de estuque, dependendo da pureza do gesso, da fonte natural ou sintética do gesso, do conteúdo de água do estuque, do conteúdo de argila do estuque, etc.

[090]Amido. Em um aspecto importante dos painéis da invenção, e dos

métodos para a preparação de tais painéis, a Formulação da pasta fluida do núcleo, como mencionada na Tabela I acima, inclui um amido pré-gelatinizado. O amido bruto é pré-gelatinizado, cozinhando o amido na água em temperaturas de pelo menos 185°F ou por outros métodos conhecidos para provocar a formação de gel no amido utilizado no núcleo do painel. O amido pode ser incorporado na pasta fluida do núcleo sob uma forma seca, uma forma pré-dispersa em líquido ou em combinações de ambas. Em uma forma seca, este pode ser adicionado ao misturador da pasta fluida do núcleo com outros ingredientes secos ou em um procedimento, etapa ou estágio de adição separado. Na forma pré-dispersa, ele pode ser adicionado com outros ingredientes líquidos, como água de aferição, ou em um procedimento, etapa ou estágio de adição separado.

[091]Alguns exemplos de amidos pré-gelatinizados prontamente disponíveis que podem ser usados na prática da presente invenção são (conforme identificados por seus nomes comerciais): amido PCF1000, disponível por Lauhoff Grain Co.; e amidos AMERIKOR 818 e HQM PREGEL, ambos disponíveis por Archer Daniels Midland Co. Em um aspecto importante, o componente de amido inclui, pelo menos, o amido de milho pré-gelatinizado, como farinha de milho pré-gelatinizada disponível por Bunge Milling, St. Louis, Missouri. Tais amidos pré-gelatinizados têm as seguintes características típicas: umidade 7,5%, proteína 8,0%, óleo 0,5%, fibra bruta 0,5%, cinza 0,3%; tendo uma resistência natural de 0,48 psi; e tendo uma densidade aparente solta de 35,0 lb/pé³.

[092]Fibras. Nos aspectos da invenção incorporando as fibras, tais como mencionado na Tabela I acima, e os métodos para a preparação de tais painéis, as fibras podem incluir fibras minerais, fibras de vidro e/ou de carbono e misturas de tais fibras, bem como outras fibras comparáveis, fornecendo benefícios comparáveis ao painel. Em um aspecto importante, as fibras de vidro são incorporadas na pasta fluida do núcleo do gesso e na estrutura do núcleo cristalino resultante. As fibras de

vidro, em tais aspectos, podem ter um comprimento médio de cerca de 0,5 a cerca de 0,75 polegada e um diâmetro de cerca de 11 a cerca de 17 microns. Em outros aspectos, tais fibras de vidro podem ter um comprimento médio de cerca de 0,5 a cerca de 0,675 polegada e um diâmetro de cerca de 13 a cerca de 16 microns. Ainda em outros aspectos, as fibras de vidro E são utilizadas com um ponto de amolecimento superior a cerca de 800°C e tal tipo de fibra são as fibras de vidro Advantex® (disponíveis por Owens Corning) com um ponto de amolecimento superior a pelo menos cerca de 900°C. Fibras de lã mineral ou de carbono, tais como aquelas conhecidas por aqueles versados na técnica, podem ser usadas no lugar de ou em combinação com as fibras de vidro, tais como aquelas mencionadas acima.

[093]Fosfato. Em um aspecto importante dos painéis da invenção e os métodos para a preparação de tais painéis, um componente contendo fosfato, compreendendo um sal de fosfato ou outra fonte de íons fosfato é adicionado à pasta fluida de gesso usada para produzir o núcleo de gesso do painel. O uso de tais fosfatos contribui para fornecer um núcleo de gesso com resistência aumentada, resistência à deformação permanente (por exemplo, resistência ao arqueamento), estabilidade dimensional e resistência aumentada dos painéis quando em um estado úmido, em comparação com o gesso de pega formado a partir de uma mistura não contendo fosfato. Em muitos aspectos, a fonte de fosfato é adicionada em quantidades para fornecer estabilidade dimensional ao painel e ao núcleo do painel, enquanto o hemidrato de gesso no núcleo hidrata e forma a estrutura do núcleo cristalino do dihidreto de gesso (por exemplo, durante o tempo entre a placa formadora e a seção da estufa do processo de formação). Adicionalmente, nota-se que, na medida em que o fosfato adicionado atua como um retardador, um acelerador apropriado pode ser adicionado no nível necessário para superar quaisquer efeitos adversos retardantes do fosfato.

[094] Os componentes contendo fosfato úteis na presente invenção são solúveis em água e estão sob a forma de um íon, um sal, ou um ácido, ou seja, ácidos fosfóricos condensados, cada um dos quais compreende 2 ou mais unidades de ácido fosfórico; sais ou íons de fosfatos condensados, cada um dos quais compreende 2 ou mais unidades de fosfato; e sais monobásicos ou íons monovalentes de ortofosfatos, tais como descritos, por exemplo, nas Patentes US 6,342,284; 6,632,550; e 6,815,049, as divulgações de todas as quais estão incorporadas neste documento para referência. Exemplos adequados de tais classes de fosfatos estarão evidentes para aqueles versados na técnica. Por exemplo, qualquer composto contendo ortofosfato monobásico adequado pode ser utilizado na prática da invenção, incluindo, mas não se limitando a, fosfato monoamônico, fosfato monossódico, fosfato monopotássico e suas combinações. Um sal de fosfato monobásico preferencial é o fosfato monopotássico.

[095] Similarmente, qualquer sal de polifosfato solúvel em água adequado pode ser usado, em conformidade com a presente invenção. O polifosfato pode ser cíclico ou acíclico. Polifosfatos cíclicos exemplares incluem, por exemplo, sais de trimetafosfato e sais de tetrametafosfato. O sal de trimetafosfato pode ser selecionado, por exemplo, a partir do trimetafosfato de sódio (também referido neste documento como STMP), trimetafosfato de potássio, trimetafosfato de lítio, trimetafosfato de amônio e similares, ou combinações destes.

[096] Também, qualquer sal de polifosfato acíclico solúvel em água adequado pode ser utilizado, em conformidade com a presente invenção. O sal de polifosfato acíclico tem, pelo menos, duas unidades de fosfato. A título de exemplo, os sais de polifosfato acíclicos adequados, em conformidade com a presente invenção, incluem, mas não se limitam a, pirofosfatos, tripolifosfatos, hexametafosfato de sódio tendo de cerca de 6 a cerca de 27 unidades de fosfato repetidas, hexametafosfato de potássio tendo de cerca de 6 a cerca de 27 unidades

de fosfato repetidas, hexametafosfato de amônio tendo de cerca de 6 a cerca de 27 unidades de fosfato repetidas e suas combinações. Um sal de polifosfato acíclico preferencial, conforme a presente invenção, está comercialmente disponível como CALGON.RTM. dos Produtos LP de desempenho ICL, St. Louis, Missouri, que é um hexametafosfato de sódio tendo de cerca de 6 a cerca de 27 unidades de fosfato repetidas.

[097] Preferencialmente, o composto contendo fosfato é selecionado do grupo consistindo em trimetafosfato de sódio tendo a fórmula molecular $(\text{NaPO}_3)_3$, hexametafosfato de sódio tendo de 6-27 unidades de fosfato repetidas e tendo a fórmula molecular $\text{Na}_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$ em que $n=6-27$, pirofosfato de tetrapotássio tendo a fórmula molecular $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$, tripolifosfato dipotássio de trissódio tendo a fórmula molecular $\text{Na}_3\text{K}_2\text{P}_3\text{O}_{10}$, tripolifosfato de sódio tendo a fórmula molecular $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, pirofosfato de tetrassódio tendo a fórmula molecular $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, trimetafosfato de alumínio tendo a fórmula molecular $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$, pirofosfato ácido de sódio tendo a fórmula molecular $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$, polifosfato de amônio tendo de 1000-3000 unidades de fosfato repetidas e tendo a fórmula molecular $(\text{NH}_4)_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$ em que $n=1000-3000$, e ácido polifosfórico tendo 2 ou mais unidades de ácido fosfórico repetidas e tendo a fórmula molecular $\text{H}_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$ em que n é 2 ou mais. O trimetafosfato de sódio é o mais preferido e está comercialmente disponível a partir dos Produtos LP de desempenho ICL, St. Louis, Missouri.

[098] Os fosfatos normalmente são adicionados numa forma seca e/ou numa forma uma forma líquida de solução aquosa, com os ingredientes secos adicionados ao misturador da pasta fluida do núcleo, com os ingredientes líquidos adicionados ao misturador, ou em outros estágios ou procedimentos.

[099] Dispersantes. Em outro aspecto dos painéis resistentes ao fogo de peso e densidade baixos da invenção e dos métodos para a preparação de tais painéis, os dispersantes podem ser incluídos na pasta fluida do núcleo do gesso. Os

dispersantes podem ser adicionados numa forma seca com outros ingredientes secos e/ou numa forma líquida de solução aquosa com outros ingredientes líquidos na operação de mistura da pasta fluida do núcleo, ou em outras etapas ou procedimentos.

[0100]Em um aspecto importante, tais dispersantes podem incluir naftalenossulfonatos, tais como o ácido polinaftalenossulfônico e seus sais (polinaftalenossulfonatos) e derivados, que são produtos de condensação dos ácidos naftalenossulfônicos e formaldeído. Tais polinaftalenossulfonatos desejáveis incluem o naftalenossulfonato de sódio e de cálcio. O peso molecular médio dos naftalenossulfonatos pode variar de cerca de 3.000 a 27.000, embora seja preferível que o peso molecular seja de cerca de 8.000 a 10.000. Em uma solução aquosa com percentual de sólidos determinado, um dispersante de peso molecular mais alto tem maior viscosidade e gera uma maior demanda de água na Formulação, do que um dispersante de peso molecular mais baixo.

[0101]Os naftalenossulfonatos úteis incluem DILOFLO, disponível por GEO Specialty Chemicals, Cleveland, Ohio; DAXAD, disponível por Hampshire Chemical Corp., Lexington, Massachusetts; e LOMAR D, disponível por GEO Specialty Chemicals, Lafayette, Indiana. Os naftalenossulfonatos são usados preferencialmente como soluções aquosas na faixa de 35-55% por peso do conteúdo de sólidos, por exemplo. É preferido usar os naftalenossulfonatos sob a forma de uma solução aquosa, por exemplo, na faixa de cerca de 40-45% por peso do conteúdo de sólidos. Alternativamente, onde for apropriado, os naftalenossulfonatos podem ser usados nas formas de sólido seco ou de pó, como LOMAR D, por exemplo.

[0102]Alternativamente, em outros aspectos da invenção, os dispersantes de policarboxilato úteis para melhorar a fluidez nas pastas fluidas de gesso podem ser usados. Um número de dispersantes de policarboxilato, especificamente os éteres

policarboxílicos, são os tipos preferenciais de dispersantes. Um da classe preferencial de dispersantes, usado na pasta fluida, inclui duas unidades repetidas. Isto é descrito ainda na Patente U.S. 7,767,019, intitulada "Gypsum Products Utilizing a Two-Repeating Unit System and Process for Making Them", a qual está incorporada para referência. Estes dispersantes são produtos da BASF Construction Polymers, GmbH (Trostberg, Alemanha) e são fornecidos por BASF Construction Polymers, Inc. (Kennesaw, GA) (futuro "BASF") e são, daqui por diante, referenciados como os "Dispersantes Tipo PCE211". Um dispersante particularmente útil dos Dispersantes Tipo PCE211 é designado PCE211 (futuro "211"). Outros polímeros nesta série úteis na presente invenção incluem PCE111. Os dispersantes Tipo PCE211 são descritos mais completamente em U.S. Nº. de Série 11/827,722 (Nº. de Publicação US 2007/0255032A1) depositado em 13 de Julho, 2007, intitulado "Polyether-Containing Copolymer," incorporado neste documento para referência.

[0103]O peso molecular de um tipo de tais dispersantes tipo PCE211 pode ser de cerca de 20.000 a cerca de 60.000 Daltons. Verificou-se que os dispersantes de pesos moleculares mais baixos causam menos retardo do tempo de pega, do que os dispersantes tendo um peso molecular superior a 60.000 Daltons. Geralmente, o comprimento de cadeia lateral mais longo, que resulta em um aumento no peso molecular total, fornece melhor dispensabilidade. No entanto, os testes com gesso indicam que a eficácia do dispersante é reduzida em pesos moleculares acima de 50.000 Daltons.

[0104]Outra classe de compostos de policarboxilato que são úteis como dispersantes nesta invenção é divulgada na Patente U.S. Nº. 6,777,517, incorporada neste documento para referência e, daqui por diante, referenciada como o "Dispersante Tipo 2641". Os dispersantes Tipo PCE211 e Tipo 2641 são fabricados por BASF Construction Polymers, GmbH (Trostberg, Alemanha) e comercializados

nos Estados Unidos por BASF Construction Polymers, Inc. (Kennesaw, Ga.). Os Dispersantes Tipo 2641 preferenciais são vendidos por BASF como dispersantes MELFLUX 2641F, MELFLUX 2651F e MELFLUX 2500L.

[0105] Ainda outra família de dispersante preferencial é vendida por BASF e referenciada como "Dispersantes Tipo 1641". Este dispersante é mais completamente descrito na Patente U.S. Nº. 5,798,425, incorporada neste documento para referência. Um de tais dispersantes é um Dispersante Tipo 1641 que é comercializado como dispersante MELFLUX 1641F por BASF. Outros dispersantes que podem ser usados incluem outros éteres de policarboxilato, como COATEX Ethacryl M, disponível por Coatex, Inc. de Chester, SC e lignossulfonatos ou lignina sulfonada. Os lignossulfonatos são polímeros de polieletrólitos aniônicos solúveis em água, subprodutos da produção de polpa de madeira usando formação de polpa sulfito. Um exemplo de uma lignina útil na invenção é Marasperse C-21 disponível por Reed Lignin, Greenwich, Conn.

[0106] Retardadores/Acelerador. Retardadores de pega (até cerca de 2 lb/MSF (9,8 g/m²)) ou aceleradores secos (até cerca de 35 lb/MSF (170 g/m²)) podem ser adicionados a alguns aspectos da pasta fluida do núcleo para modificar a taxa em que as reações de hidratação do estuque ocorre. "CSA" é um acelerador de pega incluindo 95% de sulfato de cálcio dihidratado co-triturado com 5% de açúcar e aquecido a 250°F (121 °C) para caramelizar o açúcar. O CSA está disponível pela fábrica USG Corporation, Southard, Okla., e é fabricado de acordo com a Patente U.S. Nº. 3,573,947, incorporada neste documento para referência. O sulfato de potássio é outro acelerador preferido. O HRA, que é um acelerador preferencial, é um sulfato de cálcio dihidratado recentemente triturado com açúcar numa razão de cerca de 5 a 25 libras de açúcar por 100 libras de sulfato de cálcio dihidratado. Isto é ainda descrito na Patente U.S. Nº. 2,078,199, incorporada neste documento para referência. Ambos são aceleradores preferenciais.

[0107]Outro acelerador, conhecido como acelerador de gesso úmido ou WGA, também é um acelerador preferencial. Uma descrição do uso e de um método para fazer o acelerador de gesso úmido são divulgados na Patente U.S. Nº. 6,409,825, incorporada neste documento para referência. Este acelerador inclui, pelo menos, um aditivo selecionado do grupo consistindo em um composto fosfônico orgânico, um composto contendo fosfato ou suas misturas. Este acelerador específico apresenta longevidade substancial e mantém sua eficácia ao longo do tempo, tal que o acelerador de gesso úmido pode ser feito, armazenado e até transportado por longas distâncias antes da utilização. O acelerador de gesso úmido é usado em quantidades que variam de cerca de 5 a cerca de 80 libras por mil pés quadrados (24,3 a 390 g/ m²) de painel de gesso.

[0108]Espuma. Em outro aspecto importante, a espuma pode ser introduzida na pasta fluida do núcleo em quantidades que fornecem a densidade do núcleo e o peso do painel reduzidos mencionados acima. A introdução de espuma na pasta fluida do núcleo nas quantidades, formulações e processo adequados irá produzir uma rede e distribuição de espaços vazios desejadas dentro do núcleo dos painéis secos finais. Essa estrutura vazia permite a redução do gesso e outros constituintes do núcleo e a densidade e peso do núcleo, mantendo-se as propriedades estruturais e de resistência do painel. Exemplos do uso de agentes de espuma para produzir as estruturas vazias desejadas incluem aqueles discutidos na Patente U.S. Nº. 5,643,510, a divulgação da qual está incorporada neste documento para referência. As abordagens para a adição de espuma à pasta fluida do núcleo são conhecidas na técnica e um exemplo de tal abordagem é discutido na Patente U.S. Nº. 5,683,635, a divulgação da qual está incorporada neste documento para referência.

[0109]Folhas de Revestimento. Em alguns aspectos da invenção, a primeira folha de revestimento compreende um papel manilha de baixa porosidade, sobre o qual a pasta fluida de gesso é distribuída (que normalmente é a face exposta do

painel, quando usado numa aplicação de construção). Uma nova linha pode ser usada como a segunda folha de revestimento colocada sobre a pasta fluida do núcleo do gesso durante o processo de formação (que normalmente é a superfície posterior escondida dos painéis, quando usado em aplicações de construção. Em outras aplicações, esteiras de fibra de vidro não tecida, os materiais de folha de outros materiais fibrosos ou não-fibrosos, ou combinações de papel e outros materiais fibrosos podem ser usadas como uma ou ambas as folhas de revestimento.

[0110]Em aspectos usando papel ou folhas de revestimento similares, a primeira folha de revestimento tem uma densidade e um peso de base maiores do que a segunda folha de revestimento. Por exemplo, em alguns aspectos, a primeira folha de revestimento tem um peso de base de cerca de 40 a 60 lb/msf, e a segunda folha de revestimento tem um peso de base de cerca de 35 a 45 lb/msf. O uso de tal papel manilha pesado como a primeira folha de revestimento é preferido porque este melhora as propriedades de tração de prego e flexão dos painéis em todas as aplicações e, mais especificamente, em aplicações de teto.

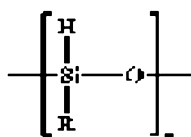
[0111]As folhas de revestimento podem incorporar e podem ter adicionado às suas superfícies expostas, coberturas de materiais proporcionando superfícies adequadas para aplicações de construção específicas, tais como recobrimento externo, telhadura, apoio de telha, etc.

[0112]Siloxano. Surpreendentemente, a combinação de mais de 2% por peso, com base no peso do gesso de amido pré-gelatinizado e de, pelo menos, cerca de 0,4% e, preferencialmente, pelo menos cerca de 0,7% por peso, com base no peso do gesso de siloxano, irá produzir painéis de gesso com menos de 5% de absorção de água. Isto é particularmente surpreendente uma vez que os painéis de peso e densidade reduzidos têm muito mais espaços vazios de ar e/ou de água do que os painéis convencionais e esses espaços vazios seriam esperados para fazer

os painéis de baixo peso muito mais absorvente para a água. Também foi inesperadamente visto que a resina de silicone polimerizado diminui o encolhimento do painel sob condições de alto aquecimento.

[0113]A presente invenção contempla amplamente o aprimoramento da resistência à água de artigos de à base de gesso, adicionando um siloxano polimerizável à pasta fluida usada para fazer os artigos à base de gesso. Preferencialmente, o siloxano é adicionado sob a forma de uma emulsão. A pasta fluida é, então, moldada e seca sob condições que promovem a polimerização do siloxano para formar uma resina de silicone altamente reticulada. Um catalisador, que promove a polimerização do siloxano para formar uma resina de silicone altamente reticulada, é preferencialmente adicionado à pasta fluida de gesso.

[0114]Preferencialmente, o siloxano é geralmente um siloxano fluido linear modificado por hidrogênio, mas também pode ser um siloxano cíclico modificado por hidrogênio. Tais siloxanos são capazes de formar resinas de silicone altamente reticuladas. Tais fluidos são bem conhecidos para aqueles versados na técnica e estão disponíveis comercialmente e são descritos na literatura de patente. Normalmente, os siloxanos lineares modificados por hidrogênio úteis na prática da presente invenção compreendem aqueles que têm uma unidade repetida da fórmula geral:



[0115]em que R representa um radical hidrocarboneto monovalente saturado ou insaturado. Nas modalidades preferenciais, R representa um grupo alquila e, mais preferencialmente, R é um grupo de metila. Durante a polimerização, os grupos terminais são removidos por condensação e os grupos de siloxano são ligados entre si para formar a resina de silicone. A reticulação das cadeias também ocorre. A resina de silicone resultante confere resistência à água para a matriz de gesso,

conforme esta se forma.

[0116] Preferencialmente, um fluido de siloxano de hidrogênio de metila sem solvente, vendido sob o nome SILRES BS 94 por Wacker-Chemie GmbH (Munique, Alemanha), será usado como o siloxano. O fabricante indica que este produto é um fluido de siloxano que não contém água ou solventes. Isso é contemplado que cerca de 0,3 a 1,0% do siloxano BS 94 pode ser usado, com base no peso dos ingredientes secos. É preferível usar de cerca de 0,4 a cerca de 0,8% do siloxano, com base no peso do estuque seco.

[0117] O siloxano é formado numa emulsão ou numa suspensão estável com água. Um número de emulsões de siloxano é contemplado para uso nesta pasta fluida. As emulsões de siloxano na água também estão disponíveis para compra, mas estas podem incluir agentes de emulsificação que tendem a modificar as propriedades dos artigos de gesso, tais como a ligação de papel em produtos de painel de gesso. As emulsões ou suspensões estáveis preparadas sem o uso de emulsificantes são, portanto, preferidas. Preferencialmente, a suspensão será formada in situ, misturando o fluido de siloxano com água. É essencial que a suspensão de siloxano esteja estável até ser usado e que permaneça bem disperso sob as condições da pasta fluida. A suspensão de siloxano ou emulsão deve permanecer bem dispersa na presença dos aditivos opcionais, tais como aceleradores de pega, que podem estar presentes na pasta fluida. A suspensão de siloxano ou emulsão também deve permanecer estável através das etapas, nas quais os painéis de gesso são formados. Preferencialmente, a suspensão permanece estável por mais de 40 minutos. Mais preferencialmente, ela permanece estável por, pelo menos, uma hora. Na discussão e nas reivindicações que se seguem, o termo "emulsão" destina-se a incluir emulsões verdadeiras e suspensões que são estáveis, pelo menos, até o estuque estar com 50% de pega.

[0118] Enquanto não se deseja ser determinado pela teoria, é aceito que a

resistência à água se desenvolve quando o siloxano cura dentro dos painéis formados e que, pelo menos, 2,0% por peso de amido pré-gelatinizado trabalha em conjunto com o siloxano para retardar a entrada de água através de microporos nas bordas do painel, primeiro bloqueando, a entrada de água e, em seguida, após a absorção de água pelo amido, formando uma combinação de amido/água altamente viscosa.

[0119]A reação de polimerização do siloxano prossegue lentamente, exigindo que os painéis sejam armazenados por um tempo suficiente para desenvolver a resistência à água antes do despacho. Os catalisadores são conhecidos por acelerar a reação de polimerização, reduzindo ou eliminando o tempo necessário para armazenar os painéis de gesso, conforme a resistência à água se desenvolve. O uso de óxido de magnésio calcinado a fundo para a polimerização do siloxano é descrito em N° de Série U.S. 10/917.177 simultaneamente pendente, intitulado "Method of Making Water-Resistant Gypsum-Based Article", incorporado neste documento para referência. O óxido de magnésio calcinado a fundo é insolúvel em água e interage menos com os outros componentes da pasta fluida. Ele acelera a cura do siloxano e, em alguns casos, faz com que o siloxano cure mais completamente. Ele está comercialmente disponível com uma composição consistente. Uma fonte particularmente preferencial de óxido de magnésio calcinado a fundo é BAYMAG 96. Este tem uma área de superfície BET de, pelo menos, 0,3 m.sup.2/g. A perda na ignição é menor do que 0,1% por peso. O óxido de magnésio é preferencialmente usado em quantidades de cerca de 0,1 a cerca de 0,5%, com base no peso do estuque seco.

[0120]Existem, pelo menos, três classes de óxido de magnésio no mercado, dependendo da temperatura de calcinação. O óxido de magnésio "calcinado a fundo" é calcinado entre 1500°C a 2000°C, eliminando a maioria, se não toda, da reatividade. MagChem P98-PV (Martin Marietta Magnesia Specialties, Bethesda,

Md.) é um exemplo de um óxido de magnésio "calcinado a fundo". BayMag 96 (Baymag, Inc. of Calgary, Alberta, Canadá) e MagChem 10 (Martin Marietta Magnesia Specialties, Bethesda, Md.) são exemplos de magnésia "fortemente calcinada". O óxido de magnésio "fortemente calcinado" é calcinado em temperaturas de 1000°C a cerca de 00°C. Este tem uma faixa estreita de reatividade, uma alta densidade e é normalmente usado na aplicação, onde a degradação lenta ou reatividade química é necessária, como na alimentação de um animal e fertilizante. A terceira classe é magnésia "levemente calcinada" ou "cáustica", produzida pela calcinação a temperaturas de cerca de 700°C a cerca de 1000°C. Este tipo de magnésia é usado em uma ampla gama de aplicações, incluindo processamento de plásticos, borracha, papel e polpa, aditivos de caldeira de aço, adesivos e neutralização de ácido. Exemplos de magnésia levemente calcinada incluem BayMag 30, BayMag 40 e BayMag 30 (-325 Mesh) (BayMag, Inc. de Cálgari, Alberta, Canadá).

[0121] Os catalisadores preferenciais são feitos de uma mistura de óxido de magnésio e a cinza volante de Classe C. Quando combinada dessa maneira, qualquer uma das classes de óxido de magnésio é útil. No entanto, óxidos de magnésio calcinado a fundo e fortemente calcinado são preferidos devido à reatividade reduzida. A reatividade relativamente alta dos óxidos de magnésio pode levar a reações de fissuras que podem produzir hidrogênio. Conforme o hidrogênio é gerado, o produto se expande, provocando fissuras onde o estuque se assentou. A expansão também provoca o colapso dos moldes nos quais o estuque é derramado, resultando na perda de detalhe e deformação do produto em uma ou mais dimensões. Preferencialmente, BayMag 96, MagChem P98-PV e MagChem 10 são fones preferenciais de óxido de magnésio. Preferencialmente, o óxido de magnésio e a cinza volante são adicionados ao estuque antes de sua adição à água de aferição. Os componentes secos, tais como estes, são frequentemente adicionados

ao estuque, conforme ele se move ao longo de um transportador para o misturador.

[0122]Uma cinza volante preferencial é uma cinza volante da Classe C. A cinza volante hidráulica da Classe C ou seu equivalente, é o componente de cinza volante mais preferencial. Uma composição típica de uma cinza volante da Classe C é mostrada na Tabela 1. A cinza volante com alto conteúdo de cal, maior que 20% de cal por peso, que é obtida a partir do processamento de certos carvões. A designação do ASTM C-618, incorporada neste documento para referência, descreve as características da cinza volante da Classe C. Uma cinza volante da Classe C preferencial é fornecida por Bayou Ash Inc., Big Cajun, II, L A. Preferencialmente, a cinza volante é usada em quantidades de cerca de 0,1% a cerca de 5%, com base no peso do estuque seco. Mais preferencialmente, a cinza volante é usada em quantidades de cerca de 0,2% a 1,5%, com base no peso do estuque seco.

[0123]A catálise do siloxano resulta na polimerização e reticulação mais rápida e mais completa do siloxano para formar a resina de silicone. A hidratação do estuque forma uma matriz interligada de cristais de sulfato de cálcio dihidratado. Enquanto a matriz de gesso está se formando, as moléculas de siloxano também estão formando uma matriz da resina de silicone. Uma vez que estes são formados simultaneamente, pelo menos em parte, as duas matrizes se tornam entrelaçadas entre si. O excesso de água e aditivos à pasta fluida, incluindo a cinza volante, o óxido de magnésio e os aditivos descritos abaixo, que foram dispersos por toda a pasta fluida, tornam-se dispersos pelas matrizes nos espaços intersticiais para alcançar a resistência à água ao longo do núcleo do painel. O alto nível de amido pré-gelatinizado funciona em conjunto com o siloxano para retardar a entrada de água ao longo das bordas mais vulneráveis do painel.

[0124]Em modalidades, um painel de gesso inclui um núcleo de gesso de pega entre folhas de revestimento superior e inferior. O painel tem uma densidade

de núcleo de cerca de 27 a cerca de 37 libras por pé cúbico e um Índice de Isolamento Térmico superior a cerca de 17 minutos. Em outras modalidades, o painel de gesso tem uma espessura nominal de cerca de 0,625 polegadas. Ainda em outras modalidades, o painel de gesso tem uma espessura nominal de cerca de 0,625 polegadas e um Índice de Isolamento Térmico de, pelo menos, cerca de 18 minutos.

[0125] Nas modalidades, um painel de gesso resistente ao fogo inclui um núcleo de gesso de pega entre folhas de revestimento superior e inferior. O painel tem uma densidade de núcleo de cerca de 27 a cerca de 37 libras por pé cúbico. O painel é eficaz para inibir a transmissão de calor através de um conjunto preparado e submetido a teste de fogo, conforme os procedimentos de UL U419, tendo uma superfície exposta a uma fonte de calor e uma superfície não aquecida oposta, tal que a temperatura máxima de localização única na superfície não aquecida é menor que cerca de 415°F em cerca de 30 minutos de tempo decorrido, quando medida conforme a UL U419. Em outras modalidades, o painel de gesso resistente ao fogo é eficaz para inibir a transmissão de calor através do conjunto, tal que a temperatura média na superfície não aquecida é menor que cerca de 340°F em cerca de 30 minutos de tempo decorrido, quando medida conforme a UL U419.

[0126] Nas modalidades, um painel de gesso resistente ao fogo inclui um núcleo de gesso de pega entre as folhas de revestimento superior e inferior. O painel tem uma densidade de núcleo de cerca de 27 a cerca de 37 libras por pé cúbico. O painel é eficaz para inibir a transmissão de calor através de um conjunto preparado e submetido a testes de fogo, conforme os procedimentos de UL U305 tendo uma superfície exposta a uma fonte de calor e uma superfície não aquecida oposta, tal que a temperatura máxima de localização única na superfície não aquecida é menor que cerca de 415°F em cerca de 45 minutos de tempo decorrido, quando medida conforme a UL U305.

[0127]Em outras modalidades, o painel de gesso resistente ao fogo é eficaz para inibir a transmissão de calor através do conjunto, tal que a temperatura máxima de localização única na superfície não aquecida é menor que cerca de 270°F em cerca de 45 minutos de tempo decorrido, quando medida conforme a UL U305. Ainda em outras modalidades, o painel de gesso resistente ao fogo é eficaz para inibir a transmissão de calor através do conjunto, tal que a temperatura média na superfície não aquecida é menor que cerca de 340°F em cerca de 45 minutos de tempo decorrido, quando medida conforme a UL U305. Ainda em outras modalidades, o painel de gesso resistente ao fogo é eficaz para inibir a transmissão de calor através do conjunto, tal que a temperatura média na superfície não aquecida é menor que cerca de 245°F em cerca de 45 minutos de tempo decorrido, quando medida conforme a UL U305.

[0128]Nas modalidades, um painel de gesso tem uma densidade de cerca de 27 a cerca de 37 libras por pé cúbico e um Índice de Isolamento Térmico superior a 17,0 minutos. O painel de gesso compreende: (a) cerca de 1220-1750 lb/msf de gesso de pega; (b) cerca de 0,3-4,0% por peso de amido pré-gelatinizado; (c) cerca de 0,15-0,50% por peso de um componente contendo fosfato; (d) cerca de 0,3-1,5% por peso de dispersante; (e) cerca de 0,1-0,3% por peso de fibra mineral, de vidro ou de carbono; e (f) espaços vazios de espuma numa quantidade eficaz para fornecer a densidade do painel especificada. As porcentagens por peso são baseadas no peso do gesso de pega e o lb/msf são para um painel com nominalmente 0,625 polegada de espessura. Em outras modalidades, o gesso de pega lb/msf é proporcionalmente ajustado para um painel de espessura nominal de cerca de 0,625 a cerca de 0,75 polegada.

[0129]Ainda em outras modalidades, o painel de gesso inclui: (a) cerca de 1315-1610 lb/msf de gesso de pega; (b) cerca de 0,5-2,0% por peso de amido pré-gelatinizado; (c) cerca de 0,10-0,15% por peso de fosfato; (d) cerca de 0,5-1,2% por

peso de dispersante; (e) cerca de 0,1-0,3% por peso de fibra mineral, de vidro ou de carbono; e (f) espaços vazios de espuma numa quantidade eficaz para fornecer a densidade do painel especificada. As porcentagens por peso são baseadas no peso do gesso de pega e os valores de lb/msf são para um painel com nominalmente 5/8 de polegada de espessura e submetido ao ajuste proporcional para painéis mais grossos ou mais finos.

[0130]Em ainda outras modalidades, os painéis de gesso incluem: (a) cerca de 1360-1460 lb/msf de gesso endurecido; (b) cerca de 1,5-1,8% em peso de amido pré-gelatinizado; (c) cerca de 0,10-0,15% em peso de fosfato; (d) cerca de 0,75-1,0% em peso de dispersante; (e) cerca de 0,1-0,3% em peso de fibra mineral, de vidro ou de carbono; e (f) vazios de espuma em uma quantidade eficaz para fornecer a densidade de painel especificada. As porcentagens em peso são baseadas no peso do gesso endurecido e os valores de lb/msf são para painéis com espessura nominal de 5/8 de polegada e sujeitos ao ajuste proporcional para painéis mais finos ou mais grossos.

[0131]Em ainda outras modalidades, o painel de gesso inclui folhas de papel de revestimento com uma primeira tal folha de revestimento com um peso de cerca de 40-60 lb/msf. Em outras modalidades, a densidade do painel é de cerca de 29 para cerca de 34 libras por pé cúbico. Em outras modalidades, ainda, a densidade do painel é de cerca de 30 a cerca de 32 libras por pé cúbico.

[0132]Em ainda outras modalidades, o painel de gesso compreende pelo menos 0,4% em peso de siloxano, com base no peso do gesso endurecido. Em algumas modalidades, o encolhimento de alta temperatura do painel é menor que o encolhimento de alta temperatura de um painel com as mesmas quantidades de constituintes sem siloxano. Em algumas modalidades, o painel de gesso compreende mais do que 2% em peso de amido pré-gelatinizado. Em algumas modalidades, o encolhimento de alta temperatura do painel é menor que o

encolhimento de alta temperatura de um painel com as mesmas quantidades de constituintes sem siloxano. Em algumas modalidades, o encolhimento de alta temperatura do painel é cerca de 50% do encolhimento de alta temperatura de um painel com as mesmas quantidades de constituintes sem siloxano.

[0133]Em outras modalidades, o componente contendo fosfato é solúvel em água e é escolhido a partir do grupo constituído por um ácido fosfórico condensado, que compreende duas ou mais unidades de ácido fosfórico, um sal ou íon de um fosfato condensado que compreende duas ou mais unidades de fosfato, um sal monobásico ou um íon monovalente de um ortofosfato, e suas combinações. Em algumas modalidades, o componente contendo fosfato compreende um polifosfato cíclico.

[0134]Em modalidades, uma montagem de painéis de gesso é montada em suportes metálicos. Os painéis de gesso compõem um núcleo de gesso endurecido entre as folhas de revestimento superiores e inferiores. O núcleo tem uma densidade de cerca de 27 a 37 libras por pé cúbico e fornece à montagem uma resistência ao fogo de pelo menos 30 minutos no âmbito dos procedimentos de teste UL U419. Em algumas modalidades, os painéis de gesso da montagem são montados em suportes de madeira, e os painéis de gesso fornecem uma resistência ao fogo de pelo menos 30 minutos no âmbito dos procedimentos de teste UL 305.

[0135]Em modalidades, um método para fazer o painel de gesso resistente ao fogo, com um Índice de Isolamento Térmico de 17,0 minutos compreende o fornecimento de uma pasta fluida. A pasta fluida tem: (a) estuque de cerca de 1490-1040 lb/msf, (b) amido pré-gelatinizado de cerca de 0,3-4,0% em peso, (c) fosfato de cerca de 0,-0,50% em peso, (d) dispersante de cerca de 0,3-1,5%, em peso, (e) fibra mineral, de vidro ou de carbono de cerca de 0,1-0,3% em peso, e (f) uma quantidade de espuma eficaz para fornecer uma densidade de núcleo de cerca de 25 a cerca de 36 libras por pé cúbico. A pasta fluida é depositada em uma primeira folha de

revestimento. A pasta fluida é coberta com uma segunda folha de revestimento para formar o painel. O painel é mantido em uma espessura nominal predeterminada até a pasta fluida do núcleo ser hidratada. O painel é cortado nas dimensões desejadas. O painel é secado. As percentagens em peso são baseadas no peso do estuque e os valores de lb/msf são para um painel com espessura nominal de 0,625 polegada.

[0136]Em outras modalidades, o estuque lb/msf no método é proporcionalmente ajustado para um painel com espessura nominal de cerca de 0,625 a cerca de 0,75 polegada. Em ainda outras modalidades, um conjunto de painéis de gesso feitos pelo método é montado em suportes de metal. O conjunto fornece uma resistência ao fogo de pelo menos 30 minutos no âmbito dos procedimentos de teste UL U419.

EXEMPLOS

[0137]Os exemplos a seguir ilustram em mais detalhes os aspectos das invenções aqui descritos, mas não devem ser interpretados como alguma forma de limitar o seu âmbito. Todos os valores aqui indicados (por exemplo, pesos, porcentagens, temperaturas, dimensões, tempo, etc.) estão sujeitos a e incluem as variações de medição e as margens de erro refletidas nos dados, bem como as que normalmente são encontradas por um indivíduo versado na técnica para o componente, teste, propriedade ou observação específica a que se referem.

Exemplo 1

Formulações de Pasta Fluida de Gesso de Amostra

[0138]As Formulações de pasta fluida de gesso são mostradas na Tabela 1 abaixo. Todos os valores na Tabela 1 são expressos em % de peso, com base no peso do estuque seco. Os valores entre parênteses são peso seco em libras (lb/MSF para um painel com espessura nominal de 1/2 polegada).

TABELA 1

Componente	Formulação A	Formulação B
Estuque (lb/MSF)	{732}	{704}
Trimetafosfato de sódio	0,20 (1,50)	0,30 (2,14)
Dispersante (naftalenosulfonato)	0,18 (1,35)	0,58 ¹ (4,05)
Amido pré-gelatinizado	2,7 (20)	6,4 (45)
Amido de placa	0,41 (3,0)	0
Acelerador resistente ao calor (HRA)	(15)	(15)
Fibra de vidro	0,27 (2,0)	0,28 (2,0)
Fibra de papel	0	0,99 (7,0)
Sabão*	0,03 (0,192)	0,03 (0,192)
Água Total (lb.)	805	852
Relação água / Estuque	1,10	1,21

- Usado para pré-gerar espuma.

1 1,28% em peso, como uma solução aquosa de 45%.

Exemplo 2

Preparação dos painéis.

[0139] Painéis de gesso de amostra (com espessura nominal de cerca de ½ polegada) foram elaborados de acordo com as Patentes Nº U.S. 6.342.284 de Yu et al. e 6.632.550 de Yu et al., incorporadas a este documento por referência. Isto inclui a geração separada de espuma e introdução da espuma na pasta fluida dos outros ingredientes como descrito no Exemplo 5 dessas patentes.

[0140] Os resultados de teste para painéis de gesso feitos utilizando as Formulações A e B do Exemplo 1 e um controle são mostrados na Tabela 2 abaixo. Como este exemplo e outros exemplos abaixo, testes de resistência à tração do prego, dureza do núcleo e resistência à flexão foram realizados de acordo com ASTM C-473. Além disso, nota-se que o painel de gesso típico possui uma espessura de aproximadamente ½ polegada e tem um peso entre cerca de 1600 e 1800 kg por 1.000 metros quadrados de material, ou lb/MSF. ("MSF" é uma

abreviatura padrão na técnica para mil metros quadrados; é uma medida de área para caixas, meios ondulados e placa de reboco).

TABELA 2

Resultado do teste em laboratório	Placa de Controle	Placa da Formulação A	Placa da Formulação B
Peso da Placa (lb/MSF)	1587	1066	1042
Resistência à tração do prego (lb)	81,7	50,2	72,8
Dureza do núcleo(lb)	16,3	5,2	11,6
Carga de ligação umidificada (lb)	17,3	20,3	15,1
Falha de ligação úmida (%)	0,6	5	11,1
Resistência à flexão, voltado para cima (MD) (lb)	47	47,2	52,6
Resistência à flexão, voltado para baixo (MD) (lb)	51,5	66,7	78,8
Resistência à flexão, voltado para cima (XMD) (lb)	150	135,9	173,1
Resistência à flexão, voltado para baixo (XMD) (lb)	144,4	125,5	165,4

MD: direção da máquina

XMD: direção da máquina em sentido longitudinal

[0141]Conforme ilustrado na Tabela 2, painéis de gesso preparados usando as pastas fluidas da Formulação A e B têm reduções significativas no peso em comparação com a placa de controle. Com referência novamente à Tabela 1, as comparações da placa da Formulação A e da placa da Formulação B são mais marcantes. As relações de água/estruque (a/e) são semelhantes na Formulação A e Formulação B. Um nível significativamente mais elevado do dispersante de naftalenossulfonato é também utilizado na Formulação B. Além disso, na Formulação B utilizou-se amido substancialmente mais pré-gelatinizado, cerca de 6%, em peso, um aumento superior a 100% em relação à Formulação A

acompanhado por aumentos de força resistência significativos. Mesmo assim, a demanda de água para produzir a fluidez necessária manteve-se baixa na pasta fluida da Formulação B, sendo a diferença cerca de 10% em comparação com a Formulação A. A baixa demanda de água em ambas as Formulações é atribuída ao efeito sinérgico da combinação de dispersante de naftalenossulfonato e trimetafosfato de sódio na pasta fluida de gesso, o que aumenta a fluidez da pasta fluida de gesso, mesmo na presença de um nível substancialmente mais elevado de amido pré-gelatinizado.

[0142]Conforme ilustrado na Tabela 2, os painéis de gesso preparados usando a pasta fluida da Formulação B possuem resistência substancialmente maior comparada com os painéis preparados usando a pasta fluida da Formulação A. Ao incorporar maiores quantidades de amido pré-gelatinizado em combinação com uma quantidade aumentada de dispersante de naftalenossulfonato e trimetafosfato de sódio, a resistência à tração do prego na placa da Formulação B melhorou em 45% em relação à placa da Formulação A. Um aumento substancial na resistência à flexão também foi observado na placa da Formulação B em comparação com a da placa da Formulação A.

Exemplo 3

Ensaio de Redução no Peso de Painéis de Gesso de 1/2 polegada.

[0143]Outros exemplos de painel gesso (Placas C, D e E), incluindo formulações de pasta fluida e resultados de teste, são mostrados na Tabela 3 abaixo. As formulações de pasta fluida da Tabela 3 incluem os principais componentes das pastas fluidas. Valores entre parênteses são expressos como percentagem de peso, com base no peso do estuque seco.

TABELA 3

Componente/parâmetro da formulação do Ensaio	Placa de Controle	Placa da Formulação C	Placa da Formulação D	Placa da Formulação E
Estuque seco (lb/MSF)	1300	1281	1196	1070
Acelerador (lb/MSF)	9,2	9,2	9,2	9,2
DILOFLO [†] (lb/MSF)	4,1 (0,32%)	8,1 (0,63%)	8,1 (0,68%)	8,1 (0,76%)
Amido comum (lb/MSF)	5,6 (0,43%)	0	0	0
Amido de milho pré-gelatinizado (lb/MSF)	0	10 (0,78%)	10 (0,84%)	10 (0,93%)
Trimetafosfato de sódio (lb/MSF)	0,7 (0,05%)	1,6 (0,12%)	1,6 (0,13%)	1,6 (0,15%)
Relação de total de água Total / estuque (a/e)	0,82	0,82	0,82	0,84
Resultados dos testes da formulação do ensaio				
Peso da placa seca (lb/MSF)	1611	1570	1451	1320
Resistência à tração do prego (lb)	77,3 [†]	85,5	77,2	65,2

[†] Padrão ASTM: 77 lb

¹ DILOFLO é uma solução de naftalenossulfonato de 45% em água

[0144]Conforme ilustrado na Tabela 3, as Placas C, D e E foram feitas a partir de uma pasta fluida com quantidades substancialmente maiores de amido, dispersante DILOFLO e trimetafosfato de sódio em comparação com os painéis de controle sobre (um aumento de cerca de duas vezes em uma base de porcentagem para o amido e dispersante e um aumento de duas a três vezes para o trimetafosfato), mantendo a relação de a/e constante. No entanto, a resistência, como medida pela resistência à tração de prego não foi drasticamente afetada e o peso do painel foi significativamente reduzido. Portanto, neste exemplo de uma modalidade da invenção, a nova formulação (como, por exemplo, a Placa D) pode fornecer um aumento de amido formulado em uma pasta fluida utilizável, fluida, mantendo a resistência adequada.

Exemplo 4

Teste de esforço de Cubo de Gesso Molhado

[0145]Os testes de esforço de cubo molhado foram efetuados usando o estuque de placa Southard CKS, disponível a partir do United States Gypsum Corp, Chicago, Illinois e água de torneira em laboratório para determinar seu esforço de compressão molhado. Utilizou-se o seguinte procedimento de teste de laboratório.

[0146]Estuque (1000 g), CSA (2g) e água de torneira (1200 cc) a cerca de 70°F foram utilizados para cada cubo de gesso molhado moldado. Amido de milho pré- gelatinizado (20g, 2,0%, com base no peso de estuque) e CSA (2 g, 0,2% com base no peso de estuque) foram completamente misturados a seco primeiramente em um saco plástico com o estuque antes da mistura com uma solução de água de torneira contendo dispersante de naftalenossulfonato e trimetafosfato de sódio. O dispersante utilizado foi o dispersante DILOFLO (1,0-2,0%, conforme indicado na Tabela 4). Quantidades variadas de trimetafosfato de sódio foram usadas também como indicado na Tabela 4.

[0147]Os ingredientes secos e solução aquosa foram inicialmente combinados em um misturador Warning de laboratório, a mistura produzida permitidos de molho durante 10 segundos, e então a mistura foi misturada em velocidade baixa por 10 segundos para que o pasta fluida. As pastas fluidas assim formadas foram lançadas em moldes de cubo 2"X2"X2". Os cubos moldados forem então retirados dos moldes, pesados e selados dentro de sacos plásticos para evitar a perda de umidade antes que o teste de esforço de compressão fosse realizado. O esforço de compressão dos cubos molhados foi medido usando uma máquina ATS e registrados como média em libras por polegada quadrada (psi). Os resultados obtidos foram os seguintes:

TABELA 4

Amostra de Teste Nº	Gramas de trimetafosfato de sódio (% em peso com base em estuque seco)	DILOFLO 1 (% em peso com base em e)	Peso do cubo molhado (2"X2"X2"), g	Esforço de compressão do cubo molhado, psi
1	0	1,5	183,57	321
2	0,5 (0,05)	1,5	183,11	357
3	1 (0,1)	1,5	183,19	360
4	2 (0,2)	1,5	183,51	361
5	4 (0,4)	1,5	183,65	381
6	10 (1,0)	1,5	183,47	369
7	0	1,0	184,02	345
8	0,5 (0,05)	1,0	183,66	349
9	1 (0,1)	1,0	183,93	356
10	2 (0,2)	1,0	182,67	366
11	4 (0,4)	1,0	183,53	365
12	10 (1,0)	1,0	183,48	341
13	0	2,0	183,33	345
14	0,5 (0,05)	2,0	184,06	356
15	1 (0,1)	2,0	184,3	363
16	2 (0,2)	2,0	184,02	363
17	4 (0,4)	2,0	183,5	368
18	10 (1,0)	2,0	182,68	339

¹ DILOFLO é uma solução de Naftalenosulfonato de 45% em água

[0148] Como ilustrado na Tabela 4, as Amostras 4-5, 10-11 e 17, com níveis de trimetafosfato de sódio na faixa de cerca de 0,12 - 0,4% da presente invenção geralmente forneciam um maior esforço de compressão do cubo molhado em comparação com amostras com trimetafosfato de sódio fora dessa faixa.

Exemplo 5

[0149] Ensaios de Produção da Fábrica de Painel de Gesso de Peso Leve com ½ Polegada

[0150] Mais ensaios foram realizados (Placas de Ensaio 1 e 2), incluindo 45/59 formulações de pasta fluida e os resultados são mostrados na Tabela 5 abaixo. As formulações de pasta fluida da Tabela 5 incluem os principais componentes das pastas fluidas. Os valores entre parênteses são expressos como percentagem de peso, com base no peso do estuque seco.

TABELA 5

Parâmetro/componente da formulação de ensaio	Placa de Controle 1	Placa de Ensaio da Formulação de Fábrica 1	Placa de Controle 2	Placa de Ensaio da Formulação de Fábrica 2
Estuque seco (lb/MSF)	1308	1160	1212	1120
DILOFLO [†] (lb/MSF)	5,98 (0,457%)	7,98 (0,688%)	7,18 (0,592%)	8,99 (0,803%)
Amido comum (lb/MSF)	5,0 (0,38%)	0	4,6 (0,38%)	0
Amido de milho pré-gelatinizado (lb/MSF)	2,0 (0,15%)	10 (0,86%)	2,5 (0,21%)	9,0 (0,80%)
Trimetafosfato de sódio (lb/MSF)	0,7 (0,05%)	2,0 (0,17%)	0,6 (0,05%)	1,6 (0,14%)
Relação do total de água:estuque (a/e)	0,79	0,77	0,86	0,84
Resultados do teste da formulação de ensaio				
Peso da placa seca (lb/MSF)	1619	1456	1553	1443
Resistência à tração do prego (lb)	81,5†	82,4	80,7	80,4
Resistência à flexão, média (MD) (lb)	41,7	43,7	44,8	46,9
Resistência à flexão, média (XMD) (lb)	134,1	135,5	146	137,2
Carga de ligação umidificada ² , média (lb)	19,2	17,7	20,9	19,1
Falha de ligação umidificada ^{2,3} (%)	1,6	0,1	0,5	0

[†] Padrão ASTM: 77 lb

MD: direção da máquina

XMD: direção da máquina em sentido longitudinal

¹ DILOFLO é uma solução de naftalenossulfonato de 45% em água

² Umidade Relativa de 90°F / 90%

³ É sabido que, sob estas condições de teste, taxas de porcentagem de falha de < 50% são aceitáveis.

[0151] Conforme ilustrado na Tabela 5, as Placas de Ensaio 1 e 2 foram feitas de uma pasta fluida com um aumento substancial das quantidades de 46/59 amido, dispersante DILOFLO e trimetafosfato de sódio, ao diminuir um pouco a relação de a/e, em comparação com os painéis de controle. No entanto, a força medida pela resistência à tração do prego e testes de flexão foi mantida ou melhorada, e o peso de placa foi significativamente reduzido. Portanto, neste exemplo de uma modalidade da invenção, a nova formulação (tais como, por

exemplo, Placas de Ensaio 1 e 2) pode fornecer mais trimetafosfato e amido formulados em uma pasta fluida utilizável, fluida, mantendo a resistência adequada.

Exemplo 6

[0152]Ensaaios de Produção da Fábrica de Painel de Gesso de Peso Ultraleve com ½ Polegada.

[0153]Outros ensaios foram realizados (Placas de Ensaio 3 e 4) usando a Formulação B (Exemplo 1) como no Exemplo 2, exceto que o amido de milho pré-gelatinizado foi preparado com água em uma concentração de 10% (preparação de amido molhado) e utilizou-se uma mistura de sabões HYONIC PFM (disponíveis a partir do GEO Specialty Chemicals, Lafayette, Indiana). Por exemplo, a Placa de Ensaio 3 foi preparada com uma mistura de HYONIC PFM 10/HYONIC PFM 33 variando de 65-70% em peso/35-30% em peso. Por exemplo, a Placa de Ensaio 4 foi preparada com uma mistura de 70/30 peso/peso de HYONIC PFM 10/HYONIC PFM 33. Os resultados do ensaio são mostrados na Tabela 6 abaixo.

TABELA 6

Resultado do teste em laboratório	Placa de Ensaio 3 (Formulação B mais mistura de sabão HYONIC 65/35) {n = 12}	Placa de Ensaio 4 (Formulação B mais mistura de sabão HYONIC 70/30) {n = 34}*
Peso da placa (lb:MSF)	1106	1013
Resistência à tração do prego^a (lb)	85,5	80,3
Dureza do núcleo^b (lb)	>15	12,4
Resistência à flexão, Média^c (MD) (lb)	55,6	60,3 [†]
Resistência à flexão, Média^d (XMD) (lb)	140,1	142,3 [†]

XMD: direção de máquina em sentido longitudinal

^a Padrão ASTM: 77 lb

^b Padrão ASTM : 11 lb

^c Padrão ASTM : 36 lb

^d Padrão ASTM : 107 lb

[0154]Conforme ilustrado na Tabela 6, as características de resistência

medidas pela tração do prego e dureza do núcleo estavam acima do padrão ASTM. A resistência à flexão também foi medida acima do padrão ASTM. Novamente, neste exemplo de uma modalidade da invenção, a nova formulação (tais como, por exemplo, Placas de Ensaio 3 e 4) pode fornecer mais trimetafosfato e amido formulados em uma pasta fluida utilizável, fluida, mantendo a resistência adequada.

Exemplo 7

[0155]O teste de isolamento de temperatura elevada em conformidade com os procedimentos discutidos no na Pub. ASTM WK25392 foi realizado para examinar as características de isolamento térmico de alta temperatura dos painéis de gesso com espessura de 5/8 de polegada feitos de acordo com a invenção.

[0156]As condições de transferência de calor refletidas neste teste podem ser descritas pela equação de energia para uma condução de calor instável tridimensional através da espessura do painel:

$$\Delta/\Delta x \{k (\Delta T/\Delta x)\} + q = \rho c_p (\Delta T/\Delta t) \quad (1)$$

[0157]Em que T é a temperatura em um determinado tempo t e profundidade x no painel. A condutividade térmica (k), densidade (p) e calor específico (cp) são funções dependentes de temperatura não linear em temperaturas elevadas. A taxa de geração de calor q representa uma variedade de reações endotérmicas e exotérmicas, por exemplo, mudanças de fase do gesso e combustão do papel de rosto, que ocorrem em diferentes temperaturas e, correspondentemente, em momentos diferentes.

[0158]Com a finalidade de avaliar o total de condução de calor através do painel de gesso e, portanto, seu desempenho de isolamento térmico, normalmente não é necessário medir e descrever cada variável separadamente. É suficiente avaliar seu efeito cumulativo líquido na transferência de calor.

[0159]Para este fim, um teste de isolamento térmico de alta temperatura foi desenvolvido no qual amostras de teste consistindo em dois discos com diâmetro de

4 polegadas (100 mm) são presos por parafusos de cabeça corneta tipo G.

[0160]Foram preparadas amostras de teste a partir de um painel de gesso feito usando um núcleo contendo:

Estuque	1170 lb/msf
Amido de milho pré-gelatinizado	28 lb/msf (2,3% por peso de Estuque)
Trimetafosfato de sódio (10% solução aquosa)	29 lb/msf (2,5% por peso de Estuque)
Dispersante de sulfonato de naftaleno (45% sólidos)	5 lb/msf (0,4% por peso de Estuque)
Fibra de vidro	2 lb/msf (0,2% por peso de Estuque)
Papel de revestimento	front 51 lb/msf (manilha pesado); verso 39 lb/msf (papel-jornal)

[0161]Um termopar é colocado no centro da amostra entre os discos. A amostra então é montada na borda em um rack projetado para garantir o aquecimento uniforme ao longo de sua superfície e colocado em um alto-forno pré-aquecido a 930° F (500° C).

[0162]O aumento da temperatura no centro da amostra é registrado e um índice de isolamento térmico, TI, calculado conforme o tempo, em minutos, necessário para a amostra ser aquecida de cerca de 105° F (40° C) para cerca de 390° F (200° C) é medido. O índice de isolamento térmico da amostra é calculado como:

$$TI = t_{200^{\circ}\text{C}} - t_{40^{\circ}\text{C}} \quad (2)$$

[0163]Um perfil de temperatura desenvolvido a partir de dados coletados por este procedimento muitas vezes mostra a transição do gesso para hemihidrato a cerca de 212°F (100°C) e a conversão de hemihidrato para a primeira fase de anidrita perto de cerca de 285°F (140°C). Esses dados também frequentemente mostram que, uma vez que estas transições de fase são concluídas, a temperatura sobe rapidamente de forma linear já que mais nenhuma reação química ou de mudança de fase significativa normalmente ocorre abaixo da temperatura do forno de cerca de 930° F (500°C). Esperando até que temperatura do núcleo da amostra atinja aproximadamente 105° F (40°C) para iniciar a cronometragem,

reprodutibilidade e repetitividade aceitável foram alcançadas.

[0164]O teste de isolamento térmico acima foi realizado em discos cortados do painel de gesso com espessura de 5/8 de polegada preparado de acordo com a invenção, tendo um peso de painel de 45 lb/msf. Estas amostras têm um Índice de Isolamento Térmico médio de 18,6 minutos. Em comparação, o valor médio do Índice de Isolamento Térmico para painel de teto comercial com espessura nominal de 1/2 polegada com aproximadamente 00 lb/msf disponibilizado comercialmente foi 17,0 minutos. Era inesperado que o painel da invenção (com uma densidade de núcleo de cerca de 30 pcf) teria um maior Índice de Isolamento Térmico em relação a um painel com aproximadamente o mesmo peso, mas uma maior densidade de núcleo (cerca de 35 pcf).

Exemplo 8

[0165]As amostras dos painéis da invenção foram submetidas a testes de fogo em conformidade com os procedimentos de UL U419, utilizando painéis de gesso de espessura nominal de 5/8 de polegada em conformidade com a invenção, com painel com peso de cerca de 1546 lb/msf compreendendo:

Estuque	1170 lb/msf
Amido pré-gelatinizado	28 lb/msf (2,3% em peso com base em estuque)
Trimetafosfato de sódio (base seca)	0,12% em peso com base em estuque
Dispersante de sulfonato de naltaleno (base seca)	0,14% em peso com base em estuque
fibra de vidro E de 1/2 polegada cortada	0,17% em peso com base em estuque
Papel	frente 51 lb/msf (manilha pesada); verso 39 lb/msf (papel-jornal)

[0166]Os parâmetros físicos dos painéis de gesso de 4'x10' foram os seguintes:

Espessura média do painel	0,606 pol., (nominal 5/8 pol.)
Peso médio do painel (4'x10')	61,62 lb/1545 lb/msf
Densidade média da placa	30,64 pcf

[0167]No teste U419, foram construídos montagens em uma parede de 10 pés por 10 pés. As vigas utilizadas foram vigas de aço light gauge disponíveis comercialmente formadas a partir de aço com uma espessura de cerca de 0,015 polegadas até cerca de 0,032 polegadas e com as dimensões de cerca de 3 5/8" ou 3 1/2" polegadas de largura por cerca de 1 1/4 "polegadas de espessura. As vigas de aço light gauge foram espaçadas em cerca de 24 polegadas de distância na montagem de acordo com a especificação U419.

[0168]Os procedimentos de teste U419 são considerados entre os mais rigorosos dos tipos de testes UL já que as vigas de aço light gauge muitas vezes sofrem deformação térmica (tipicamente exortando os painéis expostos em direção às chamas do jato de gás) devido à transferência de calor através dos painéis e na cavidade da montagem entre os painéis expostos e não expostos. Esta deformação muitas vezes provoca a separação das junções do painel, ou outras falhas, no lado aquecido exposto da montagem, permitindo a penetração da chama do jato de gás e/ou calor elevado rapidamente dentro da cavidade da montagem e no lado não exposto e não aquecido da montagem. Espera-se que quanto mais leve o gauge das vigas de aço, maior a probabilidade de deformação térmica das tachas e montagem.

[0169]Os painéis de gesso foram conectados horizontalmente, ou seja, perpendicular às vigas verticais, em cada lado da montagem. Normalmente, dois painéis de 10 pés por 4 pés e um painel de 10 pés por 2 pés são usados em cada lado da estrutura. Os painéis foram presos à estrutura com parafusos tipo-S alto/baixo de uma polegada em cada lado da montagem, oito polegadas fora do centro. Os painéis foram posicionados para que as juntas entre os painéis de cada lado da estrutura estivessem alinhadas umas com as outras. Então, as juntas foram seladas com fita para juntas de papel e massa para juntas. Nos testes seguindo os procedimentos de U419, o aço utilizado para formar as vigas light gauge possuía uma espessura de 0,0 polegadas ou 0,018 polegadas e a montagem não está

sujeita à carga externa.

[0170]Em cada um dos testes, o conjunto de painel e a montagem da estrutura foram posicionados de modo que um lado da montagem, o lado exposto, foi submetido a uma matriz de chamas de alto-forno de jato de gás que aqueceu o lado exposto da montagem a temperaturas e a uma taxa especificada pelo ASTM padrão ASTM 119. Em conformidade com os procedimentos de U419, um conjunto de cerca de 14 sensores foi disposto em relação espaçada entre o lado exposto aquecido da montagem e cada um dos jatos de gás para monitorar a temperatura usada para aquecer o lado exposto da montagem. Também em conformidade com esses procedimentos, um conjunto de sensores foi disposto em relação espaçada no lado oposto, não aquecido e não exposto da montagem. Normalmente, 12 sensores foram aplicados à superfície não exposta da montagem em um padrão em conformidade com os procedimentos UL. Em conformidade com esses procedimentos, cada sensor também estava coberto por uma almofada isolante.

[0171]Durante os procedimentos de teste de fogo, as temperaturas de alto-forno usadas seguiram a curva de aquecimento de ASTM-119 começando em temperatura ambiente e aumentando no lado exposto da montagem para mais de 1600°F em aproximadamente uma hora, com a mais rápida mudança de temperatura ocorrendo no início do teste e perto da conclusão do teste. O teste foi encerrado quando também houve uma falha catastrófica de carga no lado exposto da montagem, a média das temperaturas dos sensores no lado não exposto da montagem excedeu a temperatura pré-selecionada (250°F acima da temperatura ambiente), ou quando um único sensor do lado não exposto da montagem excedeu uma segunda temperatura pré-selecionada (325°F acima da temperatura ambiente).

[0172]Os dados gerados durante o teste de U419 foram plotados nas Figuras 1 e 2. A Figura 1 é um gráfico das temperaturas relatado pelo sensor único que atingiu a temperatura máxima ao término do teste e um gráfico da média das

temperaturas do sensor do início do teste até o término do teste. A Figura 1 mostra também um gráfico da curva de temperatura ASTM 119 usada para as temperaturas do alto-forno no lado exposto, aquecido da montagem. A Figura 2 é um gráfico expandido dos dados para as temperaturas máximas do sensor único e temperaturas médias do sensor, mostradas na Figura 1.

[0173]Conforme indicado nas Figuras 1 e 2, ambas as temperaturas máximas do sensor único e temperaturas médias do sensor na superfície não exposta da montagem aumentaram gradualmente durante os testes em relação às temperaturas do alto-forno, com um aumento mais rápido da temperatura do sensor único perto do término do teste. Por exemplo, a cerca de 20 minutos de tempo decorrido, as temperaturas máximas do sensor e médias do sensor na superfície não exposta da montagem eram inferiores a cerca de 180° F e cerca de 175° F, respectivamente. Em cerca de 25 minutos, as temperaturas máximas do sensor e médias do sensor eram inferiores a cerca de 195° F e cerca de 190° F, respectivamente. Em cerca de 30 minutos, as temperaturas máximas do sensor e médias do sensor eram inferiores a cerca de 230° F e cerca de 210° F, respectivamente. A temperatura máxima do sensor único não excedeu 300° F, até bem depois de transcorridos cerca de 30 minutos, com uma temperatura inferior a cerca de 410° F em cerca de 35 minutos. O sensor médio não excedeu 300° F até o término do teste em mais de 35 minutos, com uma com uma temperatura inferior a cerca de 290° F em cerca de 35 minutos.

[0174]Os painéis da invenção também satisfizeram os critérios tais como os usados para estabelecer a resistência ao fogo UL, que é confirmada pelos dados mostrados nas Figuras 1 e 2. Os painéis da invenção satisfizeram os critérios que os qualificariam para uma resistência de "30 minutos" ao fogo. Entre outros requisitos, tais critérios exigiam uma temperatura média do sensor na superfície não exposta da montagem de não mais do que a temperatura ambiente no início do teste mais 250°

F e uma temperatura máxima do sensor individual de não mais do que a temperatura ambiente no início do teste mais 325° F (normalmente a temperatura ambiente é cerca de 90° F ou menos para esses testes). As temperaturas do teste U419 sob estes critérios são indicadas abaixo.

	Média	Individual
Superfície Não Exposta Critérios de Limitação de Temperatura Temperatura Ambiente 69°F	319°F	394°F
Superfície Não Exposta Limites de Temperatura Alcançados	Não exceder a 304°F	T/C # 1 a 34 Min. 30 Seg.

[0175]Portanto, este teste demonstra que os painéis da presente invenção têm a habilidade de retardar substancialmente a passagem de calor através de parede ou estruturas de teto por mais de 30 minutos sob os protocolos U419 muito rigorosos. Assim, não obstante a baixa densidade do núcleo dos painéis e baixo peso dos painéis em relação à espessura do painel, os painéis da invenção podem desempenhar um papel importante no controle da propagação de incêndios no interior de edifícios.

Exemplo 9

[0176]Os painéis da invenção também foram submetidos a testes de fogo seguindo os procedimentos do protocolo UL U305 usando os painéis de gesso com espessura nominal de 5/8 de polegada feitos de acordo com a formulação dos núcleos e folhas de papel de revestimento descritas no Exemplo 8 acima e com um painel com peso de cerca de 1580 lb/msf.

[0177]Os parâmetros físicos dos painéis de gesso da invenção usados neste teste foram os seguintes:

Espessura Média do Painel	0.620 pol. (nominalmente 5/8 pol.)
Peso Médio do Painel	63.10 lb/1580 lb/msf
Densidade Média	30.57 pcf

[0178]Neste exemplo, o procedimento de teste do protocolo U305 requer montagens que suportam cargas feitas de painéis de gesso com espessura nominal

de 5/8 de polegada e estrutura de viga de madeira. Em conformidade com os procedimentos de teste U305, os painéis da invenção foram aplicados a uma estrutura como a discutida acima no Exemplo 8, feita usando 2 vigas de abeto de Douglas de 2 x 4 (aproximadamente 3,5 polegadas de largura por 1,5 polegadas de espessura), espaçadas com cerca de 16 centímetros de distância e montadas entre as placas de base e topo de abeto de Douglass de 2x4. Os painéis foram aplicados horizontalmente com as articulações alinhadas em lados opostos do sistema com pregos 6d, e as articulações foram presas com fita e seladas com a massa para juntas. Foi aplicada uma carga total de cerca de 17.800 quilos no topo da montagem.

[0179]Os dados gerados durante o teste U305 foram traçados nas Figuras 3 e 4. A Figura 3 é um gráfico das temperaturas relatado pelo sensor único que atingiu a temperatura máxima ao término do teste e um gráfico da média das temperaturas do sensor desde o início do teste até o término do teste. A Figura 3 mostra também uma parcela da curva de temperatura ASTM 119 usada para as temperaturas do alto-forno no lado aquecido exposto da montagem. A Figura 4 é um gráfico expandido dos dados para essas temperaturas máximas do sensor único e médias do sensor mostradas na Figura 4. O teste foi encerrado devido à falha de carga da montagem em cerca de 46 minutos.

[0180]Conforme indicado nas Figuras 3 e 4, ambas as temperaturas máximas do sensor único e médias do sensor na superfície não exposta da montagem aumentaram gradualmente durante os testes em relação às temperaturas do alto-forno no lado aquecido da montagem. Por exemplo, com cerca de 20 minutos decorridos, as temperaturas máximas do sensor único e médias do sensor eram inferiores a cerca de 175°F e cerca de 165°F, respectivamente. Com cerca de 25 minutos, as temperaturas máximas do sensor único e médias do sensor eram inferiores a cerca de 190° F e aproximadamente 180° F, respectivamente. Com

cerca de 30 minutos, as temperaturas máximas do sensor único e médias do sensor eram inferiores a cerca de 205°F e aproximadamente 190°F, respectivamente. A temperatura máxima do sensor único não excedeu 300°F, até bem depois de transcorridos cerca de 45 minutos, com uma temperatura inferior a 225°F com cerca de 35 minutos; inferior a cerca de 245°F com cerca de 40 minutos; e inferior a cerca de 275°F com cerca de 45 minutos. A temperatura média do sensor não excedeu 300°F mediante no término do teste, com uma temperatura inferior a 205°F com cerca de 35 minutos; inferior a cerca de 230°F com cerca de 40 minutos; e inferior a cerca de 250°F com cerca de 45 minutos.

[0181]Os painéis da invenção também satisfizeram os critérios como os que estabeleceriam uma resistência ao fogo de "30 minutos", que é confirmada pelos dados mostrados nas Figuras 3 e 4. Conforme discutido no Exemplo 8, tais critérios exigiriam uma temperatura média do sensor na superfície não exposta da montagem de não mais do que a temperatura ambiente no início do teste mais 250° F, e uma temperatura máxima do sensor individual no início do teste de não mais do que a temperatura ambiente mais de 325°F (normalmente as temperaturas ambiente são cerca de 90°F ou menos para esses testes). As temperaturas do teste U305 sob estes critérios são indicadas abaixo, com o resultado "não excedido" indicando que os limites de temperatura máxima no lado não exposto da montagem não foram atingidos antes que o teste fosse encerrado devido à falha de carga.

	Média	Individual
Superfície Não Exposta Critérios de Limitação de Temperatura Temperatura Ambiente 61°F	311°F	386°F
Superfície Não Exposta Limites de Temperatura Alcançados	Não Exceder a 259°F	Não Exceder a 303°F

[0182]Este teste demonstra ainda que os painéis da presente invenção têm a capacidade de fornecer resistência a e proteção contra fogo substanciais e, não obstante a baixa densidade do núcleo dos painéis e baixo peso do painel em relação à espessura do painel, conforme indicado nos testes U305 acima, mesmo sob carga

substancial, montagens feitas usando os painéis da invenção atrasam substancialmente a passagem de calor através de parede ou estruturas de teto por mais de 30 e, pelo menos, até 45 minutos sob as condições U305.

Exemplo 10

[0183] Neste Exemplo, o painel do Exemplo 8 foi submetido a um teste de resistência à tração do prego para determinar as propriedades de resistência dos painéis sob este critério comumente usado. O teste de resistência à tração do prego é uma medida de uma combinação dos pontos fortes do núcleo de um painel de gesso, suas folhas de revestimento e a ligação entre as folhas de revestimento e o gesso. O teste mede a força máxima necessária para puxar um prego com uma cabeça através do painel até que ocorram grandes rachaduras da placa. Nos testes deste Exemplo, os testes de resistência à tração do prego foram realizados em conformidade com a ASTM C 473-09.

[0184] Em breve resumo, a amostra testada foi condicionada a cerca de 70°F e com umidade relativa de 50% por 24 horas antes do teste. Uma broca de 7/64 polegadas foi usada para fazer furos piloto através da espessura das amostras. A amostra foi então colocada em uma placa de apoio da amostra com um buraco de três polegadas de diâmetro no centro, que era perpendicular ao trajeto do prego de teste. O furo piloto foi alinhado com a ponta da haste do prego. A carga foi aplicada à taxa de deformação de uma polegada por minuto até a carga máxima ser alcançada. Em 90% da carga de pico, depois de passar a carga de pico, o teste foi interrompido e a carga de pico foi registrada como resistente à tração do prego.

[0185] Os resultados de resistência à tração do prego estão resumidos na Tabela 7 abaixo.

TABELA 7

Resistência à Tração do Prego			
Amostra	Pico de Carga Médio (lb-f)	Pesos do Painel Calculados (lb/msf)	Densidade da Placa (lb/ft³)
1	88,2	1602	30,8
2	85,6	1586	30,5
3	90,5	1597	30,7
4	89,5	1608	30,9
5	85,7	1592	30,6
6	87,1	1591	30,6
Méd.	87,4	1596	30,7

[0186] Os valores médios de resistência à tração do prego para estes exemplos de painel de baixo peso e de baixa densidade da invenção obtiveram uma média de 87,4 lb-f. Isso indica que, não obstante a baixa densidade dos painéis da invenção, os painéis da invenção conseguem atingir valores de resistência à tração do prego comparáveis a painéis de gesso resistentes ao fogo muito mais pesados e mais densos.

Exemplo 11

[0187] Foram feitas amostras de laboratório para avaliar o efeito da adição de siloxano e siloxano juntamente com amido pré-gelatinizado em uma formulação de pasta fluida de gesso e painéis da invenção feitos com tal pasta fluida. As formulações utilizadas neste teste constam na Tabela 8 abaixo.

TABELA 8

Resultados de Teste para Formulações da Invenção com Siloxano e Siloxano Junto Com Amido Pré-Gelatinizado (100:msf)																	
Estuque	HRA	Água	Amido de milho pré-gelatinizado	Siloxano	STMP	Dispersante	Sabac	Relação A/E	Secagem da Peça		Siloxano	MgO	Cinza volante	Peso da Peça	Densidade do Cubo	Absorção de Água	Resistência do Cubo
(g)	(g)	(oz)	(g)	(% de estuque)	(g)	(molhado, g)	(gras)		330°F	116°F	(g)	(g)	(g)	(lbs msf)	(lb cf)	(%)	(psi)
									(Min)	(h)							
1000	15	1600	0	0	1,5	4	5	1,6	30	48	0	0	0	1525	na	na	na
1000	16	1800	0	1,0	1,5	4	6	1,6	30	48	10	4	10	1526	28,87	22	378
1000	15	1600	20	0,0	1,5	4	5	1,6	30	48	0	0	0	1921	na	na	na
1000	15	1600	20	1,0	1,5	4	5	1,6	30	48	10	4	10	1700	31,87	3,4	459
1000	15	1600	40	0,0	1,5	4	5	1,6	30	48	0	0	0	2014	na	na	na
1000	15	1600	40	1,0	1,5	4	5	1,6	30	48	10	4	10	1788	33,81	2,1	540

[0188]Um misturador de alto cisalhamento operando a cerca de 7500 RPM por 2,5 minutos foi usado para fazer a emulsão de siloxano. A emulsão de siloxano foi misturada com estuque e aditivos para fazer uma pasta fluida com 10 segundos de imersão mais 10 segundos de mistura em alta velocidade de um misturador Warning. Para avaliar a resistência à água das formulações de pasta fluida de núcleo fornecidas acima, cubos de 2"x2"x2" foram moldados com a pasta fluida e secados a cerca de 116°F durante a noite para um teste de absorção de água. As formulações de pasta fluida de núcleo também foram utilizadas para formar painéis de aproximadamente um pé por um pé, com uma espessura nominal de 5/8 de polegada, por moldagem em laboratório entre folhas de papel de revestimento para testes de encolhimento em alta temperatura e de isolamento térmico discutidos neste exemplo.

[0189]Usando os cubos moldados, o método de teste de absorção de água ASTM C1396 foi realizado colocando cubos secos em água a 70°F durante 2 horas e determinando o percentual de peso ganho. Este teste demonstrou que os níveis de absorção de água de cerca de 22% para a formulação com apenas siloxano adicionado e um nível de absorção de água significativamente melhorado de cerca

de 3,4% e cerca de 2,1% para o 1% de siloxano/2% de amido pré- gelatinizado (20 gramas) e 1% de siloxano/4% de amido pré-gelatinizado (40 gramas) respectivamente.

[0190]O teste de encolhimento de alta temperatura foi realizado em conformidade com os procedimentos desenvolvidos e relatado na Pub. ASTM WK25392 para fornecer uma medida quantitativa das características do encolhimento dos painéis de gesso da presente invenção sob condições de alta temperatura. Os testes de isolamento térmico foram realizados usando os procedimentos discutidos acima no Exemplo 7. Para o teste de encolhimento de alta temperatura e testes de isolamento térmico, dez discos com 4 polegadas (100 mm) de diâmetro foram cortados de duas amostras de placa de gesso mencionadas acima usando uma furadeira com um da lâmina para furo. Seis dos discos foram utilizados para o teste de encolhimento de alta temperatura e quatro foram usados para o teste de isolamento térmico.

[0191]O procedimento de teste de encolhimento de alta temperatura reflete o fato de que o encolhimento de alta temperatura que painéis de gesso podem sofrer sob a condição de fogo é influenciado por fatores além de reações de calcinação que podem ocorrer nos núcleos do painel de gesso sob condições de alta temperatura. O protocolo do teste, da mesma forma, usa um alto-forno sem ventilação para que não haja nenhum fluxo de ar de fora do alto-forno que possa esfriar as amostras. A temperatura do alto-forno é aproximadamente 60°F (850°C) para justificar o encolhimento que pode ocorrer nas fases de anidrita das estruturas do núcleo de gesso, bem como calcinação e outros efeitos de alta temperatura, quando expostas a condições de fogo de altas temperaturas.

[0192]A fim de evitar o choque térmico nas amostras de teste, o que pode produzir resultados de teste inválidos devido à fragmentação e ruptura, o protocolo de testes foi modificado para colocar as amostras no alto-forno antes que esta seja

aquecida a cerca de 60°F (850 °C). As amostras foram colocadas nesta temperatura durante um mínimo de aproximadamente 20 minutos antes do alto-forno ser desligada. A porta do alto-forno permaneceu fechada enquanto o alto-forno esfriava. As amostras não foram removidas para medição até depois de a temperatura cair para aproximadamente a temperatura ambiente.

[0193]Como a placa de gesso é anisotrópica, a quantidade de encolhimento irá variar ligeiramente nas direções de comprimento e largura. Portanto, duas medições ortogonais foram tomadas e foi calculada a média para calcular o diâmetro médio do disco. Nestes testes, foram efetuadas duas medições a 90 graus de uma ao outra, já que se verificou que esta abordagem proporciona uma medição consistente de diâmetro médio de amostra para amostra. Normalmente, se as duas medidas para um disco diferissem por mais de 0,01 polegada (0,25 mm), o disco seria rejeitado e as medições excluídas dos resultados relatados. O encolhimento foi calculado como a variação percentual no diâmetro médio após exposição ao calor, e denotado "S", tipicamente para o mais próximo 0,1% para o grupo de seis mostras.

[0194]Como pode ser observado na Tabela 7, além de oferecer resistência à umidade melhorada, a adição de siloxano sem amido pré-gelatinizado adicionado melhorou inesperadamente as propriedades de encolhimento da amostra do painel, reduzindo o encolhimento de quase 6% para cerca de 3%. A adição de amido pré-gelatinizado aumentou o encolhimento das amostras em relação às amostras sem amido pré-gelatinizado adicionado e as amostras com apenas adicionado siloxano. Esse encolhimento aumentou com o aumento da quantidade de amido pré-gelatinizado adicionado. No entanto, a combinação de siloxano adicionado e amido pré-gelatinizado adicionado inesperadamente melhorou significativamente o encolhimento de alta temperatura das amostras de ensaio. Por exemplo, a adição de siloxano reduziu o encolhimento das amostras com 20 gramas de amido pré-gelatinizado de mais de 7% para menos de 3,5%. Da mesma forma, a adição de

siloxano em as amostras com 40 gramas de amido pré-gelatinado reduziu o encolhimento de alta temperatura de mais de 8% para mais de 3%. Nesse sentido, a adição de siloxano em painéis de gesso da invenção fornece mais resistência ao encolhimento de alta temperatura, o que deve potencializar e, inesperadamente, melhorar as propriedades de resistência ao fogo dos painéis da invenção.

[0195]O uso dos termos "um(a)" e "uns(umas)" e "o(a)(s)" e referentes similares no contexto da descrição da invenção (especialmente no contexto das seguintes reivindicações) deve ser interpretado no sentido de abranger tanto o singular quanto o plural, a menos que indicado de outra forma neste documento ou claramente desmentido pelo contexto. A recitação das faixas de valores neste documento destinam-se apenas a servir como um método resumido de se referir individualmente a cada valor separado caindo dentro da faixa, salvo indicação em contrário neste documento, e cada valor separado é incorporado à especificação como se fossem individualmente mencionados neste documento. Todos os métodos aqui descritos podem ser executados em qualquer ordem apropriada, a menos que indicado de outra forma neste documento, ou de outra forma claramente desmentido pelo contexto. O uso de qualquer e todos os exemplos, ou linguagem exemplar (por exemplo, "tal como") aqui apresentada, tem apenas a intenção de iluminar melhor a invenção e não representa uma limitação no escopo da invenção, a menos que declarado em contrário. Nenhuma linguagem no relatório descritivo deve ser interpretada como indicação de qualquer elemento não reivindicado como essencial para a prática da invenção.

[0196]Aspectos e modalidades preferenciais desta invenção são descritos neste documento, incluindo o melhor modo conhecido pelos inventores para realizar a invenção. Deve ser entendido que as modalidades ilustradas são exemplares apenas e não devem ser vistas como limitação ao escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Painel de gesso, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

um conjunto de núcleo de gesso endurecido disposto entre duas folhas de revestimento, o núcleo de gesso endurecido formado por uma pasta fluida compreendendo pelo menos água; estuque; e amido em uma quantidade de cerca de 0,5% a cerca de 10% de peso com base no peso do estuque; e fibras minerais de vidro ou de carbono, ou combinações das mesmas, em uma quantidade de cerca de 0,1% a 0,3% em peso, com base no peso do estuque; o painel tendo uma densidade em um intervalo de cerca de 27 a 34 lb/pé³ (cerca de 430 a 545 kg/m³) e um Índice de Isolamento Térmico de pelo menos cerca de 17 minutos.

2. Painel de gesso de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o painel possui uma dureza de núcleo média de, pelo menos, cerca de 11 lb (cerca de 5 kg), e, a uma espessura nominal de painel de cerca de 0,625 polegadas (cerca de 1,6 cm), o painel possui uma resistência à tração do prego de pelo menos uns 85 lb (cerca de 39 kg), a resistência à tração do prego é determinada de acordo com o padrão ASTM C473-09.

3. Painel de gesso de, acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o painel apresenta encolhimento em alta temperatura de cerca de 10% ou menos.

4. Painel de gesso, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o painel possui uma absorção de água de cerca de 5% em peso ou menos, a absorção de água é determinada de acordo com o padrão ASTM C473-09.

5. Painel de gesso, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a pasta fluida inclui ainda:

(i) um dispersante em uma quantidade de cerca de 0,1% a 3% em peso, com base no peso do estuque;

(ii) um componente contendo fosfato em uma quantidade de cerca de 0,1% a 0,5% em peso, com base no peso do estuque;

(iii) siloxano em uma quantidade de pelo menos cerca de 0,4% em peso, com base no peso do estuque;

(iv) um amido pré-gelatinizado em uma quantidade de pelo menos cerca de 0,2% em peso, com base no peso do estuque; ou

(v) qualquer combinação de (i) – (iv).

6. Painel de gesso, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a pasta fluida inclui ainda siloxano em uma quantidade efetiva para aumentar:

(i) a resistência à água do painel de modo que o painel tenha uma absorção de água de cerca de 5% em peso ou menos, a absorção de água é determinada de acordo com o padrão ASTM C473-09;

(ii) a resistência a encolhimento em alta temperatura do painel de modo que o painel exiba resistência a encolhimento em alta temperatura menor do que a resistência a encolhimento em alta temperatura de um painel tendo um núcleo de gesso endurecido formado a partir de uma pasta fluida sem siloxano;

(iii) a resistência a encolhimento em alta temperatura do painel de modo que o painel exiba resistência a encolhimento em alta temperatura que é cerca de metade ou menos do que a resistência a encolhimento em alta temperatura de um painel tendo um núcleo de gesso endurecido formado a partir de uma pasta fluida sem siloxano; ou

(iv) qualquer combinação de (i) a (iii).

7. Painel de gesso resistente ao fogo, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

um conjunto de núcleo de gesso endurecido disposto entre duas folhas de revestimento, o painel tendo uma densidade em um intervalo de cerca de 27 a 34

lb/pé³ (cerca de 430 a 545 kg/m³), o painel sendo eficaz em inibir a transmissão de calor entre uma montagem de tais painéis preparados de acordo com os procedimentos UL U419 ou UL U305, em que uma superfície é exposta a uma fonte de calor e uma superfície não aquecida oposta incluiu diversos sensores aplicados à mesma, de modo que a temperatura máxima de um único sensor da superfície não aquecida é menos do que cerca de 415° F (cerca de 213° C) passados cerca de 30 minutos, a fonte de calor seguindo uma curva de tempo-temperatura de acordo com a norma ASTM E119-09a, e os sensores organizados em um padrão de acordo com os procedimentos usados para preparar a montagem.

8. Painel de gesso resistente ao fogo, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o painel é eficaz em inibir a transmissão de calor através da montagem de modo que a temperatura média do sensor na superfície não aquecida é inferior a 340° F (171° C) passados cerca de 30 minutos.

9. Painel de gesso resistente ao fogo, de acordo com a reivindicação 7 ou 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

(i) o painel possui uma dureza de núcleo média de, pelo menos, cerca de 11 lb (cerca de 5 kg);

(ii) o painel possui um Índice de Isolamento Térmico maior que 17 minutos;

(iii) o painel possui espessura nominal de painel de cerca de 0,625 polegadas (cerca de 1,6 cm), o painel possui uma resistência à tração do prego de pelo menos uns 85 lb (cerca de 39 kg), a resistência à tração do prego é determinada de acordo com o padrão ASTM C473-09;

(iv) o painel exibe encolhimento em alta temperatura de cerca de 10% ou menos;

(v) o painel possui uma absorção de água de cerca de 5% em peso ou menos, a absorção de água é determinada de acordo com o padrão ASTM C473-09;
ou

(vi) qualquer combinação de (i) a (v).

10. Painel de gesso resistente ao fogo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a montagem é preparada mediante os procedimentos UL U305, o painel sendo eficaz em inibir a transmissão de calor através da montagem de modo que:

(a) a temperatura máxima de um único sensor na superfície não aquecida seja menos que:

(i) cerca de 415° F (cerca de 213° C) em cerca de 45 minutos de tempo decorrido quando medido conforme os procedimentos UL U305, ou

(ii) cerca de 270° F (cerca de 130° C) em cerca de 45 minutos de tempo decorrido quando medido conforme os procedimentos UL U305;

(b) a temperatura média do sensor na superfície não aquecida seja menos que:

(i) cerca de 340° F (cerca de 170° C) em cerca de 30 minutos de tempo decorrido quando medido conforme os procedimentos UL U305, ou

(ii) cerca de 245° F (cerca de 118° C) em cerca de 45 minutos de tempo decorrido quando medido conforme os procedimentos UL U305; ou

(c) qualquer combinação de (a) e (b).

FIGURA 1

TESTE U419 (Temperatura Máxima do Sensor Único e Temperatura Média do Sensor)
e Curva de Temperatura de Alto-forno ASTM

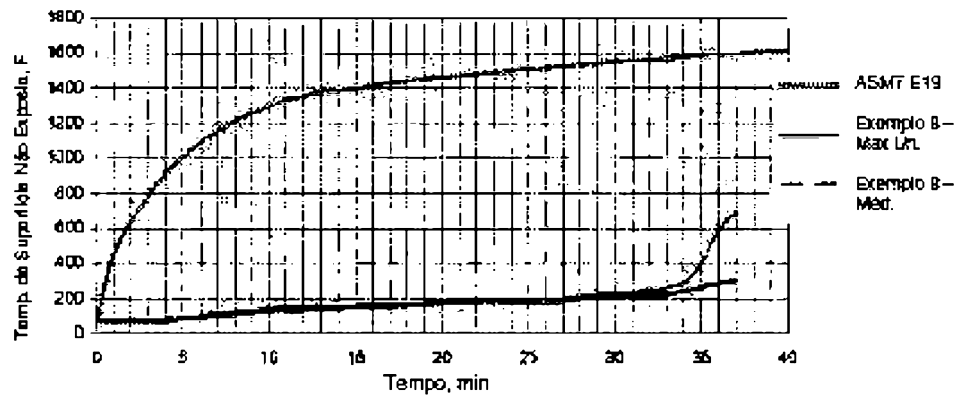


FIGURA 2

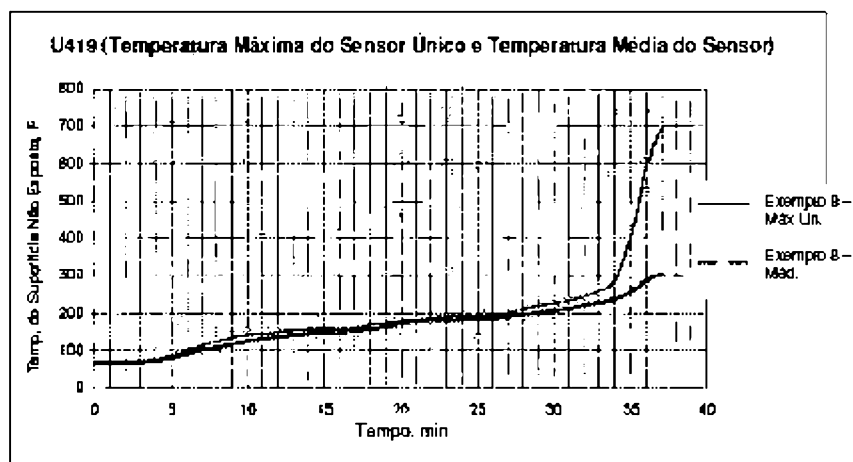


FIGURA 3

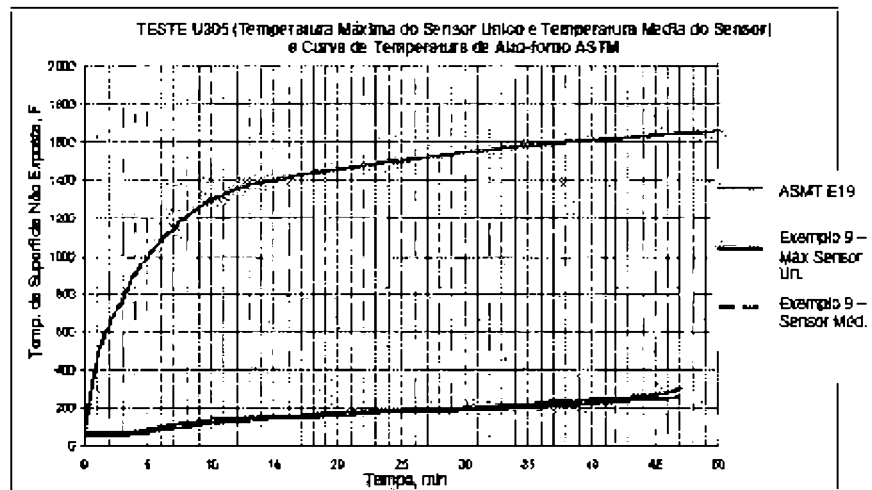
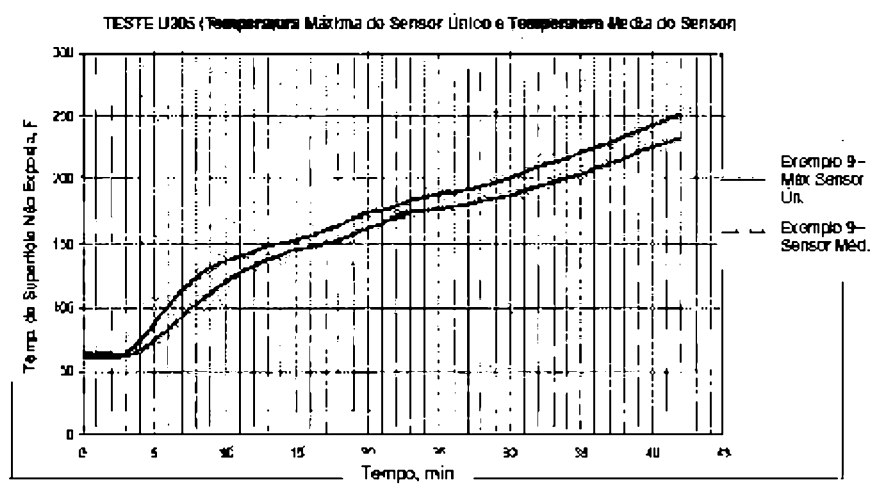


FIGURA 4



RESUMO

“PAINEL DE GESSO RESISTENTE AO FOGO DE BAIXA DENSIDADE E PESO

Um painel de gesso de 5/8 a 3/4 polegadas de espessura de baixo peso, baixa densidade com capacidades de resistência ao fogo suficiente para fornecer um índice de isolamento térmico de pelo menos 17 minutos que quando submetido a procedimentos de teste U419 não falhará por pelo menos 30 minutos e, em modalidades selecionadas, também tem excelentes propriedades de resistência de água.