



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

(11) BR 112016000472-8 B1



(22) Data do Depósito: 11/07/2014

(45) Data de Concessão: 04/01/2022

(54) Título: COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO INTUMESCENTE LÍQUIDA, SUBSTRATO REVESTIDO, E, MÉTODO DE PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS CONTRA INCÊNDIO

(51) Int.Cl.: C09D 5/18.

(30) Prioridade Unionista: 16/07/2013 EP 13176656.0.

(73) Titular(es): AKZO NOBEL COATINGS INTERNATIONAL B.V..

(72) Inventor(es): RACHEL BUTLER; KEVIN JEFFREY KITTLE; THOMAS WILLIAM HOPE.

(86) Pedido PCT: PCT EP2014064893 de 11/07/2014

(87) Publicação PCT: WO 2015/007629 de 22/01/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 08/01/2016

(57) Resumo: COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO INTUMESCENTE LÍQUIDA, SUBSTRATO REVESTIDO, E, MÉTODO DE PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS CONTRA INCÊNDIO. Composição de revestimento intumescente líquida que compreende os componentes a seguir: a. 25,0-75,0% em volume de um ou mais polímero(s) termorretrátil (eis) orgânico(s) e um ou mais agente (s) de cura para o(s) polímero(s) termorretrátil(eis) orgânico(s); b. 1,0-70,0% em volume de uma fonte de ácido fosfórico ou sulfônico; c. 6,0-60,0% em volume de uma fonte de ácido bórico; d. 0-2,0% em volume de melamina ou derivados de melamina; e e. 0-1,0% em volume de um ou mais derivados de isocianurato; em que o percentual em volume dos componentes (a), (b), (c), (d) e (e) é calculado sobre o volume total dos componentes não voláteis da composição de revestimento. A composição de revestimento intumescente termorretrátil é adequada para a proteção de substratos contra incêndios de hidrocarboneto, tais como incêndios de jato. A composição de revestimento pode ser utilizada sem uma tela de suporte. A presente invenção também se refere a substratos revestidos pela composição de revestimento intumescente e a um método de proteção de estruturas contra incêndio.

COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO INTUMESCENTE LÍQUIDA,
SUBSTRATO REVESTIDO, E, MÉTODO DE PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS
CONTRA INCÊNDIO

[001] A presente invenção refere-se a uma composição intumescente líquida, substratos revestidos com a mencionada composição e um método de proteção de estruturas contra o fogo. As cinzas formadas a partir de um revestimento de acordo com a presente invenção possuem excelentes propriedades de resistência e isolamento térmico. Conseqüentemente, a composição de revestimento intumescente apresenta utilidade na proteção de estruturas, como instalações marítimas, contra um incêndio turbulento causado por hidrocarbonetos.

[002] O uso de estrutura de aço como método de construção civil é comum. A maioria da produção de aço mundial vai para a construção civil. Edifícios com estrutura de aço oferecem muitas vantagens em comparação com métodos tradicionais de construção, mas sofrem uma grande desvantagem, nomeadamente que, no caso de incêndio, a temperatura do aço não protegido aumenta rapidamente até um ponto em que o aço "amolece", perde sua rigidez e isso compromete a integridade da estrutura. Com o tempo, o edifício entrará em colapso, mas, muito antes disso acontecer, a flexão da estrutura causará a liberação de placas, revestimento etc., que podem estar conectados à estrutura de aço, cuja liberação impõe risco significativo para as pessoas que tentam evacuar o edifício e para os bombeiros que tentam conter o incêndio.

[003] A forma mais simples de tentar superar a desvantagem acima mencionada das estruturas de aço é isolar o

ação de alguma forma. O grau de isolamento afeta o tempo decorrido para alcançar o ponto em que a estrutura se torna instável e atinge-se várias classificações com o uso de testes oficiais.

[004] Revestimentos intumescentes são utilizados sobre muitas estruturas para retardar os efeitos de aquecimento de um incêndio. O revestimento reduz a velocidade de aumento da temperatura do substrato ao qual o revestimento é aplicado. O revestimento aumenta, portanto, o tempo até o colapso da estrutura devido ao calor do incêndio. O tempo adicional faz com que seja mais provável que os bombeiros sejam capazes de extinguir o fogo ou pelo menos aplicar água de refrigeração antes da estrutura desabar.

[005] Intumescer significa inchar e carbonizar. Quando exposto ao calor/fogo, um revestimento intumescente forma uma barreira de espuma sólida (não inflamável) altamente isolante, espessa e porosa sobre a superfície coberta por ela.

[006] O principal benefício desses materiais intumescentes com relação às várias outras opções disponíveis é o fato de que, sob condições normais, eles não ocupam praticamente nenhum espaço (geralmente, as espessuras de revestimento encontram-se na região de 5 mm) e agregam peso adicional desprezível à estrutura. Revestimentos intumescentes são disponíveis comercialmente há muitos anos. A maior parte dos revestimentos intumescentes requer um revestimento de primer, uma ou mais camadas de material intumescente para acumular a espessura necessária de material e um revestimento de acabamento para aumentar a resistência às condições meteorológicas. Há necessidade de revestimentos

intumescentes que produzem revestimentos mais duros, com menos camadas e que são danificados com menos facilidade.

[007] Revestimentos intumescentes convencionais que compreendem um aglutinante polimérico também compreendem tipicamente os componentes a seguir, que permitem que o revestimento seja intumescido ao ser exposto ao calor/fogo: uma fonte de ácido, um agente de carbonização e um agente de sopro.

[008] Quando o revestimento intumescente convencional é exposto ao fogo ou calor excessivo, a fonte de ácido decompõe-se para fornecer ácido. O agente de carbonização ou de formação de cinzas (também conhecido como carbonífico) reage com o ácido para formar cinzas carbonáceas. Exemplos de agentes de formação de cinzas incluem, por exemplo, álcoois póli-hídricos como pentaeritritol, dipentaeritritol ou suas misturas. As cinzas carbonáceas são obtidas mediante decomposição do álcool póli-hídrico. O agente de sopro produz um gás não inflamável (normalmente amônia) quando submetido ao calor ou chamas. Os agentes de sopro mais comumente utilizados são melamina e derivados de melamina. THEIC, que é isocianurato de tris-(2-hidroxietila), também é um agente de sopro conhecido. O gás evoluído do agente de sopro serve para causar a expansão das cinzas carbonáceas para formar uma espuma.

[009] Revestimentos intumescentes deverão ser diferenciados de revestimentos retardadores de fogo. O propósito de um retardador de fogo ou um revestimento retardador de chamas é o de reduzir a inflamabilidade e retardar a combustão do substrato que ele reveste. Não é necessário nem essencial causar o intumescimento de um

retardador de fogo puro. Conseqüentemente, revestimentos retardadores de fogo geralmente possuem composição muito diferente de revestimentos intumescentes tradicionais. Revestimentos retardadores de fogo às vezes contêm, por exemplo, altas quantidades de materiais (certas cargas e pigmentos) que se destinam a evitar a passagem das chamas, mas esses materiais também inibem o intumescimento do revestimento.

[010] Revestimentos intumescentes podem ser caracterizados de acordo com o tipo de incêndio contra o qual são projetados para fornecer proteção. Por exemplo, alguns revestimentos intumescentes são projetados para fornecer proteção contra incêndios celulósicos, enquanto outros são projetados para fornecer proteção contra incêndios de hidrocarboneto.

[011] Proteção contra incêndio celulósico indica revestimentos que são formulados para proteger elementos de estrutura contra exposição de incêndio celulósico. Incêndio celulósico é caracterizado por uma fonte de combustível, como madeira, papéis, tecidos etc. Estes combustíveis são comuns em projetos comerciais e de infraestrutura dos dias atuais no ambiente construído, normalmente para aplicações arquitetônicas no ambiente construído, que incluem aço estrutural exposto interna e externamente. A curva de teste de incêndio padrão celulósico alcança 500 °C em cerca de cinco minutos e eleva-se até mais de 1100 °C ao longo do tempo.

[036] Proteção contra incêndios de hidrocarboneto indica revestimentos que foram formulados especificamente para proteger elementos estruturais de aço

contra exposição a incêndio de hidrocarboneto. Descobriu-se que incêndios de hidrocarboneto são extremamente turbulentos e apresentam aumento muito rápido de calor até cerca de 1000 °C em cinco minutos, com aumento para 1100 °C pouco tempo depois. Um incêndio de piscina pode comprometer a integridade estrutural de aço comum utilizado em instalações de petróleo e gás em poucos minutos. Incêndios de jato são um grupo específico de incêndios alimentados por hidrocarboneto resultantes da combustão de combustível que é liberado continuamente sob alta pressão (2 bar ou mais). Incêndios de jato representam risco significativo para instalações marítimas devido aos altos fluxos de calor e forças erosivas que eles produzem.

[037] Revestimentos intumescentes protetores contra incêndios de hidrocarboneto necessitam ser mais resistentes, mais duradouros e ter maior resistência a condições meteorológicas que revestimentos intumescentes que protegem contra incêndios celulósicos. Além disso, revestimentos intumescentes que protegem contra incêndios de hidrocarboneto devem ser capazes de formar cinzas muito resistentes com boa integridade estrutural e adesão ao substrato para que não desmoronem nem se separem do substrato quando expostas aos altos fluxos de calor e forças erosivas extremas de incêndios de hidrocarboneto.

[038] Algumas vezes, se um revestimento intumescente produzir espuma de cinzas com resistência adequada (contra as forças turbulentas de um incêndio de hidrocarboneto), vários aditivos como cargas, fibras, sílica e materiais de reforço de vidro poderão ser adicionados à composição de revestimento intumescente com o objetivo de

aumentar a resistência das cinzas. Todavia, o uso de quantidade alta demais de aditivos em composições de revestimento intumescente convencionais reduz a quantidade de inchaço do revestimento quando exposto a calor/fogo excessivo, o que resulta em comprometimento da sua proteção térmica.

[039] Em outros casos, caso um revestimento intumescente produza uma espuma de cinzas com isolamento térmico inadequado, adiciona-se mais agente de sopro, tal como um agente de sopro com funcionalidade amina, como ureia, dicianodiamida, melamina e derivados de melamina. O propósito da adição de mais agentes de sopro é aumentar a quantidade de gás produzida durante o processo intumescente para que seja formada uma espuma de isolamento mais expandida, com menor densidade e maior isolamento. Normalmente, entretanto, espuma altamente expandida possui baixa resistência e adesão.

[040] Para resumir o acima, (i) revestimentos intumescentes que produzem boas cinzas resistentes e compactas que são robustas o suficiente para resistir às forças erosivas extremas de um incêndio de hidrocarboneto frequentemente possuem baixa capacidade de isolamento térmico do substrato que revestem; e (ii) revestimentos intumescentes que produzem cinzas altamente expandidas com boa proteção térmica, as cinzas não são suficientemente resistentes para resistir às forças erosivas extremas de um incêndio de hidrocarboneto.

[041] Uma solução conhecida para fornecer um sistema de revestimento que fornece resistência, adesão e bom isolamento térmico é fornecer um sistema de revestimento que compreende duas camadas de revestimento conforme descrito em

WO 96/03854. O sistema de revestimento de WO 96/03854 compreende uma primeira camada de revestimento que forma uma espuma de cinzas carbonífica rígida com resistência e densidade e a segunda camada de revestimento forma uma espuma de cinzas carbonífica isolante com densidade de cerca de metade da densidade da espuma de cinzas da primeira camada de revestimento. A primeira camada destina-se a proteger o substrato contra rompimento e exposição direta às condições do incêndio (ou seja, resistência) e a segunda camada destina-se a fornecer isolamento. Todavia, WO 96/03854 não ensina como fornecer resistência e isolamento com o uso de uma única composição de revestimento.

[042] Há necessidade de uma composição de revestimento intumescente que resulte em revestimento que, quando exposto ao calor, produza cinzas com excelente resistência e que forneçam excelente proteção térmica, para que seja adequado para uso em incêndios de hidrocarboneto turbulentos.

[043] É fornecida neste documento uma composição de revestimento intumescente que, quando curada e exposta ao calor em seguida, sofre intumescimento para formar uma barreira não inflamável que é resistente e possui bom desempenho em incêndios (propriedades de isolamento térmico), na medida em que é adequada para proteção contra incêndios de hidrocarboneto.

[044] A composição de revestimento de acordo com a presente invenção fornece uma película resistente durável, duradoura e resistente ao ambiente (água/corrosão) com boa adesão. Quando exposto ao calor, um revestimento formado com a composição de acordo com a presente invenção

produz um revestimento com resistência suficiente para que materiais de reforço, como uma tela, também não sejam necessários.

[045] Outra vantagem é que a composição de revestimento é de fácil aplicação e, quando curada, possui boa adesão ao substrato na medida em que é capaz de ser utilizada sem uma tela de reforço. Como o revestimento pode ser aplicado e utilizado sem uma tela, a composição de revestimento pode ser aplicada mais rapidamente.

[046] A composição de revestimento líquida de acordo com a presente invenção pode ser convenientemente aplicada por meio de métodos convencionais como pincelamento, despejamento, pulverização a vácuo ou aplicação com espátula.

[047] Quando o revestimento intumescente de acordo com a presente invenção é exposto ao calor, são produzidos gases a partir de uma reação entre a fonte de ácido fosfórico ou ácido sulfônico, a fonte de ácido bórico e o(s) polímero(s) orgânico(s) curado(s).

[048] Estes gases agem como agente de sopro para espumar as cinzas carbonáceas. Surpreendentemente, os inventores descobriram que, quando os agentes de sopro mais comumente utilizados, incluindo melamina, derivados de melamina e derivados de isocianurato, são adicionados à composição de revestimento de acordo com a presente invenção, há redução ou nenhum aprimoramento da proteção térmica fornecida pelas cinzas e há um efeito prejudicial sobre a resistência das cinzas e adesão das cinzas ao substrato. A redução da resistência das cinzas e adesão das cinzas resulta na separação das cinzas do substrato e rachadura, o que reduz ainda mais a proteção térmica proporcionada pelas cinzas. Os

inventores descobriram, portanto, que é necessário que a composição compreenda o menos possível desses tipos de componentes e, preferencialmente, nenhum desses componentes.

[049] Poder-se-á esperar que a adição de aditivos, como cargas, fibras e materiais de reforço de vidro, a uma composição de revestimento aprimore a resistência das cinzas, mas, ao mesmo tempo, seria esperada a redução da quantidade de intumescimento do revestimento, comprometendo a proteção térmica das cinzas. Surpreendentemente, quando fibras de vidro são adicionadas à composição de revestimento de acordo com a presente invenção, este comprometimento não é observado; por outro lado, as cinzas possuem excelente proteção e resistência térmica.

[050] As excelentes propriedades excelentes da composição de revestimento de acordo com a presente invenção devem-se à combinação específica e quantidades de componentes definidas neste documento. A composição de revestimento intumescente de acordo com a presente invenção compreende os componentes a seguir:

- a. 25,0-75,0% em volume de um ou mais polímero(s) termorretrátil(eis) orgânico(s) e um ou mais agente(s) de cura para o(s) polímero(s) termorretrátil(eis) orgânico(s);
- b. 1,0-70,0% em volume de uma fonte de ácido fosfórico ou sulfônico;
- c. 6,0-60,0% em volume de uma fonte de ácido bórico;
- d. 0-2,0% em volume de melamina ou derivados de melamina; e
- e. 0-1,0% em volume de um ou mais derivados de isocianurato;

em que % em volume é calculado sobre o volume total dos componentes não voláteis na composição de revestimento.

[051] Exceto se estabelecido em contrário neste documento, todos os valores % em volume (%vol) estabelecidos neste documento são calculados sobre o volume total dos componentes não voláteis na composição de revestimento à temperatura ambiente (25 °C). O volume de cada componente pode ser calculado com conhecimento da massa e densidade específica do componente.

[052] Os componentes não voláteis na composição de revestimento são os componentes que estão presentes no revestimento após a cura da composição de revestimento. Para o propósito da presente invenção, como regra geral, componentes não voláteis possuem ponto de ebulição de mais de 150 °C a 1 pressão atmosférica. Um solvente na composição de revestimento, que não está presente na película de revestimento, não é um componente não volátil.

[053] Por exposição ao calor, indicamos preferencialmente exposição a temperaturas de cerca de 150 °C e superiores (por exemplo, 250 °C), normalmente em um incêndio.

[054] Preferencialmente, os polímeros termorretráteis orgânicos não compreendem um polissiloxano.

[055] A composição de revestimento intumescente pode compreender, por exemplo, 35,0-65,0% em volume de (a), preferencialmente 50,0-65,0% em volume de (a).

[056] A composição de revestimento intumescente pode compreender, por exemplo, 1,0-50,0% em volume de (b), preferencialmente 5,0-25,0% em volume de (b).

[057] A composição de revestimento intumescente pode compreender, por exemplo, 6,0-50,0% em volume de (c), preferencialmente 10,0-25,0% em volume de (c), de maior preferência 10,0-25,0% em volume de (c).

[058] Particularmente, a composição de revestimento intumescente pode compreender um total de 0-2,0% em volume dos mencionados melamina ou derivados de melamina (d) e outros agentes de sopro com funcionalidade amina selecionados a partir de dicianodiamida, ureia e seus derivados (f).

[059] O polímero termorretrátil orgânico de (a) pode compreender pelo menos um dos grupos funcionais a seguir: grupos epóxi, amina, éster, vinila, vinil éster, amida, uretano, mercaptan, ácido carboxílico, acrilóila, metacrilóila, isocianato, alcoxissilila, anidrido, hidroxila, alcóxi e politiol.

[060] Um exemplo de polímero termorretrátil orgânico de (a) é uma resina epóxi. Um exemplo do agente de cura de (a) é selecionado a partir de amina, tiol, ácido carboxílico, anidrido e/ou agente de cura com funcionalidade álcool. Preferencialmente, o polímero termorretrátil orgânico de (a) é uma resina epóxi e o agente de cura de (a) é selecionado a partir de amina, tiol, ácido carboxílico, anidrido e/ou agente de cura com funcionalidade álcool.

[061] O componente (c) pode ser preferencialmente selecionado a partir de um ou mais dos seguintes: ácido bórico; sais de borato como pentaborato de amônio, borato de zinco, borato de sódio, borato de lítio, borato de alumínio, borato de magnésio e borossilicatos. De

maior preferência, (c) é pentaborato de amônio ou ácido bórico.

[062] Ácido bórico é conhecido por ter função de sopro. Por exemplo, US 3.934.066 e WO 2010/054984 mencionam que ácido bórico pode ser utilizado como agente de sopro. Muitos outros agentes de sopro, incluindo melamina e ureia, também são mencionados e exemplificados em US 3.934.066 e WO 2010/054984. Todavia, nenhum dos dois relatórios descritivos sugere uma composição de revestimento intumescente formulada com pelo menos 6,0% em volume de ácido bórico em combinação com os outros componentes reivindicados e uma quantidade muito baixa de outros agentes de sopro específicos que incluem melamina e que o revestimento desta composição de revestimento teria resistência excelente e forneceria excelente proteção térmica, na medida em que é adequada para proteção contra incêndios de hidrocarboneto, mesmo sem tela.

[063] Opcionalmente, a composição de revestimento intumescente pode compreender um total de 0-2,0% em volume da mencionada melamina ou derivados de melamina (d), os mencionados outros agentes de sopro funcionais de amina selecionados a partir de dicianodiamida, ureia e seus derivados (f) e outros agentes de sopro (g), em que os mencionados outros agentes de sopro (g) são selecionados a partir de grafite expansível, ácido sulfâmico e sais de tungstanato (como tungstanato de sódio) e seus derivados.

[064] Opcionalmente, a composição de revestimento intumescente pode compreender fibras de vidro.

[065] A composição de revestimento pode opcionalmente também compreender uma ou mais fonte(s) de

metal e/ou íons de metaloide. Por exemplo, uma ou mais fonte(s) de íons de metal e/ou metaloide pode estar presente em quantidade de 5-60% em volume. Exemplos de uma ou mais fonte(s) de íons de metal ou metaloide (c) que podem ser selecionados são um ou mais dos seguintes: óxidos metálicos, óxidos de metaloide, hidróxidos metálicos, hidróxidos de metaloide, carbonatos metálicos, carbonatos de metaloide, bicarbonatos metálicos, fosfatos metálicos, cloretos metálicos, sulfatos metálicos, nitratos metálicos, silicatos metálicos, boratos metálicos e seus complexos.

[066] O metal na fonte de íons de metal ou metaloide pode ser selecionado a partir de Al, Si, Ti, Al, B, Zn, Cu, Mg, Na ou Ca. A uma ou mais fonte(s) de íon(s) de metal ou metaloide pode ser um ou mais dentre TiO_2 , ZnO, $ZnPO_4$, $Al(OH)_3$, Al_2O_3 , $AlPO_4$, caulim, MgO, $MgPO_4$ ou ZrO_2 .

[067] Em um caso específico, portanto, (a) pode compreender um ligante epóxi e um agente de cura com funcionalidade amina, (b) pode ser uma fonte de ácido fosfórico e (c) pode ser um ou mais dos seguintes: TiO_2 , ZnO, $ZnPO_4$, $Al(OH)_3$, Al_2O_3 , $AlPO_4$, caulim, MgO, $MgPO_4$ ou ZrO_2 .

[068] Também dentro do escopo da presente invenção, encontra-se um substrato revestido com as composições de revestimento descritas neste documento. Exemplos de substratos incluem substratos de metal, por exemplo, substratos de aço e de alumínio e materiais compostos, tais como plástico reforçado com vidro (GRP). Como uma vantagem desta composição de revestimento é o fato de que os revestimentos produzidos por ela possuem resistência notável na medida em que não racham nem se delaminam do substrato quando não é utilizada tela de reforço, mesmo no

caso de incêndio de hidrocarboneto turbulento, outra realização da presente invenção é um substrato revestido com as composições de revestimento conforme descrito neste documento, em que o substrato revestido não compreende uma tela de reforço.

[069] Também dentro do escopo da presente invenção, encontra-se um método de proteção de estruturas (como instalações marítimas, instalações de petróleo e gás, instalações terrestres como refinarias e instalações químicas e edifícios de infraestrutura de alto valor (HVI) contra incêndios, por meio de:

- revestimento da estrutura com uma composição de revestimento intumescente conforme definido neste documento (por exemplo, por meio de pincelamento, despejamento, pulverização ou aplicação com espátula), opcionalmente sem uma tela; e

- manutenção da composição de revestimento em cura, preferencialmente em temperatura ambiente (por exemplo, -5 a 50 °C).

[070] A composição de revestimento aplicada no método é um líquido.

[071] Polímero(s) termorretrátil(eis) orgânico(s) e agente(s) de cura (a):

[072] A composição de revestimento de acordo com a presente invenção compreende um ou mais polímero(s) termorretrátil(eis) orgânico(s) e agente(s) de cura para o(s) polímero(s) termorretrátil(eis) orgânico(s). Preferencialmente o(s) polímero(s) termorretrátil(eis) orgânico(s) não compreende(m) uma cadeia de polissiloxano. O

polímero termorretrátil orgânico e o agente de cura são capazes de curar para formar revestimento sobre um substrato.

[073] Uma cadeia de polissiloxano é definida como estrutura com uma cadeia principal Si-O com grupos laterais orgânicos ligados a átomos de silício por meio de uma ligação de carbono ou heteroátomo, em que pelo menos parte dos átomos de silício é ligada a um, dois ou três átomos de oxigênio. Uma cadeia de polissiloxano pode ter estrutura linear, ramificada, em cadeia e/ou enjaulada. Uma cadeia de polissiloxano também inclui precursores para a mencionada cadeia de polissiloxano.

[074] O polímero termorretrátil orgânico, portanto, preferencialmente não é um organopolissiloxano, por exemplo, um polissiloxano com grupos pendentes orgânicos, tais como alquila C₁-C₁₀ (metila, etila, fenila), grupos amino e epóxi.

[075] O polímero termorretrátil orgânico possui natureza orgânica. Por natureza orgânica, indica-se que o sistema de polímero contém carbono. Portanto, por definição, o polímero orgânico pode não compreender estruturas de silicato inorgânico puramente polimérico ou oligomérico, por exemplo, silicato de sódio ou de potássio. Revestimentos adicionais nos quais o ligante é apenas um silicato alcalino são lixiviáveis e não forneceria película duradoura/resistente ao ambiente (água/corrosão) adequada para proteção contra incêndios de hidrocarboneto.

[076] O polímero termorretrátil orgânico pode, todavia, conter heteroátomos e pode, por exemplo, conter grupos com funcionalidade alcoxissilila. Como o polímero termorretrátil orgânico contém carbono, um agente de

carbonização adicional não é um componente essencial na composição de revestimento.

[077] O polímero termorretrátil orgânico pode ser um ou uma mistura de mais de um polímero termorretrátil orgânico diferente.

[078] O polímero termorretrátil orgânico pode compreender um ou mais dos grupos funcionais a seguir: grupos epóxi, amina, éster, vinila, vinil éster, amida, uretano, mercaptan, ácido carboxílico, acrilóila, metacrilóila, isocianato, alcoxissilila, anidrido, hidroxila, alcóxi e politiol.

[079] Um polímero orgânico adequado para uso na presente composição pode ser: uma resina com funcionalidade epóxi. Normalmente, a resina epóxi possui peso molecular numérico médio Mn na faixa de 300 a cerca de 6.000, preferencialmente 300 - 3.000.

[080] Resinas com funcionalidade epóxi adequadas incluem (i) poliglicidil éteres derivados de álcoois póli-hídricos como etilenoglicol, dietilenoglicol, trietilenoglicol, 1,2-propilenoglicol, 1,4-butilenoglicol, 1,5-pentanodiol, 1,2,6-hexanotriol, glicerol, trimetilolpropano, bisfenol-A (produto de condensação de acetona e fenol), bisfenol-F (produto de condensação de fenol e formaldeído), bisfenol-A hidrogenado ou bisfenol-F hidrogenado; (ii) poliglicidil éteres de ácidos policarboxílicos, formados por meio da reação de um composto epóxi como epicloro-hidrina com um ácido policarboxílico alifático ou aromático, como ácido oxálico, ácido succínico, ácido glutárico, ácido tereftálico, ácido 2,6-naftaleno dicarboxílico ou ácido linoleico dimerizado; (iii) materiais

alicíclicos olefinicamente insaturados epoxidados, como éteres e ésteres alicíclicos de epóxi; (iv) resinas epóxi que contêm grupos de oxialquileno; (v) resinas novolac de epóxi, que são preparadas por meio de reação de uma epi-halo-hidrina (por exemplo, epicloro-hidrina) com o produto de condensação de aldeído com um fenol mono-hídrico ou póli-hídrico (por exemplo, condensado de fenolformaldeído); e (vi) suas misturas.

[081] A resina com funcionalidade epóxi possui preferencialmente peso equivalente em epóxi na faixa de 100 a 5.000, de maior preferência 160 - 1.000 g/eq.

[082] Resinas epóxi disponíveis comercialmente incluem, por exemplo, DER 331® (Dow Chemicals) e Epikote 828® (Momentive Performance Chemicals).

[083] Outras resinas adequadas incluem resinas de vinil éster, tais como resinas de (meta)acrilato, resinas com funcionalidade vinila, por exemplo, polissiloxanos com funcionalidade vinila e poliésteres insaturados, poliuretanos, alquídeos e resinas orgânicas com funcionalidade alcoxissilila ou suas combinações.

[084] As composições de revestimento intumescente de acordo com a presente invenção com base em polímeros termorretráteis orgânicos não apenas produzem cinzas resistentes com proteção térmica excelente, como os próprios revestimentos podem também ter boa resistência de película e resistência ao ambiente e corrosão. Ademais, é possível formular as composições de revestimento de acordo com a presente invenção com polímeros termorretráteis com baixo teor de orgânicos voláteis (VOC), por exemplo, menos de 250 g/L, preferencialmente menos de 100 g/L e, de maior

preferência, menos de 50 g/L. O teor de orgânicos voláteis (VOC) pode ser determinado de acordo com o método de ISO11890-2. Se a composição de revestimento for fornecida na forma de uma composição de duas embalagens, os valores de VOC referem-se ao teor volátil dos dois pacotes quando misturados na razão correta. Por outro lado, polímeros termoplásticos são geralmente formulados com comparativamente mais solvente, já que a evaporação do solvente é necessária para afetar o endurecimento da película de revestimento. Ter VOC mais baixa não é apenas vantajoso devido ao menor impacto ambiental, mas também é compreendido pelos inventores como aprimorando propriedades mecânicas e reduzindo a inflamabilidade da película de revestimento. Sem desejar limitações à teoria, os inventores deduziram que isso se deve ao fato de que o uso de menos solvente reduz as chances de retenção de solvente na película de revestimento à medida que a película endurece. Solvente orgânico preso no revestimento pode afetar negativamente as propriedades mecânicas da película de revestimento e também aumentar sua inflamabilidade. Além disso, baixo VOC permite a aplicação da composição de revestimento em alta espessura sem os problemas de retenção de solvente de uma tinta com base em solvente.

[085] A composição de revestimento intumescente também compreende um agente de cura para curar o polímero termorretrátil orgânico. A escolha de agente de cura não é particularmente limitada, exceto que ele necessita compreender grupos funcionais que sejam capazes de reagir com os grupos funcionais do polímero termorretrátil orgânico para afetar a retícula/cura. A determinação de um agente de cura adequado encontra-se dentro do conjunto geral de capacidades

e do conhecimento do técnico no assunto que formula composições de revestimento.

[086] Se a composição de revestimento for uma composição de revestimento curável à temperatura ambiente (temperatura ambiente = -5-50 °C), o agente de cura compreende grupos funcionais capazes de reagir com os grupos funcionais do polímero termorretrátil orgânico à temperatura ambiente.

[087] Por exemplo, se o polímero termorretrátil orgânico for uma resina epóxi, agente de cura adequado compreenderia os grupos funcionais a seguir: amins (por exemplo, agentes de cura do tipo amina primária, amina secundária e amina terciária/imidazol), tióis, ácidos carboxílicos, anidridos e álcoois como fenóis. Exemplos apropriados são agentes de cura de resina de fenol, agentes de cura de poliamina, agentes de cura de politiol, agentes de cura de polianidrido e agentes de cura de ácido policarboxílico.

[088] Exemplos de agentes de cura de resina de fenol são resina de novolac fenol, resina de novolac bisfenol e póli p-vinilfenol.

[089] Exemplos de agentes de cura de poliamina são dietileno triamina, trietileno tetramina, tetraetileno pentamina, dicianodiamida, poliamidoamina, resina de poliamida, compostos de cetimina, isoforona diamina, m-xileno diamina, m-fenileno diamina, 1,3-bis(aminometil)ciclo-hexano, bis(4-aminociclo-hexil) metano, N-aminoetil piperazina, 4,4'-diaminodifenil metano, 4,4'-diamino-3,3'-dietildifenil metano e diaminodifenil sulfona, fenalcamina e bases de Mannich. Agentes de cura de qualidade de grau comercial de qualquer

dessas poliaminas podem ser utilizados. Adutos de qualquer dessas amins podem também ser utilizados. Esses adutos podem ser preparados por meio de reação da amina com um composto adequadamente reativo, como uma resina epóxi. Isso reduzirá o teor de amina livre do agente de cura, o que o tornará mais adequado para uso sob condições de baixa temperatura e/ou alta umidade.

[090] Exemplos de agentes de cura de ácido policarboxílico incluem anidrido ftálico, anidrido tetra-hidroftálico, anidrido metiltetra-hidroftálico, anidrido 3,6-endometilenotetra-hidroftálico, anidrido hexacloroendometilenotetra-hidroftálico e anidrido metil-3,6-endometilenotetra-hidroftálico.

[091] Em uma realização, (a) compreende uma resina epóxi e um agente de cura com funcionalidade amina. Convenientemente, esta realização é capaz de ser curada em condições ambiente (por exemplo, de -5 a 50 °C a 50% de umidade relativa "RH").

[092] Se a composição de revestimento compreender um agente de cura, ela é geralmente utilizada em quantidade para que a estequiometria de grupos reativos sobre o agente de cura para o grupo reativo sobre a resina termorretrátil orgânica seja de 0,4 a 1,5:1, preferencialmente 0,5-1,3:1. Por exemplo, se o polímero termorretrátil orgânico for uma resina epóxi e o agente de cura possuir funcionalidade amina, a estequiometria de hidrogênio ativo sobre o agente de cura com funcionalidade amina para epóxi sobre a resina epóxi seria de 0,4 a 1,5:1, preferencialmente de 0,6-1,2:1.

[093] A composição de revestimento de acordo com todas as realizações da presente invenção compreende de 35,0 a 65,0% em volume, preferencialmente de 50,0 a 65,0% em volume do polímero termorretrátil orgânico e agente de cura para o polímero termorretrátil orgânico.

FONTE DE ÁCIDO FOSFÓRICO OU SULFÔNICO (B):

[094] A fonte de ácido fosfórico ou sulfônico é um ou mais componentes que são capazes de produzir ácido fosfórico ou sulfônico mediante exposição ao calor. Exemplos dessas fontes incluem sais de sulfato ou fosfato de sódio, potássio ou amônio, tais como polifosfato de amônio (APP), fosfato de monoamônio, fosfato de diamônio, fosfato de potássio (como tripolifosfato de potássio), fosfato de sódio, ácido paratolueno sulfônico, sulfato de amônio, sulfato de potássio e sulfato de sódio. Fontes preferidas incluem polifosfato de amônio (APP) e ácido paratolueno sulfônico.

[095] Exposição ao calor geralmente indica exposição a temperaturas de cerca de 150 °C e superiores, normalmente durante um incêndio.

[096] Adequadamente, a composição de revestimento compreende uma fonte de ácido fosfórico. Uma fonte preferida de ácido é polifosfato de amônio, que é disponível comercialmente como Exolit AP422® da Clariant.

[097] Quando um revestimento produzido a partir da composição de revestimento de acordo com a presente invenção é exposto ao calor, normalmente em um incêndio, ácido fosfórico ou sulfônico é produzido pela fonte de ácido. O ácido gerado a partir da fonte de ácido reage com o polímero. Esta reação transmite funções de carbonização e sopro ao revestimento intumescente.

[098] A composição de revestimento compreende de 0,2 a 70,0% em volume da fonte de ácido sulfônico ou fosfórico. Preferencialmente, o volume da fonte de ácido sulfônico ou fosfórico varia de 5,0 a 70% em volume, de 10,0 a 50,0% em volume ou de 10,0 a 25,0% em volume.

[099] Para evitar dúvidas, o percentual em volume da fonte de ácido sulfônico ou fosfórico é o volume de toda a fonte de ácido (ou seja, volume de polifosfato de amônio) e não o volume do ácido que é produzido pela fonte (ou seja, não o volume do ácido fosfórico).

FONTES DE ÁCIDO BÓRICO (C):

[0100] A composição de revestimento de acordo com a presente invenção compreende 0,2-60,0% em volume de uma fonte de ácido bórico. Preferencialmente, a composição de revestimento compreende 6-50,0% em volume da fonte de ácido bórico e, de maior preferência, 10,0-25,0% em volume da fonte de ácido bórico.

[0101] A fonte de ácido bórico pode ser, por exemplo, selecionada a partir de um ou mais dos seguintes: ácido bórico, sais de borato como pentaborato de amônio, borato de zinco, borato de sódio, borato de lítio, borato de alumínio, borato de magnésio e borossilicatos.

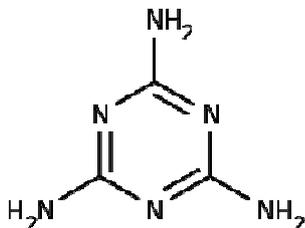
[0102] Fontes preferidas de ácido bórico são pentaborato de amônio e ácido bórico.

0-2,0% EM VOLUME DE MELAMINA OU DERIVADOS DE MELAMINA (D):

[0103] A composição de revestimento pode compreender melamina ou derivados de melamina, mas até uma quantidade máxima de 2,0% em volume. Preferencialmente, a

composição de revestimento não compreende melamina nem derivados de melamina.

MELAMINA POSSUI A ESTRUTURA QUÍMICA A SEGUIR:



[0104] Derivados de melamina são bem conhecidos na técnica. Derivados de melamina podem, por exemplo, ser um sal de melamina (por exemplo, cianurato de melamina) ou compreender a mesma estrutura exibida acima, exceto por pelo menos um dos hidrogênios sobre os grupos amina ligados ao anel aromático, que é substituído por um grupo alquila, alquenila ou arila opcionalmente substituído. Derivados de melamina incluem, por exemplo, melamina formaldeído, melamina metilolada, hexametoximetilmelamina, monofosfato de melamina, fosfato de dimelamina, bifosfato de melamina, polifosfato de melamina, pirofosfato de melamina, fosfato de dimelamina e cianurato de melamina, hexametoximetil melamina, melam(1,3,5-triazina-2,4,6-triamina-n-4,6-diamino-1,3-5-triazin-2-ila), melem(-2,5,8-triamino-1,3,4,6,7,9,9b-hepta-azafenaleno) e melon(póli[8-amino-1,3,4,6,7,9,9b-hepta-azafenaleno-2,5-di-il)imino.

[0105] Em algumas realizações, a composição de revestimento compreende uma quantidade baixa, ou nenhuma, de agentes de sopro com funcionalidade amina. Um agente de sopro com funcionalidade amina é um composto que compreende funcionalidade amina (NHR_2 , em que $\text{R} = \text{alquila ou H}$) que é capaz de transmitir função de sopro ao revestimento curado

quando o revestimento curado é exposto ao calor (geralmente cerca de 250 °C, normalmente quando o revestimento curado é exposto a incêndio).

[0106] Por exemplo, a composição de revestimento intumescente pode compreender um total de 0-2,0% em volume da mencionada melamina ou derivados de melamina (d) e outros agentes de sopro com funcionalidade amina selecionados a partir de dicianodiamida (NC-NH-C(NH)NH_2), ureia ($\text{CO(NH}_2)_2$) e seus derivados (f).

[0107] Exemplos de derivados de ureia incluem, por exemplo, N-alquilureias, como metil ureia, N,N'-dialquilureias como dimetilureia e N,N,N'-trialquilureias como trimetilureia, guanilureia, fosfato de guanilureia, formamida amino ureia, fosfato de guanilureia, 1,3-diamino ureia, biureia e similares.

[0108] Os inventores do presente procuram, portanto, reduzir ou preferencialmente eliminar a necessidade de agentes de sopro com funcionalidade amina, como os selecionados a partir de ureia, dicianodiamida, melamina e seus derivados na composição de revestimento.

[0109] Preferencialmente, a composição de revestimento não contém nenhum (ou seja, 0% em volume) ou substancialmente nenhum agente de sopro com funcionalidade amina selecionado a partir de ureia, dicianodiamina, melamina e seus derivados.

[0110] A composição de revestimento intumescente pode compreender um total de 0-2,0% em volume de (d) e outros agentes de sopro com funcionalidade amina.

[0111] Exemplos de outros agentes de sopro com funcionalidade são glicina ou fosfato de amina, por exemplo,

polifosfato de amônio, azodicarbonamida, 4,4-oxibis (benzeno sulfonyl hidrazida), p-tolueno hidrazida, p-tolueno sulfonylsemicarbazida, dinitrosopentametilenotetramina, 5-feniltetrazol, diazoaminobenzeno. Os materiais acima liberam gás nitrogênio quando ao decompor-se mediante exposição ao calor.

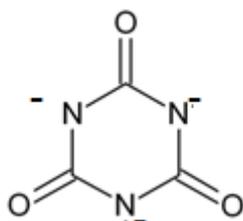
[0112] A composição de revestimento intumescente pode compreender ao todo 0-2,0% em volume de (d), (f) e outros agentes de sopro (g), em que os mencionados agentes de sopro (g) são selecionados a partir de grafite expansível, ácido sulfâmico e sais de tungstanato, como tungstanato de sódio e seus derivados.

[0113] Inesperadamente, as cinzas formadas a partir da composição de revestimento de acordo com a presente invenção são inesperadamente mais resistentes e duras que composições de revestimento intumescente tradicionais, que compreendem quantidade muito maior de melamina ou derivados de melamina (ou outros agentes de sopro, em particular agentes de sopro com funcionalidade amina). Os revestimentos de acordo com a presente invenção fornecem particularmente excelente proteção térmica ao substrato revestido. Os revestimentos não racham quando em um incêndio de hidrocarboneto e podem ser surpreendentemente utilizados sem uma tela de reforço, ao contrário de revestimentos intumescentes tradicionais, que estão disponíveis atualmente no mercado e se delaminariam do substrato se utilizados sem uma tela. A causa deste fenômeno não é compreendida. Parece haver algum tipo de interação especial de fortalecimento entre a fonte de ácido bórico (c) e a fonte de ácido fosfórico ou sulfônico (b) que fornece resistência adicional

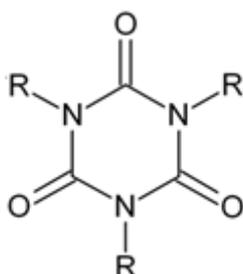
à estrutura do revestimento, mas esta interação de fortalecimento é interrompida se melamina ou derivados de melamina estiverem presentes.

DERIVADOS DE ISOCIANURATO (E):

[0114] A composição de revestimento pode compreender um ou mais derivados de isocianuratos, mas apenas até quantidade máxima de 1,0% em volume. Derivados de isocianuratos são conhecidos na técnica e são conhecidos por terem função de sopro. Derivados de isocianuratos compreendem pelo menos um íon de isocianurato com a estrutura a seguir:



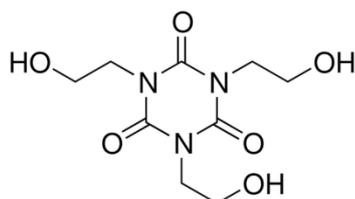
[0115] Os ânions de nitrogênio do íon de isocianurato são neutralizados por serem ligados covalentemente, normalmente a resíduos catiônicos de alquilas e alquenilas que podem ser substituídos opcionalmente por heteroátomos como O, N e S e/ou hidroxila, epóxi, haleto (Cl, Br, I) e/ou grupos de isocianato. Derivados de isocianurato podem, portanto, compreender a estrutura exibida abaixo.



[0116] R pode ser, portanto, idêntico ou diferente e pode ser selecionado a partir de grupos alquila ou alquenila lineares, ramificados ou cíclicos opcionalmente

substituídos por heteroátomos como O, N e S e grupos hidroxila, epóxi, haleto (Cl, Br, I) e/ou isocianato. Normalmente, cada R compreende de 1 a 20 carbonos, geralmente de 1 a 5 carbonos.

[0117] Um exemplo é THEIC, que é isocianurato de tris-(2-hidroxieta), conforme exibido abaixo.



[0118] Preferencialmente, a composição de revestimento não compreende derivados de isocianurato.

OPCIONAL: FONTE DE ÍONS METÁLICOS E/OU ÍONS DE METALOIDE:

[0119] A composição de revestimento intumescente pode compreender uma ou mais fontes de íons metálicos e/ou íons de metaloide. Por exemplo, a composição de revestimento intumescente pode compreender de 1-60% em volume de uma ou mais fontes de íons metálicos e/ou de metaloide. Preferencialmente, o volume da fonte de íons de metal/metaloide varia de 1 a 50% em volume, de 1 a 40% em volume, de 1 a 30% em volume, de 5 a 60% em volume, de 5 a 50% em volume, de 5 a 40% em volume, de 5 a 30% em volume, de 5 a 20% em volume e/ou de 5 a 12% em volume.

[0120] Opcionalmente, a fonte de íons metálicos pode ser selecionada a partir de um ou mais dos seguintes: óxidos metálicos, óxidos de metaloide, hidróxidos de metal, hidróxidos de metaloide, carbonatos metálicos, bicarbonatos metálicos, fosfatos metálicos, cloretos metálicos, sulfatos

metálicos, nitratos metálicos, boratos metálicos e seus complexos.

[0121] Preferencialmente, a fonte de íons metálicos compreende um ou mais dentre: Al, Ti, Al, Zn, Cu, Zr, Mg, Na ou Ca. Preferencialmente, a fonte de íons de metaloide compreende um ou mais dentre Si ou B.

[0122] Óxidos metálicos e óxidos de metaloide são compostos nos quais átomos de metal/metaloide são ligados a oxigênio. Óxidos metálicos simples possuem apenas um tipo de íon metálico, que se liga a um íon de óxido (O^{2-}) em proporção suficiente para equilibrar as cargas sobre o íon metálico. Óxidos de metaloide simples contêm apenas um tipo de íon de metaloide, que se liga a um íon de óxido (O^{2-}) em proporção suficiente para equilibrar as cargas sobre o íon de metaloide. Por exemplo, o íon de cobre Cu^+ , o íon de magnésio Mg^{2+} , o íon de alumínio Al^{3+} e o íon de silício Si^{4+} combinam-se com o íon de óxido O^{2-} para formar Cu_2O (cuprita), MgO (periclase), Al_2O_3 (corindo) e SiO_2 (sílica). Óxidos metálicos misturados compreendem mais de um tipo de íon metálico, por exemplo, $MgAl_2O_4$ (espinela) e $FeTiO_3$ (ilmenita).

[0123] Fontes adequadas de óxidos metálicos que podem ser utilizadas isoladamente ou em combinação nas composições de acordo com a presente invenção são: Al_2O_3 , TiO_2 , ZnO , ZrO_2 , SiO_2 , MgO , silicato de alumínio (às vezes denominado caulim) e argila de porcelana. Uma fonte adequada de óxido de metaloide inclui sílica (SiO_2).

[0124] Se TiO_2 for a única fonte de íon metálico na composição de revestimento intumescente, ele pode estar presente em quantidade de mais de 8,0% em volume.

[0125] Hidróxidos metálicos compreendem ligações de metal-hidróxi e hidróxidos de metaloide compreendem ligações de metaloide-hidróxi. Hidróxidos de metal e metaloide também compreendem às vezes ligações de metal/metaloide-oxigênio.

[0126] Hidróxidos simples de metal/metaloide contêm um tipo de íon de metal ou metaloide que é ligado a um íon de hidróxido (OH^-) e opcionalmente também um íon de óxido (O^{2-}), em proporção suficiente para equilibrar as mudanças sobre o íon de metal/metaloide. Hidróxidos misturados de metal/metaloide contêm mais de um tipo de íon de metal e/ou metaloide, em que os íons de metal/metaloide são ligados a íons de hidróxido (OH^-) e opcionalmente também íons de óxido (O^{2-}), em proporção suficiente para equilibrar as alterações sobre os íons metálicos.

[0127] Um hidróxido metálico particularmente adequado para uso na presente invenção é $\text{Al}(\text{OH})_3$.

[0128] Carbonatos metálicos, bicarbonatos metálicos, fosfatos metálicos, cloretos metálicos, sulfatos metálicos, nitratos metálicos e boratos metálicos são compostos em que átomos de metal são ligados a íons de carbonato, bicarbonato, cloreto, sulfato, nitrato e borato, respectivamente. Nestes compostos, os íons metálicos são ligados aos íons funcionais relacionados acima em proporção suficiente para equilibrar as cargas sobre o íon metálico. Eles podem conter um ou mais tipos diferentes de íons metálicos. Estes compostos são conhecidos pelo técnico no assunto. Por exemplo, fontes de fosfatos metálicos incluem AlPO_4 e MgPO_4 .

[0129] Uma fonte de átomos de metal/metaloide pode também ser um complexo que compreende íons de metal/metaloide ligados a mais de um dos contraíons a seguir: íons de óxido, hidróxido, carbonato, bicarbonato, cloreto, sulfato, nitrato e borato.

[0130] Fontes preferidas de íons metálicos para uso na presente invenção incluem um ou mais dentre TiO_2 , ZnO , $ZnPO_4$, $Al(OH)_3$, Al_2O_3 , $AlPO_4$, caulim (alumino silicato), MgO , $MgPO_4$ e ZrO_2 .

[0131] Para evitar dúvidas, o percentual em volume da fonte de íons de metal/metaloide é o volume de toda a fonte de íons de metal/metaloide (ou seja, volume de TiO_2) e não o volume do(s) íon(s) metálico(s) derivado(s) da fonte (ou seja, não o volume de Ti).

OPCIONAL: AGENTES CARBONÍFICOS:

[0132] O polímero termorretrátil orgânico quando em um revestimento curado e exposto ao calor (incêndio) age como carbonífico ao reagir com ácido para formar cinzas carbonáceas. Agentes carboníferos adicionais, portanto, não são essenciais, mas podem ser incluídos na composição de revestimento intumescente, se desejado. Exemplos de fontes de carbono adicionais adequadas são pentaeritritol, dipentaeritritol, álcool polivinílico, amido, pó de celulose, resinas de hidrocarboneto, cloroparafinas e plastificantes fosfatados.

OPCIONAL: ACELERADORES.

[0133] A composição de revestimento intumescente pode também compreender aceleradores conhecidos por acelerar a reação de cura entre uma resina epóxi e o agente de cura.

[0134] Exemplos de aceleradores conhecidos por acelerarem a reação de cura entre uma resina epóxi e o agente de cura incluem os álcoois, fenóis, ácidos carboxílicos, ácidos sulfônicos e sais a seguir:

[0135] Álcoois: etanol, 1-propanol, 2-propanol, 1-butanol, 2-butanol, t-butanol, álcool benzílico, álcool furfurílico e outros álcoois alquila, propanodiol, butanodiol, glicerol e outros álcoois póli-hídricos, trietanolamina, tri-isopropanolamina, dimetilaminoetanol e outras hidróxi aminas terciárias.

[0136] Fenóis: fenol, 2-clorofenol, 4-clorofenol, 2,4-diclorofenol, 2,4,6-triclorofenol, 2-nitrofenol, 4-nitrofenol, 2,4-dinitrofenol, 2,4,6-trinitrofenol, 2,4,6-tri-(dimetilaminometil)fenol, 4-cianofenol, o-cresol, m-cresol, p-cresol, 4-etilfenol, 4-isopropilfenol, 2,4-dimetilfenol, 3,5-dimetilfenol, nonil fenol, eugenol, isoeugenol, cardanol e outros fenóis alquilados, 2,2'-di-hidroxibifenila, 2,4'-di-hidroxibifenila, 4,4'-di-hidroxibifenol, bisfenol A, bisfenol F, catecol, 4-t-butyl catecol, resorcinol, 4-hexilresorcinol, orcinol, hidroquinona, naftalenodiol, antracenediol, bifenilenodiol e outros fenóis di-hídricos substituídos, floroglucinol, floroglucida, calixareno, póli(4-vinilfenol) e outros fenóis póli-hídricos.

[0137] Ácidos carboxílicos: ácido acético, ácido propanoico, ácido butírico, ácido láctico, ácido fenil acético e outros ácidos alquil carboxílicos, ácido malônico, ácido oxálico, ácido maleico, ácido fumárico e outros ácidos dibásicos ou seus monoésteres, ácido benzoico, ácido 4-t-butyl benzoico, ácido salicílico, ácido 3,5-

diclorossalicílico, ácido 4-nitrobenzoico e outros ácidos aromáticos.

[0138] Ácidos sulfônicos: ácido metanossulfônico e outros ácidos alquil sulfônicos, ácido p-toluenossulfônico, ácido 4-dodecilbenzenossulfônico e outros ácidos sulfônicos aromáticos, ácido naftaleno dissulfônico, ácido dinonil naftaleno dissulfônico e outros ácidos póli-hídrico sulfônicos.

OUTROS INGREDIENTES OPCIONAIS:

[0139] A composição de revestimento intumescente de acordo com a presente invenção pode também conter outros componentes, por exemplo, um ou mais solventes, diluentes, aditivos para modificar a viscosidade de fusão (como óleo de rícino hidrogenado), agentes de coloração (como preto de carbono), fibras (por exemplo, fibra de cerâmica, fibra de vidro, fibra de carbono, carga de fibra de sílica), microesferas de vidro, microesferas de vidro ocas, modificadores de reologia, plastificantes, dispersantes de pigmento, estabilizantes, agentes de liberação de molde, modificadores da superfície, retardadores de chama, agentes antibacterianos, antimofos, cargas de baixa densidade, cargas endotérmicas, promotores da carbonização, auxiliares de fluxo e agentes de nivelamento.

[0140] Embora fibras possam estar presentes na composição, a sua presença não é necessária para obter cinzas duras.

[0141] Se houver fibras na composição de revestimento, prefere-se que elas cumpram certos critérios com relação a dimensões. Fibras, se utilizadas, possuem preferencialmente formato de vara, no sentido em que elas

possuem uma dimensão de "comprimento" mais longa e duas dimensões de "largura" que são perpendiculares ao comprimento. As fibras normalmente possuem razão entre o comprimento médio e a largura média de pelo menos 5, pelo menos 10, por exemplo, pelo menos 50.

[0142] Fibras podem ser adicionadas à composição de revestimento durante sua fabricação ou misturadas com a composição de revestimento antes da aplicação.

[0143] Essas fibras possuem "comprimento" médio de 150 µm a 8 mm e "largura" média de 1 a 50 µm.

[0144] Por exemplo, o comprimento médio pode ser de 150 µm a 7 mm, de maior preferência de 3 a 7 mm.

[0145] O termo "média", quando utilizado com relação a comprimento e largura, indica que existe certa variação do comprimento de fibras dentro da distribuição das fibras utilizadas. Média deve ser compreendida como o número médio geral. O comprimento e a largura da fibra podem ser medidos por meio de análise de imagem óptica com o uso do sistema MorFi (analisador MorFi).

[0146] Pode-se utilizar, por exemplo, fibras inorgânicas na composição de revestimento. Exemplos de fibras inorgânicas incluem fibras de carbureto, tais como fibras de carbureto de silício, fibras de carbureto de boro, fibras de carbureto de nióbio; fibras de nitreto, tais como fibras de nitreto de silício; fibras que contêm boro, tais como fibras de boro, fibras de boreto; fibras que contêm silício, tais como fibras de silício, fibras de alumina-boro-sílica, fibras de vidro E (alumoborossilicato não alcalino, fibras de vidro C (cal sodada-alumoborossilicato não alcalino ou com baixa alcalinidade), fibras de vidro A (cal sodada-silicato

alcalino), fibras de vidro S, fibras de vidro CEMFIL, fibras de vidro ARG, fibras de vidro mineral, fibras de alumossilicato de magnésia não alcalino, fibras de quartzo, fibras de ácido silícico, fibras de sílica, fibras com alto teor de sílica, fibras com alto teor de sílica de alumina, fibras de alumossilicato, fibras de silicato de alumínio, fibras de alumossilicato de magnésia, fibras de borossilicato de soda, fibras de silicato de soda, fibras de polycarbossilano, fibras de polititanocarbossilano, fibras de polissilazano, fibras de hidridopolissilazano, fibras de tobermorita, fibras de silicato de samário, fibras de volastonita, fibras de silicato de alumínio e potássio; fibras metálicas, tais como fibras de ferro, fibras de alumínio, fibras de aço, fibras de zinco; fibras de carbono, como fibras de carbono puro, fibras de grafite, fibras de lã de escória, fibras de carvão vegetal; fibras de lã de rocha, como fibras de lã de rocha pura e fibras de lã de rocha de basalto; fibras minerais processadas a partir de lã mineral; fibras de rocha vulcânica; fibras de atapulgita; etc.; modificadas por meio de qualquer processo químico ou físico; e qualquer de suas misturas.

[0147] Fibras preferidas são fibras de vidro, por exemplo, fibras de vidro E, fibras de vidro C, fibras de vidro A, fibras de vidro S, fibras de vidro CEMFIL, fibras de vidro ARG e fibras de vidro mineral, que podem ser revestidas ou modificadas opcionalmente por meio de qualquer processo conhecido.

[0148] Fibras, tais como fibras de vidro, podem estar presentes na composição de revestimento em até 10% em volume ou até 7% em volume, por exemplo, 1-7% em volume ou 1-

5% em volume. Conforme mencionado acima, o comprimento médio da fibra pode ser de 150 μm a 7 mm, por exemplo, 3 mm a 7 mm.

[0149] Podem ser empregadas misturas de fibras.

[0150] Alternativamente, a composição de acordo com a presente invenção substancialmente não contém fibras. Por exemplo, a composição de revestimento de acordo com a presente invenção pode compreender até, no máximo, 1,5% em peso de fibras do peso total de todos os componentes da composição de revestimento exceto solvente.

[0151] Exemplos de diluentes incluem resinas de (meta)acrilato e resinas com funcionalidade (meta)acrilato, tais como acrilatos de uretano, ésteres de acrilato derivados de resina epóxi, acrilatos de poliéter, acrilatos de poliéster, acrilato de poliamida, polímeros acrílicos com grupos acrílicos pendentes e acrilatos de silicone.

APLICAÇÃO:

[0152] A composição de revestimento de acordo com a presente invenção pode ser aplicada diretamente à superfície a ser protegida (ou seja, como primer/acabamento) ou sobre uma camada de revestimento de primer. A composição de revestimento de acordo com a presente invenção é líquida à temperatura ambiente (por exemplo, -5 a 50 °C). Ela pode ser aplicada, portanto, por meio de métodos convencionais, por exemplo, por pulverização a vácuo, despejamento (utilizado em moldes), pincelamento ou aplicação com espátula.

[0153] Normalmente, a viscosidade da composição de revestimento líquida é adequada para permitir atomização efetiva e formação de gotículas sob as condições de alto corte associadas a técnicas de aplicação de pulverização a vácuo de vários componentes a -10 até 60 °C. A composição de

revestimento líquida pode ser pré-aquecida até temperaturas de 60 °C no equipamento de pulverização a vácuo para reduzir a viscosidade do revestimento líquido.

[0154] A composição de revestimento intumescente é normalmente fornecida em dois ou mais pacotes e, neste caso, o agente de cura é fornecido em um pacote diferente para o polímero termorretrátil orgânico. Por exemplo, a composição de revestimento pode compreender um primeiro pacote que compreende o(s) polímero(s) termorretrátil(eis) e um segundo pacote que compreende o(s) agente(s) de cura para o(s) polímero(s) termorretrátil(eis). O primeiro pacote e o segundo pacote são misturados antes da aplicação sobre o substrato.

[0155] A composição de revestimento pode ser aplicada sobre vários substratos. Ela é particularmente adequada para aplicação sobre substratos metálicos, tais como substratos de aço e de alumínio, e materiais compostos, tais como plástico reforçado com vidro (GRP). Devido à combinação de excelente resistência e proteção térmica proporcionada pelas cinzas, o revestimento intumescente pode proteger estruturas contra incêndios de hidrocarboneto, tais como incêndios de jato. A composição de revestimento de acordo com a presente invenção pode ser aplicada, portanto, em zonas onde há risco de incêndio de jato (tais como instalações marítimas e instalações de petróleo e gás).

[0156] Quando aplicado a um substrato, a espessura da película seca da camada de revestimento intumescente é normalmente de 0,1 mm a 40 mm, por exemplo, 1,0 mm a 30 mm, ou 2,0 mm a 30 mm. A espessura da película

fina pode ser medida com o uso de um medidor de espessura de revestimento Elcometer 355.

[0157] Para evitar dúvidas, as características fornecidas no relatório descritivo acima podem ser combinadas em qualquer ordem.

[0158] A presente invenção será agora elucidada com referência aos exemplos a seguir. Estes se destinam a ilustrar a presente invenção, mas não a serem considerados limitações do seu escopo, de nenhuma forma.

EXEMPLOS

PREPARAÇÃO DE AMOSTRA DAS COMPOSIÇÕES 1-3 E PROCEDIMENTO DE TESTE:

[0159] As composições 1, 2 e 3 que compreendem os componentes exibidos na Tabela 1 foram elaboradas misturando-se em primeiro lugar todos os componentes, exceto o agente de cura, na base de resina por meio de Dispermat de alta velocidade. O agente de cura de poliamido amina foi adicionado em seguida.

TABELA 1

* EXEMPLOS COMPARATIVOS:

Componente (% em volume)	Nº de Amostra da Composição de Revestimento		
	1	2*	3*
Resina de epóxi, D.E.R.331 (DOW) (resina epóxi)	42,3	41,1	41,1
Agente de cura de poliamido amina com peso equivalente em amina de 93 g/mol	22,7	22,0	22,0
Ácido Bórico	25,6	24,8	24,8
Polifosfato de amônio	6,4	6,2	6,2
Fibra de vidro	3,0	2,9	2,9
THEIC	0	0	3,0
Melamina	0	3,0	0

[0160] Cada composição de revestimento de teste foi aplicada em seguida a painéis de 150 mm x 100 mm x 10 mm que receberam primer até espessura de película seca de 5 mm sobre os dois painéis laterais e bordas de painel. As amostras foram colocadas em um forno abafado a uma temperatura de 1100 °C. Após vinte minutos, as tintas intumesceram-se completamente para formar cinzas sólidas. A integridade e a expansão de cada amostra foram avaliadas neste ponto.

RESULTADOS DE TESTE:

[0161] A amostra (1) sem adição de melamina ou THEIC formou cinzas intumescidas e expandidas sem rachadura visível através do substrato metálico sobre as bordas ou laterais.

[0162] A amostra (2) que continha melamina mostrou rachadura e separação precoce ao longo das bordas do painel. Estas separações pioraram à medida que a intumescência prosseguia e eventualmente causou a separação das cinzas.

[0163] A amostra (3) que continha THEIC mostrou várias rachaduras que se estendiam até o substrato de metal. As cinzas expandidas permaneceram sobre o substrato, mas as rachaduras forneceram via clara para violação da barreira térmica das cinzas.

REIVINDICAÇÕES

1. COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO INTUMESCENTE LÍQUIDA, caracterizada por compreender os componentes a seguir:

a. 25,0-75,0% em volume de um ou mais polímero(s) termorretrátil(ies) orgânico(s) e um ou mais agente(s) de cura para o polímero(s) termorretrátil(eis) orgânico(s);

b. 5,0-70,0% em volume de uma fonte de ácido fosfórico ou sulfônico selecionada a partir de um ou mais dentre sais de sulfato ou fosfato de sódio, potássio ou amônio e ácido paratolueno sulfônico;

c. 10,0-50,0% em volume de uma fonte de ácido bórico selecionada a partir de um ou mais dentre ácido bórico, sais de borato e borossilicatos;

d. 0-2,0% em volume de melamina ou derivados de melamina; e

e. 0-1,0% em volume de um ou mais derivados de isocianurato;

em que o percentual em volume é calculado sobre o volume total dos componentes não voláteis da composição de revestimento.

2. COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO INTUMESCENTE, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo sal de borato ser selecionado a partir de um ou mais dos seguintes: pentaborato de amônio, borato de zinco, borato de sódio, borato de lítio, borato de alumínio e borato de magnésio.

3. COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO INTUMESCENTE, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelos polímeros termorretráteis orgânicos não compreenderem um polissiloxano.

4. COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO INTUMESCENTE, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por compreender

35,0-65,0% em volume de (a), preferencialmente 50,0-65,0% em volume de (a).

5. COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO INTUMESCENTE, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada por compreender 5,0-25,0% em volume de (b).

6. COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO INTUMESCENTE, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizada por compreender 10,0-25,0% em volume de (c).

7. COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO INTUMESCENTE, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada por compreender um total de 0-2,0% em volume dos mencionados melamina ou derivados de melamina (d) e outros agentes de sopro com funcionalidade amina selecionados a partir de dicianodiamida, ureia e seus derivados (f).

8. COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO INTUMESCENTE, de acordo com a reivindicação 7, caracterizada por compreender um total de 0-2,0% em volume dos mencionados melamina ou derivados de melamina (d), em que os mencionados outros agentes de sopro com funcionalidade amina são selecionados a partir de dicianodiamida, ureia e seus derivados (f) e outros agentes de sopro (g), em que os mencionados outros agentes de sopro (g) são selecionados a partir de grafite expansível, ácido sulfâmico, sais de tungstanato e seus derivados.

9. COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO INTUMESCENTE, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizada por compreender fibras de vidro.

10. COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO INTUMESCENTE, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 9, caracterizada por compreender 0% em volume de (d) e/ou 0% em volume de (e).

11. COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO INTUMESCENTE, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizada pelo polímero termorretrátil orgânico de (a) compreender pelo menos um dos grupos funcionais a seguir: grupos epóxi, amina, éster, vinila, vinil éster, amida, uretano, mercaptan, ácido carboxílico, acrilóila, metacrilóila, isocianato, alcoxissilila, anidrido, hidroxila, alcóxi e politiol.

12. COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO INTUMESCENTE, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizada pelo polímero termorretrátil orgânico de (a) ser uma resina epóxi e o agente de cura de (a) ser selecionado a partir de um agente de cura com funcionalidade amina, tiol, ácido carboxílico, anidrido e/ou álcool.

13. SUBSTRATO REVESTIDO, caracterizado pelo substrato ser revestido por uma composição de revestimento intumescente conforme definido em qualquer uma das reivindicações anteriores.

14. SUBSTRATO REVESTIDO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pela composição de revestimento intumescente ser curada.

15. MÉTODO DE PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS CONTRA INCÊNDIO, caracterizado pelo revestimento da estrutura com uma composição de revestimento intumescente conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 12, opcionalmente sem uma tela de reforço, permitindo a cura da composição de revestimento, preferencialmente à temperatura ambiente.