



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

(11) BR 112015015286-4 B1



(22) Data do Depósito: 21/01/2014

(45) Data de Concessão: 22/12/2020

(54) Título: MEMBRANA DE IMPERMEABILIZAÇÃO DE UMA PARTE LÍQUIDOAPLICADA DE CURA POR UMIDADE, USO DA MESMA EM UM TELHADO, SISTEMA E MÉTODO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, ESTRUTURA DE TELHADO IMPERMEÁVEL E USO DE TRIALDIMINA EM UMA MEMBRANA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

(51) Int.Cl.: C08G 18/75; C08G 18/79; C08G 18/12; C09D 175/12; C08G 18/30.

(30) Prioridade Unionista: 22/01/2013 EP 13152264.1.

(73) Titular(es): SIKA TECHNOLOGY AG.

(72) Inventor(es): MICHAEL BYRNE; MARK GATRELL; ALEXANDER COWARD; URS BURCKHARDT.

(86) Pedido PCT: PCT EP2014051137 de 21/01/2014

(87) Publicação PCT: WO 2014/114641 de 31/07/2014

(85) Data do Início da Fase Nacional: 24/06/2015

(57) Resumo: MEMBRANA DE IMPERMEABILIZAÇÃO LÍQUIDO-APLICADA PARA TELHADOS, COMPREENDENDO UMA TRIALDIMINA A presente invenção descreve uma membrana de impermeabilização de uma parte de cura por umidade líquido-aplicada compreendendo um polímero de poliuretano e tanto uma trialdimina e uma dialdimina quanto endurecedores de amina bloqueados em um intervalo de razão específico. A membrana tem pouco odor, longa estabilidade de vida útil, baixa viscosidade a baixo teor de solvente, momento de abertura suficientemente longo para permitir aplicação manual e cura rapidamente até tornar-se um material elástico sólido. A membrana de impermeabilização líquido-aplicado é particularmente adequada para aplicações de telhadura, possuindo elevada resistência à tração, elevado alongamento e boa durabilidade sob condições meteorológicas de exterior em um amplo intervalo de temperatura.

**MEMBRANA DE IMPERMEABILIZAÇÃO DE UMA PARTE LÍQUIDO-
APLICADA DE CURA POR UMIDADE, USO DA MESMA EM UM
TELHADO, SISTEMA E MÉTODO DE IMPERMEABILIZAÇÃO,
ESTRUTURA DE TELHADO IMPERMEÁVEL E USO DE
TRIALDIMINA EM UMA MEMBRANA DE IMPERMEABILIZAÇÃO
CAMPO DA INVENÇÃO**

[001] A invenção refere-se a uma membrana de impermeabilização líquido-aplicada com base em uma parte de poliuretano de cura por umidade, em especial para aplicações de telhadura.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[002] Membranas de impermeabilização líquido-aplicadas são conhecidas. Em aplicações de telhadura são usadas como uma alternativa às membranas de folha pré-fabricadas, oferecendo mais fácil aplicação, especialmente no caso de geometrias complexas de telhado e para tarefas de renovação, proporcionando um revestimento de telhado flexível e sem emenda que é totalmente aderido ao substrato.

[003] Membranas de impermeabilização líquido-aplicadas em telhados têm de cumprir requisitos exigentes. Elas precisam ter uma baixa viscosidade para aplicação como revestimentos auto-nivelantes e um momento de abertura suficientemente longo para permitir a aplicação à mão, mas também sofrer cura rápido a fim de rapidamente perder sua vulnerabilidade e ser andável em um dos primeiros estágios. Quando totalmente curada, a membrana de telhadura precisa ter força e elasticidade durável para proteger o prédio efetivamente de entrada de água em uma escala de temperatura larga e sob condições meteorológicas adversas ao ar livre, tais como a força do vento, acúmulo de água, geada, irradiação de luz solar forte, penetração de raiz e ataque microbiano.

[004] Membranas de impermeabilização líquido-aplicadas do estado da técnica são muitas vezes composições de poliuretano reativas,

formuladas como sistemas de uma parte ou de duas partes, também chamados de sistemas monocomponente ou de dois componentes, respectivamente. Sistemas de duas partes são mais complexos de aplicar, exigem equipamento de mistura especial e uma medição adequada dos dois componentes, já que os erros na mistura de qualidade e/ou estequiométria fortemente afetam o desempenho da membrana. Sistemas de uma parte são fáceis de aplicar, mas propensos a defeitos na cura. Sistemas de uma parte do estado-da-técnica compreendem endurecedores de amina bloqueados, em particular oxazolidinas, para evitar a gasificação excessiva da formação de dióxido de carbono na cura. Eles geralmente contêm quantidades consideráveis de solventes para garantir baixa viscosidade e suficiente vida útil. Tentativas estimuladas por regulamento de VOC mais estrito para reduzir o teor de solvente de tais sistemas de uma parte normalmente resultam em dificuldades com estabilidade de vida útil e trabalhabilidade ruim por causa de alta viscosidade, uma vez que a viscosidade das composições começa em um nível mais elevado e aumenta mais por reações de reticulação prematuras entre os grupos NCO do pré-polímero e os endurecedores de oxazolidina durante o armazenamento. Mais desvantagens das membranas de uma parte à base de oxazolidina estão relacionadas à cura lenta e odores desagradáveis causados pela emissão do agente de bloqueio, um aldeído volátil ou cetona.

[005] WO 2009/010522 divulga composições contendo polialdiminas de base de Mannich como endurecedores de amina bloqueados, que são utilizáveis *i.a.* como revestimentos elásticos de um componente, de preferência, para fins de piso. Com as dialdiminas dos exemplos, a velocidade de cura após formação de pele é insuficiente para o uso de membrana líquido-aplicada.

[006] WO2008/000831 divulga composições de revestimento com baixa de VOC, preferivelmente para fins de piso, que são à base de

polialdiminas de éster de aldol como endurecedores de amina bloqueados. Embora estas composições tenham boa estabilidade de vida útil e curem sem gerar odores desagradáveis, são limitadas em desenvolvimento de força devido ao endurecedor de baixa funcionalidade e do efeito plastificante do agente de bloqueamento de éster de aldol. Os revestimentos dos exemplos são ou demasiado rígidos para aplicações de telhadura ou contêm grandes quantidades de solvente.

RESUMO DA INVENÇÃO

[007] A tarefa da presente invenção é fornecer uma membrana de impermeabilização de única parte líquido-aplicada útil para aplicações de telhadura com boa estabilidade de vida útil e boa operacionalidade em baixo teor de solvente, mesmo quando contendo apenas cerca de 50 g de VOC por litro ou menos, bem como propriedades de cura rápidas e confiáveis.

[008] Surpreendentemente, descobriu-se que a membrana de impermeabilização líquido-aplicada de acordo com a reivindicação 1 cumpre esta tarefa e tem benefícios adicionais. Ela compreende um polímero de poliuretano isocianato-funcional que fornece boa resistência à tração e alongamento elevado quase independentemente da temperatura, permanecendo plástico também sob condições climáticas frias. Ela compreende adicionalmente dois endurecedores de amina bloqueados diferentes - uma trialdimina com base de Mannich com estrutura de poliéter, e uma dialdimina - em um intervalo de razão específico. A membrana que compreende essa combinação de aldiminas confere, surpreendentemente, um conjunto muito atraente de propriedades não alcançadas por membranas de ponta: estabilidade de vida útil muito boa, baixa viscosidade mesmo em teores baixos de solvente, boas propriedades mecânicas, e momento de abertura particularmente, permitindo aplicação à mão, e, no entanto, propriedade de cura rápidas e confiáveis a impedir defeitos. O tempo de revestimento

é suficientemente longo para aplicação à mão e o tempo até tornar-se andável é suficientemente curto para qualificar-se para um sistema de impermeabilização multicamadas de alta qualidade para aplicações de telhadura. As tri- e dialdiminas no intervalo de razão reivindicado permite membranas com momento de abertura suficientemente longo, velocidade de cura muito rápida e excelentes propriedades mecânicas. Fora do intervalo reivindicado da razão de aldimina, a membrana tem velocidade de cura insuficiente. A possibilidade de combinar baixo teor de solvente com boa vida útil e boas propriedades mecânicas fornece ao formulador a oportunidade única de obter um produto de alta qualidade, cumprindo os mais difíceis regulamentos de VOC, com encolhimento mínimo e baixo perfil de odor. As rápidas propriedades de cura em conjunto com longo momento de abertura permitem cuidadosa aplicação e fornece alta resistência inicial, minimizando, portanto, o tempo em que a membrana é vulnerável e acelerando a aplicação em caso de um acúmulo multicamada. As boas propriedades mecânicas proporcionam altas qualidades de fechamento de trincas (crack-bridging) em uma gama de temperatura larga e garantem alta durabilidade.

[009] Outro aspecto da invenção é o uso da trialdimina de base de Mannich para aumentar o tempo da cura de uma membrana de impermeabilização líquido-aplicada de uma parte de cura por umidade contendo dialdiminas.

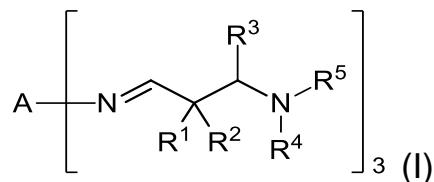
[0010] Membrana de impermeabilização líquido-aplicada de acordo com a reivindicação 1 é particularmente adequada para uso em um telhado, particularmente em um telhado de inclinação baixa ou plana. É particularmente vantajosa para o trabalho de detalhamento e para fins de renovação.

[0011] Outros aspectos da invenção são revelados em outras reivindicações independentes. Aspectos preferenciais da invenção são revelados nas reivindicações dependentes.

DESCRÍÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0012] O assunto da presente invenção é uma membrana de impermeabilização líquido-aplicada de cura por umidade que compreende:

- pelo menos um polímero de poliuretano isocianato-funcional;
- pelo menos uma trialdimina de fórmula (I),



em que:

A é uma fração hibrocarbil trivalente de peso molecular médio na faixa de 380 a 5000 g/mol, contendo grupos éter, e

R¹ e R² são os mesmos ou diferentes alquis C₁ a C₁₂ lineares ou ramificados, ou são unidos para formar uma fração hidrocarbil C₄ a C₁₂ bivalente linear ou ramificada que é parte de um anel carbocíclico de 5 a 8-membros.

R³ é hidrogênio ou um alquil ou arilalquil ou alcoxicarbonil C₁ a C₁₂ linear ou ramificado, e

R⁴ e R⁵ são os mesmos ou diferentes alquis ou cicloalquis ou aralquis lineares ou ramificados C₁ a C₂₀, opcionalmente contendo grupos éter, ou são unidos para formar uma fração hidrocarbil C₄ a C₁₂ bivalente linear ou ramificada que é parte de um anel heterocíclico de 5 a 8 membros que, além do átomo de nitrogênio, pode conter um ou grupo amino terciário ou éter ou tioéter; e

pelo menos uma dialdimina;

segunda a qual a relação entre o número de grupos aldimino da trialdimina e o número de grupos aldimino da dialdimina encontra-se na faixa de 90/10 a 40/60.

[0013] Neste documento, o termo "de uma parte de cura por umidade" refere-se a uma membrana líquido-aplicada, que está contida em um único contêiner vedado a umidade, que tem uma certa estabilidade de vida útil e cura quando exposta à umidade.

[0014] Neste documento o termo "membrana de impermeabilização líquido-aplicada" refere-se a um material que é aplicado em forma líquida, como uma camada sobre um substrato, e que cura para formar uma membrana elástica, tornando o substrato impermeável.

[0015] Neste documento, o termo "polímero de poliuretano" inclui todos os polímeros preparados pelo dito processo de poliadição de diisocianato. Ele inclui polímeros de poliuretano isocianato-funcionais obtidos por reação de poliisocianatos e polióis, que também podem ser chamados de pré-polímeros e são eles próprios poliisocianatos.

[0016] Neste documento, o termo "estabilidade de vida útil" refere-se à capacidade de uma composição ser armazenada em temperatura ambiente em um recipiente adequado sob exclusão de umidade por um determinado intervalo de tempo, em especial vários meses, sem sofrer alterações significativas nas propriedades de aplicação ou utilização final.

[0017] Neste documento, nomes de substância começando com "poli", tais como poliol, poliisocianato ou poliamina, referem-se às substâncias com dois ou mais dos respectivos grupos funcionais (por exemplo, grupos de OH no caso de poliol) por molécula.

[0018] Neste documento uma amina ou um isocianato é chamado "alifática" quando seu grupo amino ou seu grupo isocianato, respectivamente, está diretamente ligado a uma fração alifática, cicloalifática ou arilalifática. O grupo funcional correspondente, portanto, é chamado um grupo amino alifático ou um grupo isocianato alifático, respectivamente.

[0019] Neste documento uma amina ou um isocianato é chamado "aromática" quando seu grupo amino ou seu grupo isocianato, respectivamente, está diretamente ligado a uma fração aromática. O grupo funcional correspondente, portanto, é chamado um grupo amino aromático ou um grupo isocianato aromático, respectivamente.

[0020] Neste documento, o termo "grupo amino primário" refere-se a um grupo NH₂ ligado a uma fração orgânica, e o termo "grupo amino secundário" refere-se a um grupo-NH ligado a duas frações orgânicas que juntas podem ser parte de um anel.

[0021] Neste documento, a sigla "VOC" significa "compostos orgânicos voláteis", que são substâncias orgânicas tendo uma pressão de vapor de pelo menos 0,01 kPa à temperatura de 293,14 K.

[0022] Neste documento, o termo "solvente" refere-se a um líquido que é um VOC, que é capaz de dissolver polímeros de poliuretano isocianato-funcionais, conforme descrito neste documento, e que não carregam quaisquer grupos funcionais isocianato-reativos.

[0023] No presente documento, "temperatura ambiente" refere-se a uma temperatura de 23ºC.

[0024] Neste documento o termo "peso molecular" refere-se à massa molar (em gramas por mol) de uma molécula ou de uma parte de uma molécula, também conhecida como "fração". O termo "peso molecular médio" refere-se peso molecular em média numérica (M_n) de uma mistura oligomérica ou polimérica de moléculas ou frações.

[0025] A membrana líquido-aplicada da presente invenção compreende pelo menos um polímero de poliuretano isocianato-funcional.

[0026] Um polímero de poliuretano isocianato-funcional adequado pode ser obtido da reação de pelo menos um polisocianato com pelo menos um poliol, por meio de que os grupos isocianato são em excesso estequiométrico em relação aos grupos hidroxil. O polisocianato e o poliol são trazidos à reação através de métodos conhecidos, de

preferência em temperaturas entre 50 e 100°C, opcionalmente usando um catalisador adequado. O poliisocianato é usado, de preferência, em quantidade correspondente a uma razão de grupo isocianato a grupo hidroxil na faixa de 1,3 a 5, mais de preferência de 1,5 a 3. Preferencialmente o polímero de poliuretano tem um teor de grupo NCO livre na faixa de 1 a 10% em peso, preferencialmente de 2 a 8% em peso. Opcionalmente, o poliol e o poliisocianato podem ser reagidos na presença de um plastificante ou um solvente que estão livres de grupos isocianato-reativos.

[0027] De preferência o polímero de poliuretano isocianato-funcional tem um peso molecular médio na faixa de 1000 para 10000 g/mol, mais de preferência na faixa de 1000 para 5000 g/mol.

[0028] De preferência o polímero de poliuretano isocianato-funcional tem uma funcionalidade de isocianato média na faixa de mais de 1,7 a 3, de preferência 1,8 a 2,5.

[0029] Polióis apropriados para a preparação do polímero de poliuretano isocianato-funcional são polióis de poliéster, incluindo aqueles que contêm estireno-acrilonitrila dispersa (SAN), partículas de ureia ou acrilonitrila-metilmetacrilato, mais polióis de poliéster, tais como produtos da reação de policondensação de dióis ou trióis com lactonas ou ácidos dicarboxílicos ou seus ésteres ou anidridos, mais polióis de policarbonato, polióis de copolímero em bloco com pelo menos dois blocos diferentes de poliéster, fração poliéster ou policarbonato, polióis de poliacrilato e polimetacrilato, gorduras e óleos poli-hidroxi-funcionais, especialmente gorduras naturais e óleos, e polióis de polihidrocarboneto, como poliolefinas poli-hidroxi-funcionais.

[0030] Junto com os polióis acima mencionados, pequenas quantidades de álcoois polivalentes ou divalentes de baixo peso molecular podem ser usadas, como do 1,2-etanodiol, 1,2-propanodiol, neopentil glicol, dibromoneopentil glicol, glicol de dietileno, glicol de

trietileno, os glicóis dipropileno isoméricos e tripropileno glicóis, os butanodióis isoméricos, pentanodióis, hexanodióis, heptanodióis, octanodióis, nonanodióis, decanodióis, undecanodióis, 1,3- e 1,4-ciclohexanodimetanol, bisfenol A hidrogenado, álcoois graxos de dímero, 1,1,1-trimetiloletano , 1,1,1-trimetilolpropano, glicerol, pentaeritritol, álcoois de açúcar, como xilitol, sorbitol ou manitol, açúcares, como sacarose, outros álcoois polihídricos, produtos de alcoxilação de baixo peso molecular dos álcoois polivalentes ou divalentes acima mencionados, bem como misturas de álcoois acima mencionados.

[0031] Polióis preferenciais são dióis e trióis com peso molecular médio na faixa de 500 a 6000 g/mol, particularmente no intervalo de 1000 para 5000 g/mol.

[0032] Polióis preferenciais são polióis de poliéter, polióis de poliéster, polióis de policarbonato e polióis de poliacrilato.

[0033] Polióis particularmente preferenciais são polióis de poliéter, particularmente polioxialquilenopolíois. Estes polióis ajudam a desenvolver boa flexibilidade de baixa temperatura na membrana curada.

[0034] Polioxialquilenopolíois são produtos da polímeroização de óxido de etileno, óxido de 1,2-propileno, óxido de 1,2- ou 2,3-butileno, oxetano, tetraidrofurano ou misturas dos mesmos, opcionalmente polímerizados usando uma molécula de partida tendo dois ou mais átomos de hidrogênio ativos, tais como água, amônia ou compostos com vários grupos OH ou NH, tais como 1,2-etanodiol, 1,2- e 1,3-propanodiol, neopentilglicol, dietilenoglicol, trietenoglicol, os dipropilenoglicóis e tripropilenoglicóis isoméricos, os butanedióis isoméricos, pentanodióis, hexanodióis, heptanodióis, octanodióis, nonanodióis, decanodióis, undecanodióis, 1,3- e 1,4-ciclohexanodimetanol, bisfenol A, bisfenol A hidrogenado, 1,1,1-trimetiloletano, 1,1,1-trimetilolpropano, glicerol, anilina e misturas dos compostos mencionados anteriormente.

[0035] Ambos os polióis de polioxialquileno com um baixo grau de

insaturação (medido de acordo com ASTM D-2849-69 e indicado em milliequivalentes de insaturação por grama de poliol (meq/g)), são preferenciais, que podem ser obtidos, por exemplo, usando os ditos Catalisadores de Complexo de Cianeto Bimetálico (catalisadores DMC) e também os polióis de polioxialquileno com um maior grau de insaturação, que podem ser obtidos, por exemplo, usando os catalisadores aniónicos, tais como, NaOH, KOH, CsOH ou alcalóide alcoolatos.

[0036] Polioxialquilenopolíois particularmente preferenciais são produtos de polímerização de óxido de etileno e/ou óxido de propileno.

[0037] Polioxipropilenopolíois e ditos polioxipropilenopolíois tratados com óxido de etileno são mais preferenciais. Os últimos são polioxipropileno-polioxietilenopolíois obteníveis por pós-etoxilação de polioxipropilenopolíois puros, apresentando assim grupos hidroxil primários. Estes polióis proporcionam boa flexibilidade de temperatura baixa e boa resistência a condições meteorológicas adversas na membrana curada.

[0038] Particularmente preferenciais são os polioxipropilenodióis e -trióis e polioxipropilenodióis tratados com óxido de etileno e -trióis com um peso molecular médio na faixa de 500 a 6000 g/mol, particularmente no intervalo de 1000 a 4000 g/mol.

[0039] Estes polióis de poliéster fornecem uma combinação de baixa viscosidade, boas propriedades de resistência a condições metereológicas e boas propriedades mecânicas na membrana curada.

[0040] Polióis mais particularmente preferenciais são polióis de policarbonato, particularmente produtos da policondensação de dialquil carbonatos, diaril carbonatos ou fosgênio com dióis ou triols como o etileno glicol, dietileno glicol, propileno glicol, dipropileno glicol, neopentil glicol, 1,4-butanodiol, 1,5-pantanodiol, 3-metil-1,5-hexanodiol, 1,6-hexanodiol, 1,8-octanodiol, 1,10-decanodiol, 1,12-dodecanodiol, 1,12-octadecanodiol, 1,4-ciclohexano dimetanol, diol de ácido graxo dimérico

(dimeril diol) , éster de neopentilglicol hidroxipiválico, glicerol e 1,1,1-trimetilolpropano.

[0041] Tais polióis de policarbonato podem ajudar a desenvolver boas propriedades de resistência a condições meterológicas da membrana.

[0042] Álcoois de baixo peso molecular preferenciais são álcoois bifuncionais com peso molecular na faixa de 60 a 150 g/mol. São particularmente preferenciais o 1,2-etanodiol, 1,3-propanodiol, 1,4-butanodiol, 1,5 pentanodiol, 1,6-hexanodiol, 1,3-ciclohexanodimetanol, 1,4-ciclohexanodimetanol e dietilenoglicol. Estes álcoois melhoram particularmente a resistência da membrana. 1,4-butanodiol é o mais preferencial.

[0043] Outros álcoois de baixo peso molecular preferenciais são álcoois bifuncionais bromados como dibromoneopentil glicol. Estes álcoois melhoram particularmente as propriedades retardantes de chama da membrana.

[0044] De preferência o polímero de poliuretano isocianato-funcional é preparado a partir de uma mistura de poliol contendo pelo menos 50% em peso, mas de preferência pelo menos 80% em peso e mais de preferência pelo menos 90 peso% em peso de polióis de poliéter.

[0045] Em uma encarnação particularmente preferencial, o polímero de poliuretano isocianato-funcional é obtido a partir de uma combinação de pelo menos um poliol de poliéter com peso molecular na faixa de 500 a 6000 g/mol e pelo menos um diol com peso molecular na faixa de 60 a 150 g/mol, particularmente 1,4-butanodiol. Um tal polímero de poliuretano isocianato-funcional mostra uma baixa viscosidade e fornece boas propriedades mecânicas, particularmente alta resistência.

[0046] Poliisocianatos adequados para obter o polímero de poliuretano isocianato-funcionais são os seguintes:

[0047] Poliisocianatos alifáticos, particularmente di-isocianato de

1,4-tetrametileno, 2-metilpentametileno-1,5-di-isocianato, di-isocianato de 1,6-hexametileno (HDI), 2,2,4- e di-isocianato de 2,4,4-trimetil-1,6-hexametileno (TMDI), di-isocianato de 1,10-decametileno, di-isocianato de 1,12-dodecametileno, di-isocianato de lisina e de éster de lisina, ciclohexano-1,3- e -1,4-di-isocianato, 1-metil-2,4- e -2,6-di-isocianato-ciclohexano e quaisquer misturas desses isômeros (HTDI ou H₆TDI), 1-isocianato-3,3,5-trimetil-5-isocianatometilciclohexano (di-isocianato de isoforona ou IPDI), di-isocianato de perhidro-2,4'- e -4,4'-difenilmetano (HMDI ou H₁₂MDI), 1,4-di-isocianato-2,2,6-trimetilciclohexano (TMCDI), 1,3-, e 1,4-bis(isocianatometil)ciclohexano, di-isocianato de m- e p-xilileno (m- e p-XDI), di-isocianato de m- e p-tetrametil-1,3- e -1,4-xilileno (m- e p-TMXDI), bis(1-isocianato-1-metiletil)naftaleno, isocianatos de ácido graxo de dímero e trímero, tais como 3,6-bis(9-isocianatononil)-4,5-di(1-heptenil)ciclohexeno (di-isocianato de dimeril) e tri-isocianato de α, α, α', α', α"-hexametil-1,3,5-mesitileno. Preferenciais dentre eles são HDI, TMDI, IPDI e H₁₂MDI.

[0048] Poliisocianatos aromáticos, em particular, di-isocianato de 4,4'-difenilmetano, di-isocianato de 2,4'-difenilmetano e di-isocianato de 2,2'-difenilmetano e quaisquer misturas destes isômeros (MDI), di-isocianato de 2,4 e 2,6-toluileno e quaisquer misturas destes isômeros (TDI), diisocianato de 1,3 e 1,4-fenileno, 2,3,5,6-tetrametil-1-4-diisocianatobenzeno, naftaleno-1,5-di-isocianato (NDI), 3,3'-dimetil-4,4'-di-isocianatodifenil (TODI), dianisidina di-isocianato (DADI), 1,3,5-tris-(isocianatometil)benzeno, tris-(4-isocianatofenil)metano e tiofosfato de tris-(4-isocianatofenil)tiofosfato. Preferenciais dentre estes são MDI e TDI. Uma forma particularmente preferencial de MDI é uma mistura de isômero de MDI compreendendo 4,4'-difenilmetano diisocianato e 2,4'-difenilmetano diisocianato em quantidades aproximadamente iguais, comercialmente disponível, por exemplo, como Desmodur® 2424 (da Bayer) ou Lupranate® MI (da BASF).

[0049] Poliisocianatos preferenciais à obtenção do polímero de poliuretano isocianato-funcional são poliisocianatos alifáticos. Tais polímeros fornecem membranas líquido-aplicadas com estabilidade de vida útil particularmente útil e solidez à luz, isto é, resistência ao amarelamento sob exposição à luz solar, bem como boa resistência UV.

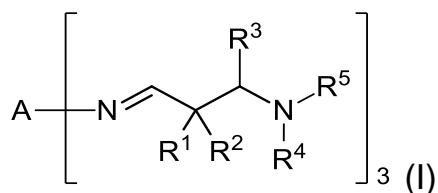
[0050] O poliisocianato alifático mais preferencial à obtenção do polímero de poliuretano isocianato-funcional é IPDI. Tais polímeros fornecem membranas de viscosidade particularmente baixa com alta resistência à tração e alto alongamento.

[0051] Em uma modalidade da invenção, poliisocianatos preferenciais à obtenção do polímero de poliuretano isocianato-funcional são poliisocianatos aromáticos, particularmente MDI. MDI é preferencial do ponto de vista de EHS já que tem uma volatilidade muito baixa. Além do mais MDI é barato e oferece propriedades de cura rápidas e alta resistência das membranas.

[0052] Para obter o polímero de poliuretano isocianato-funcional, pode ser vantajoso usar poliisocianatos contendo certa quantidade de seus oligômeros ou polímeros ou outros derivados. Especialmente no caso de MDI, pode ser vantajoso usar misturas de MDI com oligômeros ou polímeros ou derivados de MDI, de preferência, o assim chamado MDI moficiado contendo carbodiimidas ou uretoniminas ou uretanos de MDI, que se encontram comercialmente disponíveis, por exemplo, sob os nomes Desmodur® CD, Desmodur® PF, Desmodur® PC (todos da Bayer) ou Isonate® M 143 (da Dow), assim como como assim chamados MDI polimérico ou PMDI representando misturas de MDI com homólogos de MDI, tais como Desmodur® VL, Desmodur® VL50, Desmodur® VL R10, Desmodur® VL R20, Desmodur® VH 20 N e Desmodur® VKS 20F (todas da Bayer), Isonate® M 309, Voranate® M 229 e Voranate® M 580 (todos da Dow) ou Lupranate® M 10 R (da BASF).

[0053] A membrana de impermeabilização de cura por umidade

de uma parte compreende adicionalmente pelo menos uma trialdimina da fórmula (I).



[0054] Preferencialmente R^1 e R^2 são cada um metil. Estas trialdiminas fornecem membranas com baixa viscosidade, bem como propriedades de cura rápidas e confiáveis.

[0055] De preferência R^3 é hidrogênio. Estas trialdiminas fornecem membranas com baixa viscosidade, bem como propriedades de cura rápidas e confiáveis.

[0056] De preferência R^4 e R^5 são um alquil ou cicloalquil ou aralquil linear ou ramificado C₁ a C₈, opcionalmente contendo grupos éter, ou são unidos para formar uma fração hidrocarbono C₄ a C₈ bivalente linear ou ramificada que é parte de um anel heterocíclico de 5 a 8-membros que, além do átomo de nitrogênio, pode conter um ou grupo amino terciário ou éter ou tioéter.

[0057] Mais de preferência R^4 e R^5 cada um são um grupo de metoxietil ou são unidos para formar, incluindo o átomo de nitrogênio, uma morfolina ou um anel de 2,6-dimetilmorfolina.

[0058] Mais de preferência R^4 e R^5 formam um anel de morfolina juntamente com o átomo de nitrogênio.

[0059] Estas trialdiminas fornecem membranas com estabilidade de vida útil muito boa, rápidas propriedades de cura e elevada resistência à tração.

[0060] Particularmente preferenciais são trialdiminas da fórmula (I) onde R^1 e R^2 são metil, R^3 é hidrogênio e R^4 e R^5 formam um anel de morfolina juntamente com o átomo de nitrogênio.

[0061] A é, de preferência, a fração remanescente quando da remoção dos grupos amino primários de uma triamina de polioxipropileno com peso molecular média na faixa de 380 a 5000 g/mol, comercialmente disponíveis, por exemplo, sob os nomes Jeffamine® T-403 (da Huntsman), Polyetheramine T 403 (da BASF) ou PC Amine® TA 403(da Nitroil), ou como Jeffamine® T-5000(da Huntsman), Polyetheramine T 5000 (da BASF) ou PC Amine® TA 5000 (da Nitroil).

[0062] De preferência, A é uma fração hidrocarbil trivalente de peso molecular na faixa de 380 a 2000 g/mol, particularmente 380 a 500 g/mol, contendo frações 1,2-oxipropileno.

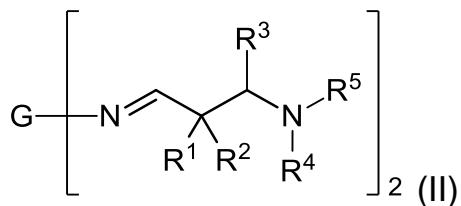
[0063] A é, no caso mais preferencial, a fração remanescente quando da remoção dos grupos amino primários de uma triamina de polioxipropileno com peso molecular médio na faixa de 380 a 500 g/mol, comercialmente disponíveis, por exemplo, sob os nomes Jeffamine® T-403 (da Huntsman), Polyetheramine T403 (da BASF) ou PC Amine®TA 403 (da Nitroil).

[0064] Tais trialdiminas fornecem membranas com rápidas propriedades de cura, boas propriedades mecânicas, flexibilidade particularmente alta e alta durabilidade.

[0065] Uma trialdimina particularmente preferencial da fórmula (I) é N,N',N"-tris(2,2-dimetil-3-(N-morfolino)-propilideno)-polioxipropileno triamina com peso molecular médio na faixa de 860 a 5'500 g/mol, particularmente 860 a 960 g/mol.

[0066] A membrana de impermeabilização de cura por umidade de uma parte líquido-aplicada compreende adicionalmente pelo menos uma dialdimina.

[0067] Um dialdimina preferencial é uma dialdimina da fórmula (II),



em que:

G é uma fração hidrocarbil bivalente de peso molecular na faixa de 28 a 400 g/mol, de preferência 80 a 250 g/mol,
e R¹, R², R³, R⁴ e R⁵ têm os significados já mencionados.

[0068] Mais preferencialmente, G é a fração remanescente quando da remoção dos grupos amino primários de uma diamina selecionada do grupo que consiste em hexametileno-1,6-diamina, 2-metilpentano-1,5-diamina, 3-aminometil-3,5,5-trimetilciclohexilamina (isoforonediamina), 2,2,4- e 2,4,4-trimetilhexametilenodiamina, 1,3-bis(aminometil)benzeno, 1,3-bis(aminometil)ciclohexano, 1,4-bis(aminometil)ciclohexano, bis(4-aminociclohexil)metano, bis(4-amino-3-metilciclohexil)metano, 2,5(2,6)-bis-(aminometil)biciclo[2.2.1]heptano, 3(4),8(9)-bis(aminometil)-triciclo[5.2.1.0^{2,6}]decano, 1,2-diaminociclohexano, 1,3-diaminociclohexano, 1,4-diaminociclohexano, 2,2,6-trimetilciclohexano-1,4-diamina, 3,6-dioxaoctano-1,8-diamina, 4,7-dioxadecano-1,10-diamina, 4-aminometil-1,8-octanodiamina, 1,3-fenilenodiamina, 1,4-fenilenodiamina, 2,4- e 2,6-toluilenodiamina e 4,4'-, 2,4'- e 2,2'-diaminodifenilmetano.

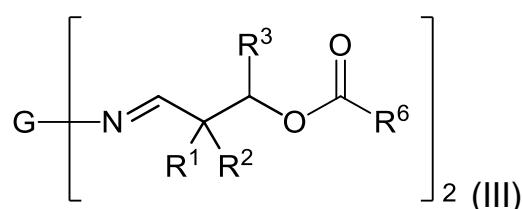
[0069] Estas dialdiminas fornecem membranas com longa estabilidade de vida útil, baixa viscosidade, rápidas propriedades de cura e uma resistência à tração particularmente nova.

[0070] Dialdiminas preferenciais da fórmula (II) são selecionadas dentre um grupo que consiste em N,N'-bis(2,2-dimetil-3-(N-morfolino)-propilideno)-hexametileno-1,6-diamina e N,N'-bis(2,2-dimetil-3-(N-morfolino)-propilideno)-3-aminometil-3,5,5-trimetilciclohexilamina. Estas dialdiminas fornecem membranas com resistência particularmente

elevada.

[0071] Particularmente preferencial é N,N'-bis(2,2-dimetil-3-(N-morfolino)-propilideno)-3-aminometil-3,5,5-trimetilciclohexilamina. Esta dialdimina proporciona velocidade de cura muito rápida em combinação com a trialdimina, permitindo curto período para tornar-se andável de uma membrana recentemente aplicada.

[0072] Outra dialdimina preferencial é uma dialdimina da fórmula (III),



em que

R⁶ é uma fração hidrocarbil C₆ a C₂₀ monovalente opcionalmente contendo grupos éter, carbonil ou éster,

e G, R¹, R² e R³ têm os significados já mencionados.

[0073] Estas dialdiminas fornecem membranas com longa estabilidade de vida útil, viscosidade particularmente baixa, rápidas propriedades de cura, alta resistência e alongamento particularmente elevado.

[0074] De preferência, R⁶ é alquil C₁₁. Estas dialdiminas fornecem membranas inodoras com baixa viscosidade e alta flexibilidade em baixas temperaturas.

[0075] Dialdiminas preferenciais da fórmula (III) são selecionadas dentre um grupo que consiste em N,N'-bis(2,2-dimetil-3-lauroiloxipropilideno)-hexametileno-1,6-diamina e N,N'-bis(2,2-dimetil-3-lauroiloxipropilideno)-3-aminometil-3,5,5-trimetilciclohexilamina. Estas dialdiminas fornecem baixa viscosidade e pouco odor, rápido período de formação de película e elevado alongamento combinado à boa

resistência.

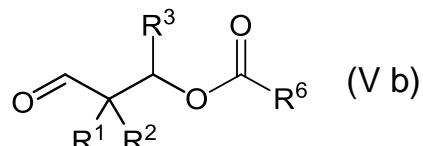
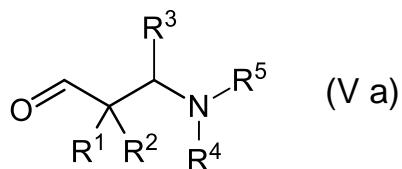
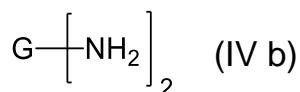
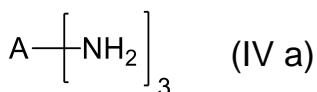
[0076] Em uma modalidade particularmente preferencial da invenção, os substituintes R¹, R² e R³ na fórmula (I) são os mesmos definidos na fórmula (II) e (III).

[0077] Em uma modalidade particularmente preferencial da invenção os substituintes R⁴ e R⁵ na fórmula (I) são os mesmos definidos na fórmula (II).

[0078] As trialdiminás da fórmula (I) são, de preferência, disponíveis a partir de uma reação de condensação de pelo menos uma triamina primária da fórmula (IV a) e pelo menos um aldeído da fórmula (V a).

[0079] As dialdiminas da fórmula (II) são, de preferência, disponíveis a partir de uma reação de condensação de pelo menos uma diamina primária da fórmula (IV b) e pelo menos um aldeído da fórmula (V a).

[0080] As dialdiminas da fórmula (III) são, de preferência, disponíveis a partir de uma reação de condensação de pelo menos uma diamina primária da fórmula (IV b) e pelo menos um aldeído da fórmula (V b).



[0081] Nas fórmulas (IV a), (IV b), (V a) e (V b), A, G, R¹, R², R³, R⁴, R⁵ e R⁶ já tem os significados mencionados.

[0082] Para esta reação de condensação, o aldeído da fórmula (V a) ou da fórmula (V b) é usado estoquiométricamente ou em excesso com referência aos grupos amino primários da triamina primária da fórmula (IV a) ou da diamina primária da fórmula (IV b). A reação pode ser conduzida

vantajosamente a uma temperatura na faixa entre 15 e 120°C, ou na presença de uma solvente ou sem um solvente. A água liberada está sendo removida azeotropicamente com um solvente adequado, ou diretamente sob vácuo.

[0083] A membrana líquido-aplicada compreende uma trialdimina da fórmula (I) e uma dialdimina da fórmula (II) em uma razão específica, de modo que a razão entre o número de grupos aldimino da trialdimina e o número de grupos aldiminos da dialdimina encontra-se na faixa de 90/10 a 40/60. Nesta faixa de razão, a membrana apresenta rápidas propriedades de cura e alta resistência em alongamento elevado. Fora do intervalo de razão reivindicado, a membrana, surpreendentemente, cura muito mais lentamente, sendo o período de formação de película e o tempo até tornar-se andável ou ambos mais longos que o preferencial para uso prático em um telhado.

[0084] Para uso prático da membrana líquido-aplicado, particularmente em caso de aplicações de telhadura, o tempo de formação de película deve ser suficientemente curto de modo a minimizar o período de tempo em que uma membrana encontra-se vulnerável, por exemplo, por queda de chuva, vento ou objetos voadores como folhas, insetos e semelhantes. No entanto, o tempo de formação de película deve ser longo o bastante, preferivelmente cerca de 60 minutos em temperatura ambiente, para permitir aplicação à mão também a temperaturas elevadas, como, por exemplo, 30 °C. De preferência, o tempo de formação de película encontra-se na faixa de cerca de 1 a 4 horas, particularmente de 1 a 3 horas.

[0085] Para uso prático da membrana líquido-aplicada, particularmente em caso de aplicação de telhadura, o tempo até tornar-se andável é, de preferência, não mais que cerca de 20 horas em temperatura ambiente, mais preferivelmente não mais que cerca de 16 horas, particularmente não mais que cerca de 12 horas e, no mais

preferencial dos casos, não mais que cerca de 8 horas. Isso permite que se possa caminhar sobre a membrana no dia seguinte ao de sua aplicação, particularmente também em temperaturas baixas, tais como por exemplo, a 5°C.

[0086] De preferência, a razão entre o número de grupos aldimino da trialdimina e o número de grupos aldimino da dialdimina encontra-se na faixa de 90/10 a 60/40. Neste intervalo, a membrana torna-se andável em muito pouco tempo.

[0087] De preferência, o conteúdo total de aldimina na membrana é tal que a razão entre o número total de grupos aldimino e o número de grupos isocianato está na faixa de 0.3 a 1.0, de preferência de 0.4 a 0.9, mais de preferência 0.6 a 0.8. Nesse intervalo, a membrana cura rapidamente sem a formação de bolhas com um material flexível de alta resistência.

[0088] De preferência o conteúdo do polímero de poliuretano isocianato-funcional na membrana líquido-aplicada encontra-se na faixa de 15 a 70% em peso, mais de preferência de 15 a 60% em peso, particularmente de 15 a 50% em peso. Isso permite membranas com boa durabilidade e boas propriedades mecânicas.

[0089] Além dos ingredientes já mencionados, a membrana líquido-aplicada pode incluir mais ingredientes.

[0090] De preferência a membrana líquido-aplicada compreende pelo menos um enchimento. Enchimentos ajudam a desenvolver resistência e durabilidade.

[0091] Enchimentos preferenciais são enchimentos inorgânicos, particularmente carbonato de cálcio ("giz"), como carbonato de cálcio moído (GCC) e carbonato de cálcio precipitado (PCC), sulfato de bário (baritas), ardósia, silicatos (quartzo), magnesiosilicatos (talco), alumosilicatos (argila, caulina), dolomita, mica, bolhas de vidro é ácido silícico, em particular, ácidos silícicos altamente dispersos a partir de

processos pirolíticos (sílica pirogenada). Estes enchimentos podem ou não carregar um revestimento de superfície, por exemplo, um revestimento de estearato ou siloxano.

[0092] Mais enchimentos preferenciais adicionais são enchimentos orgânicos, particularmente negro de carbono e microesferas.

[0093] De preferência a membrana líquido-aplicada compreende adicionalmente pelo menos um pigmento. O pigmento define a cor da membrana, ajuda a desenvolver resistência e melhora a durabilidade, especialmente UV-estabilidade.

[0094] Pigmentos preferenciais são o dióxido de titânio, óxidos de ferro e negro de fumo.

[0095] De preferência a membrana líquido-aplicada ainda compreende pelo menos um enchimento retardante de chama. Enchimentos retardantes de chama preferenciais são triidróxido de alumínio (ATH), diidróxido de magnésio, trióxido de antimônio, pentóxido de antimônio, ácido bórico, borato de zinco, fosfato de zinco, borato de melamina, cianureto de melamina, fosfato de etilenodiamina, polifosfato de amônio, ortofosfato de di-melamina, pirofosfato de di-melamina, hexabromociclododecano, óxido decabromodifenil e fosfato de tris(bromoneopentil).

[0096] De preferência a membrana líquido-aplicada compreende adicionalmente pelo menos um plastificante retardante de chama, particularmente um fosfato ou um fosfonato, particularmente trifenil fosfato (TPP), difenil-tert.butilfenil fosfato, fosfato de difenilcresil (DPK), fosfato tricresílico (TKP), trietyl fosfato, fosfato de tris(2-etilexil), difenil-2-etylhexil fosfato (DPO), tris(2-etylhexil) fosfato (TOF), fosfato difenilisodecil, dimetil propano fosfonato (DMPP), tetrafenil difosfato de resorcinol, oligômero de resorcinol difosfato (RDP), difosfato de etilenodiamina, bem como ésteres de fosfato de cloroalquil como tris(1-cloro-2-propil) fosfato,

tris(1,3-dicloro-2-propil) fosfato e 2,2-bis(clorometil)trimetileno como bis(bis(2-cloroetil)fosfato).

[0097] De preferência, a membrana líquido-aplicada compreende adicionalmente pelo menos um reticulador de poliisocianato com funcionalmente NCO maior que dois, particularmente oligômero, polímeros ou derivados dos já mencionados di-isocianatos. Reticuladores de poliisocianato alifáticos preferenciais são biuretos de HDI, tais como Desmodur® N 100 e N 3200 (da Bayer), Tolonate® HDB e HDB-LV (da Rhodia) e Duranate® 24A-100 (da Asahi Kasei); isocianuratos de HDI, tais como Desmodur® N 3300, N 3600 e N 3790 BA (todos da Bayer), Tolonate® HDT, HDT-LV e HDT-LV2 (da Rhodia), Duranate® TPA 100 e tA-100 (da Asahi Kasei) e Coronate® HX (da Nippon poliuretane); uretdionas de HDI, tais como Desmodur® N 3400 (da Bayer); imino-oxadiazindionas de HDI, tais como Desmodur® 3900 (da Bayer); alofanatos de HDI, tais como Desmodur® VP LS 2102 (da Bayer) e Basonat® HA 100, Basonat® HA 200 e Basonat® HA 300 (todos da BASF); e isocianuratos de IPDI, por exemplo, como Desmodur® Z 4470 (da Bayer) e Vestanat® T1890/100 (da Evonik); isocianuratos mistos baseados em IPDI/HDI, por exemplo, como Desmodur® NZ 1 (da Bayer). Reticuladores aromáticos de poliisocianatos preferenciais são oligômeros-TDI, tais como Desmodur® IL (da Bayer); MDI modificado contendo carbodiimidas ou uretoniminas de MDI, como, por exemplo, as já mencionadas. Reticuladores de poliisocianato mistos alifáticos/aromáticos também podem ser utilizados, em particular isocianuratos baseados em TDI/HDI, tais como Desmodur® HL (da Bayer).

[0098] Reticuladores de poliisocianato alifáticos são particularmente preferenciais em membranas que contêm polímeros de poliuretano isocianato-funcionais à base de poliisocianatos alifáticos.

[0099] Particularmente preferenciais são IPDI-isocianuratos e isocianuratos mistos contendo IPDI.

[00100] De preferência, a membrana líquido-aplicada compreende adicionalmente pelo menos um catalisador à base de metal a acelerar a reação dos grupos isocianato. Catalisadores à base de metal preferenciais são complexos de dialquitina, particularmente dimetiltina, carboxilatos de dibultitina ou dioctiltina, mercaptides ou acetoacetonatas, como DMTDL, DBTDL, DBT(acac)₂, DOTDL, dioctiltin(IV)neodecanoato ou DOT(acac)₂, complexos de bismuto(III), tais como octoato de bismuto (III) ou neodecanoato de bismuto (III), complexos de zinco (II), tais como octoato de zinco (II) ou neodecanoato de zinco (II) e complexos de zircônio (IV), como octoato de zircônio (IV) ou neodecanoato de zircônio (IV).

[00101] De preferência, a membrana líquido-aplicada compreende adicionalmente pelo menos um catalisador ácido a acelerar a hidrólise dos grupos aldimino. Catalisadores ácidos preferenciais são ácidos carboxílicos e ácidos sulfônicos, particularmente ácidos carboxílicos tais como ácido benzoico ou ácido salicílico.

[00102] De preferência a membrana líquido-aplicada compreende adicionalmente pelo menos um estabilizador UV. Estabilizadores UV preferenciais são absorventes de UV, tais como benzofenonas, benzotriazolas, oxalanilidas, feniltrialzinas e, particularmente, éster de ácido etil 2-ciano-3,3-difenilacrílico, e estabilizadores de luz bloqueadores de amina (HALS), tais como bis(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidil) sebacato e outros compostos contendo pelo menos uma fração 1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidinil. Estabilizadores UV ajudam a prevenir o polímero da degradação sob exposição à luz.

[00103] A membrana líquido-aplicada pode ainda incluir os seguintes ingredientes:

- outros poliisocianatos, tais como outros polímeros de poliuretano isocianato-funcional, particularmente os baseados em MDI, TDI, IPDI ou HDI;

- endurecedores de amina bloqueados que não as aldeminas mencionadas, especificamente outras aldeminas;

- plastificantes outros que não fosfatos e fosfonatos, particularmente ftalatos, trimelitatos, succinatos, glutaratos, adipatos, sebacatos, azelatos, citratos, benzoatos, glicerina acetilada ou monoglicerídeos, ftalatos hidrogenados, ésteres de ácido graxo, arilssulfonatos ou resinas de hidrocarboneto;

- solventes orgânicos como hidrocarbonetos, ésteres e éteres, particularmente acetona de acetil, mesitilóxido, ciclohexanona, metilciclohexanone, acetato de etil, acetato de propil, 1-metoxi-2-propylacetato, acetato de butil, malonato de dietil, diisopropiléter, éter dietílico, dibutileter, éter dietílico de etilenoglicol, dietileno glicol dietiléter, tolueno, xilenos, heptano, octanas, frações de diisopropilnaptalenos e de petróleo, como nafta, aguarrás e éteres de petróleo, tais como solventes Solvesso™ (da Exxon), solventes aromáticos hidrogenados tais como nafta hidrogenado, cloreto de metileno, carbonato de propileno, butirolactona, N-metil-pirrolidona e N-etil-pirrolidona;

- aditivos tais como agentes umectantes, potenciadores de fluxo, agentes de nivelamento, anti-espumantes, agentes que desareiam, agentes de secagem, antioxidantes, promotores de adesão, modificadores de reologia, particularmente sílica pirogenada e biocidas.

[00104] Ao usar tais ingredientes adicionais é vantajoso garantir que eles não prejudiquem a estabilidade de vida útil da membrana não curada fortemente, ou seja, não despertem maciçamente reações levando à reticulação do polímero durante o armazenamento. Em particular, estes ingredientes não devem ainda conter qualquer água acima de quantidades vestigiais. Pode ser vantajoso secar ingredientes fisicamente ou quimicamente antes do uso.

[00105] De preferência a membrana líquido-aplicada compreende:

- pelo menos um ingrediente selecionado dentre o grupo constituído

por enchimentos inorgânicos e pigmentos,

- pelo menos um ingrediente selecionado dentre o grupo constituído por enchimentos retardantes de chama e plastificantes retardantes de chama, e

- pelo menos um ingrediente selecionado dentre o grupo constituído por catalisadores, plastificantes e estabilizadores UV.

[00106] Tais ingredientes adicionais fornecem membranas com boa estabilidade de vida útil, boa operacionalidade, rápidas propriedades de cura bem como alta resistência e durabilidade, que têm baixa tendência a desenvolver chamas e fumaça em caso de incêndio. Tais membranas são altamente adequadas para aplicações de telhadura.

[00107] De preferência a membrana líquido-aplicada tem um teor de enchimento na faixa de 20 a 80% em peso, mais de preferência na faixa de 30 a 60% em peso, o enchimento incluindo enchimentos orgânicos, inorgânicos e retardantes de chama e pigmentos. Neste teor de enchimento a membrana fornece alta resistência e durabilidade.

[00108] Uma membrana particularmente preferencial contém:

- de 15 a 70% em peso de polímeros de poliuretano isocianato-funcionais;

- de 20 a 80% em peso de enchimentos, incluindo enchimentos inorgânicos, enchimentos retardantes de chama e pigmentos;

- de 5 a 30%, preferencialmente de 5% a 20% em peso de plastificantes, incluindo plastificantes retardantes de chama; e

- compreende pelo menos um ingrediente mais selecionado do grupo constituído por catalisadores, solventes e UV-estabilizadores.

[00109] De preferência, compreende pelo menos um ingrediente retardante de chama selecionado do grupo constituído por enchimentos retardantes de chama e plastificantes retardantes de chama. Uma tal membrana tem vida útil de boa estabilidade, boa trabalhabilidade em baixo teor de solvente, boas propriedades mecânicas e durabilidade e

baixa tendência a desenvolver chamas e fumaça em caso de incêndio.

[00110] De preferência a membrana líquido-aplicada tem uma baixa viscosidade. Isto permite uma boa trabalhabilidade quando aplicada como um revestimento auto-nivelante. Particularmente, a membrana tem uma viscosidade Brookfield na faixa de 2000 a 15000 mPa·s medidos a 20°C, de preferência na faixa de 2000 a 10000 mPa·s a 20°C. Nesta faixa de viscosidade a membrana é auto-nivelante o suficiente para permitir fácil aplicação em superfícies planas ou de baixa inclinação de telhado mas não flui para fora em pequenas cavidades na superfície do substrato.

[00111] De preferência, a membrana líquido-aplicada tem baixo conteúdo de solvente; mais preferencialmente ela contém 50 g de VOC por litro ou menos. Em tão baixo teor de solvente a membrana cumpre as especificações de VOC mais difíceis, por exemplo, do South Coast Air Quality Management District.

[00112] Membranas de impermeabilização líquido-aplicadas de cura por umidade de uma parte de ponta à base de polímeros de poliuretano isocianato-funcionais e endurecedores de amina bloqueados são difíceis de formular em baixo teor de solvente. Especialmente a baixa viscosidade e estabilidade suficiente da vida útil são difíceis de alcançar sem o uso de grandes quantidades de solventes. Surpreendentemente, constatou-se nesta invenção que o uso de trialdimina da fórmula (I) em membranas de impermeabilização líquido-aplicadas de cura por umidade que compreendem um polímero de poliuretano isocianato-funcional e uma dialdimina fornece às membranas baixíssima viscosidade e boa estabilidade de vida útil, permitindo, portanto, a redução de conteúdos de solvente e dando ensejo a formulação de membranas de impermeabilização de alta performance com odor e VOC reduzidos. Além disso, verificou-se surpreendentemente que o uso de uma trialdimina de fórmula (I) em uma membrana à base poliuretano que compreende uma dialdimina é um método eficaz para acelerar significativamente a cura

sem reduzir propriedades mecânicas e estabilidade de vida útil.

[00113] Um objetivo adicional desta invenção é o uso de pelo menos uma trialdimina da fórmula (I) para aumentar a velocidade de cura de uma membrana de impermeabilização de uma só parte de cura por umidade que compreende pelo menos um polímero de poliuretano isocianato-funcional e pelo menos uma dialdimina, particularmente o período até tornar-se andável.

[00114] Preferivelmente, a trialdimina da fórmula (I) é usada em quantidade correspondente a uma razão entre o número de grupos aldimino da trialdimina e o número de grupos aldimino da dialdimina na faixa de 90/10 a 40/60, particularmente 90/10 a 60/40.

[00115] Este uso fornece membranas líquido-aplicadas tendo baixa viscosidade em baixo conteúdo de viscosidade, boa estabilidade de vida útil, propriedades de cura rápida, tempo de formação de película particularmente rápido, porém suficientemente longo, e rápido período até tornar-se andável, bem como elevado alongamento e elevada resistência após a cura.

[00116] A membrana de impermeabilização líquido-aplicada de cura por umidade de uma parte pode ser preparada misturando todos os ingredientes sob exclusão de umidade para obter um fluido homogêneo. Pode ser armazenada em um recipiente adequado vedado à umidade, particularmente um balde, um tambor, um *hobbock*, um saco, uma salsicha, um cartucho, uma lata ou uma garrafa.

[00117] A membrana é aplicada no estado líquido dentro de seu momento de abertura, normalmente colocando-a sobre o substrato, seguido de espalhá-lo, por exemplo, com um rolo ou um rodo de borracha, para obter a espessura desejada, que é tipicamente na faixa de 0,5 a 3 mm, particularmente de 0,75 a 1,5 mm.

[00118] "Momento de abertura" significa o período de tempo entre a exposição à umidade e a formação de uma película na superfície da

membrana, também convoca-se "livre de aderência" e "tempo de formação de película".

[00119] A membrana líquido-aplicada é auto-nivelante, o que significa que sua viscosidade é baixa o suficiente para desenvolver uma superfície plana depois de espalhamento por rolamento ou escovação.

[00120] A cura da membrana começa quando ela entra em contato com umidade, tipicamente umidade atmosférica. O processo de cura funciona por reação química. Os grupos aldimino são ativados com a umidade e depois reagem com grupos isocianato. Quando da ativação, cada grupo aldimino forma um grupo amino primário. Além disso, os grupos isocianato também podem reagir diretamente com a umidade. Como resultado destas reações a membrana cura para formar um material sólido elástico. O processo de cura também pode ser chamado de reticulação. Após a cura, é obtido um material elástico com uma adesão muito boa para um grande número de substratos.

[00121] No decurso da reação de cura, os agentes de bloqueio das aldiminas, que são aldeídos da fórmula (V a) ou (V b), são liberados. Estes agentes de bloqueio, dependendo de sua volatilidade e outros fatores como a sua solubilidade na membrana, podem evaporar-se da membrana, durante ou após a cura, ou podem permanecer na membrana curada. Os aldeídos da fórmula (V a) são de baixo odor e boa compatibilidade com a matriz de poliuretano da membrana. Particularmente o preferencial 2,2-dimetil-3-(N-morfolino)propanal tem excelente compatibilidade com a matriz de poliuretano. Também os aldeídos da fórmula (V b) são de baixo odor. Particularmente, o preferencial 2,2-dimetil-3-lauroiloxipropanal é inodoro e permanece quase completamente dentro da membrana, reduzindo odor, emissão e encolhimento da membrana.

[00122] A membrana pode ser aplicada sobre vários substratos, formando um revestimento elástico no substrato. Pode ser usada

particularmente para impermeabilização de telhado, terraço de telhado ou jardim no terraço, bem como um plantador, uma varanda, um terraço, uma praça ou uma fundação. Também pode ser usada dentro de casa para impermeabilização, particularmente sob as telhas cerâmicas, e.g. em um quarto de banho, uma cozinha ou um quarto da planta, protegendo-os de entrada de água. A membrana líquido-aplicada é particularmente adequada para fins de renovação.

[00123] Mais preferencial é o uso da membrana líquido-aplicada num telhado, particularmente um telhado plano ou de baixa inclinação. Ela pode ser usada para impermeabilizar um telhado novo, bem como para fins de renovação e é particularmente útil para o trabalho de detalhamento.

[00124] A membrana líquido-aplicada de preferência é usada como parte de um sistema de impermeabilização, consistindo de:

- opcionalmente, um iniciador e/ou um revestimento base,
- uma ou mais de uma camada da membrana, de preferência em combinação com uma malha de reforço de fibra, e
- opcionalmente, um revestimento superior.

[00125] De preferência, usa-se a membrana líquido-aplicada derramando-a sobre um substrato, sendo espalhada uniformemente dentro de seu momento de abertura até a espessura da camada desejada, tipicamente na faixa de 0,5 a 3 mm, particularmente na faixa de 0,75 a 1,5 mm, com um rolo, um pincel, uma faca de espalhar ou um limpador.

[00126] De preferência a malha de reforço de fibra é aplicada após a primeira camada da membrana, colocando-a em cima da membrana recém aplicada e rolando-a ou aplicando-a exaustivamente para dentro da membrana dentro do momento de abertura da membrana, nomeadamente através de um rolo ou um pincel. A membrana com a malha de reforço de fibra incorporada então é curada pelo menos ao

ponto em que é andável, antes que seja aplicada uma outra camada opcional da membrana.

[00127] Pode ser vantajoso aplicar um revestimento superior na camada superior da membrana, como uma laca de revestimento ou coisa parecida. Especialmente para as membranas baseadas em isocianatos aromáticos, é vantajoso aplicar um revestimento superior UV-resistente na membrana curada.

[00128] Outro assunto da invenção é um método de impermeabilização de uma estrutura de telhado, compreendendo:

- aplicação da membrana no estado líquido sobre um substrato da estrutura do telhado em uma espessura de camada na faixa de 0,5 a 3 mm, particularmente na faixa de 0,75 a 1,5 mm;

- contatar a membrana com uma malha de reforço de fibra dentro do momento abertura da membrana;

- expor a membrana à umidade, para assim curar a membrana parcialmente ou totalmente para obter um revestimento elástico;

- opcionalmente, aplicar uma segunda camada da membrana em uma espessura de camada na faixa de 0,5 a 3 mm, particularmente na faixa de 0,75 a 1,5 mm e curá-la pela exposição à umidade.

[00129] A malha de reforço de fibra de preferência é uma malha de fibra de poliéster não tecida e mais de preferência uma malha de fibra de vidro não-tecida.

[00130] A malha de reforço de fibra atua como um reforço para a membrana, fornecendo maior resistência e durabilidade. As fibras aleatoriamente orientadas nas malhas preferenciais não-tecidas de fibra dão uma força multidirecional para a membrana permitindo que ela permaneça altamente elástica. Isso melhora a força, resistência ao rasgo e resistência à perfuração. A malha de fibra de vidro não tecida mostra um particularmente fácil manuseio, pois não é dura, mas adapta-se facilmente à topografia da superfície determinada.

[00131] Substratos em que a membrana pode ser aplicada são particularmente:

- concreto, argamassa, concreto leve tijolo, adobe, azulejo, ardósia, gesso e pedras naturais, tais como granito ou mármore;
- metais e ligas, tais como alumínio, cobre, ferro, aço e metais não ferrosos incluindo metais de superfície acabada e ligas, tais como metais galvanizados e metais cromados;
- asfalto;
- feltro betuminoso;
- plásticos, tais como PVC, ABS, PA, PC, poliéster, PMMA, SAN, resinas epóxidas, resinas fenólicas, PUR, POM, PO, PE, PP, EPM, EPDM em forma não tratada ou superfície-tratada por meio de plasma, corona ou chama; particularmente, membranas de PVC, PO (FPO, TPO) ou EPDM;
- substratos revestidos, tais como telhas envernizadas, concreto pintado e metais revestidos.

[00132] Pode ser vantajoso pré-tratar o substrato antes de aplicar a membrana, por exemplo, por lavagem, lavagem por pressão, limpando, sopro, moagem e/ou aplicando um iniciador e/ou um revestimento base.

[00133] Por esse método, uma estrutura de telhado impermeável é obtida que compreende a membrana curada com a malha de reforço de fibra incorporada.

[00134] A estrutura do telhado é, de preferência, parte do telhado de um edifício, particularmente num edifício de engenharia estrutural e civil, de preferência uma casa, um edifício industrial, um hangar, um shopping center, um estádio de esportes ou similares.

[00135] A membrana de impermeabilização líquido-aplicada de cura por umidade de uma parte aqui descrita tem uma série de vantagens. Tem muita boa estabilidade de vida útil e baixa viscosidade, mesmo com conteúdos de VOC muito baixos. É de baixo odor, antes, durante e após

a aplicação. Tem momento de abertura suficientemente longo para permitir aplicação manual, mas cura muito rápido, tanto no tocante ao tempo de formação de película quanto ao tempo que leva até tornar-se caminhável. Em estado curado, ele mostra resistência elevada, alongamento elevado, alta durabilidade e boa adesão a diversos substratos, o que permite que a membrana proteja particularmente o telhado de um edifício contra a entrada de água em condições meteorológicas exteriores.

EXEMPLOS

[00136] "Clima normal" significa uma temperatura de 23 ± 1 °C e uma umidade atmosférica relativa de $50\pm 5\%$.

[00137] O **teor de amina** (teor total de aminas livres e aminas bloqueadas, ou seja, os grupos aldimino) das aldiminas preparadas foi determinada por titulação (com 0,1 NHCIO₄ em ácido acético contra violeta de cristal) e é dada em mmol N/g.

1. Substâncias usadas:

Trímero IPDI	Isocianurato de IPDI, 70% em peso em solvente-nafta 100, conteúdo de NCO 11.9 % em peso (Desmodur ® Z 4470 SN da Bayer)
Trialdimina-1	N,N',N"-tris(2,2-dimetil-3-(N-morfolino)-propilideno)-polioxipropileno triamina com peso molecular médio de cerca de 900 g/mol; com peso equivalente de 320 g/Eq (derivado a partir de Jeffamine® T-403, da Huntsman).
Dialdimina-1	N,N'-bis(2,2-dimetil-3-(N-morfolino)-propilideno)-3-aminometil-3,5,5-trimetilciclohexilamina; com peso equivalente de 247 g/Eq.
Dialdimina-2	N,N'-bis(2,2-dimetil-3-(N-morfolino)-propilideno)-hexametileno-1,6-diamina; com peso equivalente de 219 g/Eq.
Dialdimina-3	N,N'-bis(2,2-dimetil-3-lauroiloxipropilideno)-3-aminometil-

	3,5,5-trimetilciclohexilamina; com peso equivalente de 367 g/Eq.
ATH	Trihidróxido de Alumínio
DBTDL	Dilaурato de dibutil estanho (Sigma Aldrich)
HALS	Bis-(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidil)-sebacato
DPK	Fosfato de difenilcresil (Disflamoll® DPK da Lanxess)

[00138] O **Polímero-1** foi preparado reagindo 906.1 g de polioxipropileno diol com peso molecular médio de ca. 1000 g/mol (Voranol® L 1010 da Dow), 28.1 g de 1,4-butanodiol e 514.4 g de isoforona diisocianato (Vestanat® IPDI da Evonik) na presença de dilaурato de dibutilestanho a 1,4 g (DBTDL) de acordo com procedimentos conhecidos a 80°C, para obter um polímero de poliuretano isocianato-funcional com um teor de NCO de 6.34% em peso.

Trialdimina-1: N,N',N''-tris(2,2-dimetil-3-(N-morfolino)-propilideno)-polioxipropilenotriamina

[00139] 514 g (3,0 mol) de 2,2-dimetil-3-(N-morfolino)-propanal foram colocados em um frasco de fundo redondo sob atmosfera de nitrogênio. Em seguida, 440 g (ca. 2.8 mol N) de polioxipropilenetriamina de peso molecular médio de cerca de 440 g/mol (Jeffamine® T-403 da Huntsman, conteúdo de amina 6.40 mmol N/g) foram acrescentados sob boa agitação, seguida de remoção dos conteúdos voláteis a 80 °C e 10 mbar vácuo. O rendimento foi de 902 g de um líquido quase incolor, com um teor de amina de 6.44 mmol N/g, correspondente a um peso equivalente de aldimina calculado de aproximadamente 320 g/Eq.

Dialdimina-1: N,N'-bis(2,2-dimetil-3-(N-morfolino)-propilideno)-3-amino-metil-3,5,5-trimetilciclohexilamina

[00140] Sob as mesmas condições como dado para Trialdimina-1, 170,3 g (1 mol) de 3-aminometil-3,5,5-trimetilciclohexilamina (Vestamin® IPD da Evonik) e 359,5 g (2.1 mol) 2,2-dimetil-3-(N-morfolino)-propanal foram reagidos. O rendimento foi de 493,2 g de um líquido quase incolor,

com um teor de amina de 8,25 mmol N/g, correspondente a um peso equivalente de aldimina calculado de aproximadamente 247 g/Eq.

Dialdimina-2: N,N'-bis(2,2-dimetil-3-(N-morfolino)-propilideno)-hexametileno-1,6-diamina

[00141] Sob as mesmas condições que as dadas para Trialdimina-1, 359.5 g (2.1 mol) de 2,2-dimetil-3-(N-morfolino)-propanal e 166.0 g (1 mol) de solução de hexametileno-1,6-diamina (70% em peso em água) foram reagidos. O rendimento foi de 439.1 g de um líquido quase incolor, com um teor de amina de 9.27 mmol N/g, correspondente a um peso equivalente de aldimina calculado de aproximadamente 219 g/Eq.

Dialdimina-3: N,N'-bis(2,2-dimetil-3-lauroiloxipropilideno)-3-aminometil-3,5,5-trimetilciclohexilamina

[00142] Sob as mesmas condições que as dadas para Trialdimina-1, 598 g (2.1 mol) de 2,2-dimetil-3-lauroiloxi-propanal e 170.3 g (1 mol) 3-aminometil-3,5,5-trimetilciclohexilamina (Vestamin® IPD da Evonik) foram reagidos. O rendimento foi de 732 g de um líquido quase incolor, com teor de amina de 2.73 mmol N/g, correspondente a um peso equivalente de aldimina calculado de aproximadamente 367 g/Eq.

2. Membranas líquido-aplicadas de impermeabilização de cura por umidade de uma parte

[00143] Para cada membrana os seguintes ingredientes foram misturados sob exclusão de umidade num béquer de polipropileno vedado por meio de um agitador centrífugo (SpeedMixer™ DAC 150, FlackTek Inc.) até a obtenção de um fluido homogêneo:

554,7 partes de peso do Polímero-1,

529,2 partes de peso de DPK,

71,5 partes de peso de trímero de IPDI,

278,9 partes de peso de dióxido de titânio,

545,3 partes de peso de ATH,

213,1 partes de peso de baritina,

18,4 partes de peso de sílica pirogenada,
26,9 partes de peso de negro de carbono,
10,0 partes de peso de HALS,
0,2 partes de peso de DBTDL,
0,8 partes de peso de ácido salicílico e
os ingredientes dados nas Tabelas 1 a 3.

[00144] As membranas foram armazenadas em uma lata hermeticamente vedada à prova de umidade por 24 horas à temperatura ambiente e então testadas como segue.

[00145] A **viscosidade** foi medida com um viscosímetro de cisalhamento Brookfield DV-E, spindle n° 5, 30 rpm, à temperatura de 20°C. "Inicial" significa a viscosidade medida 24 horas após a mistura dos ingredientes. "28d 40°C" significa a viscosidade medida após um armazenamento adicional de 28 dias a 40°C.

[00146] Velocidade de cura ("**tempo de secagem BK**") foi determinado a 20°C/45% de umidade relativa usando-se um gravador de tempo de secagem Beck-Koller segundo a ASTM D5895. O resultado para o estágio 2 indica aproximadamente o tempo de formação de película da membrana. O resultado para o estágio 4 indica aproximadamente o tempo transcorrida até tornar-se andável, isto é, o período de tempo após o qual a membrana desenvolveu força inicial o suficiente para que se caminhe sobre ela.

[00147] Para determinar as propriedades mecânicas, um filme curado de duas-camadas foi preparado para cada membrana. Para preparar a película, uma primeira camada de 800 µm de espessura foi aplicada com uma barra *draw-down* e deixada sofrendo cura em clima normal (NC) por 24 horas; então uma segunda camada de 400 µm de espessura foi aplicada ali em um ângulo de 90° e novamente deixada sofrendo cura em NC por 24 horas; o filme de duas camadas foi então colocado em um forno a 60°C por 24 horas. Após 24 horas adicionais em

NC, halteres com comprimento de 75 mm, comprimento de travão de 30 mm e uma largura de travão de 4 mm foram amostrados da película e **resistência a tração e alongamento na ruptura** determinados de acordo com DIN EN 53504 em velocidade de cruzeta de 200 mm/min.

[00148] Todas as membranas formaram películas flexíveis sem bolhas nem tachas.

[00149] Os resultados são apresentados nas Tabelas 1 a 3.

[00150] As membranas líquido-aplicadas **Ex-1** a **Ex-10** são exemplos de acordo com a invenção, as membranas líquido-aplicadas **Ref-1** a **Ref-6** são exemplo comparativo.

	Ex-1	Ex-2	Ex-3	Ex-4	Ex-5	Ex-6
Ingredientes Dados Acima	2249.0	2249.0	2249.0	2249.0	2249.0	2249.0
Solvente ¹	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	37.2
DPK	50.6	50.6	50.6	50.6	50.6	21.4
Trialdimina-1	190.7	116.6	160.0	190.7	174,9	190.7
Dialdimina-1	32.9	89.9	-	-	-	16.4
Dialdimina-2	-	-	-	29.2	39.9	14.6
Dialdimina-3	-	-	48.9	-	-	-
Eq Trialdim./Eq Dialdim. ²	82/18	50/50	79/21	82/18	75/25	82/18
Conteúdo de VOC [g/l]	19.8	20.0	19.9	19.8	19,8	37.3
Visc. [mPa·s], inicial	6900	6190	6500	6160	5250	5740
Visc. [mPa·s], 28d 40°C	7300	8530	7200	8720	7470	7440
Tempo de Secagem BK [h]						
Estágio 2	2.5	2.5	1.5	2	2	4

Estágio 3	3.5	10	>12	4.5	5	5
Estágio 4	6.8	15	>12	14	15	18
Resistência à tração [MPa]	5.1	5.2	5.5	5.8	5.5	4.2
Alongamento na Ruptura [%]	440	390	460	470	460	490

Tabela 1: Composição (em partes de peso) e os resultados de teste dos exemplos **Ex-1** a **Ex-6** “Visc.” significa “Viscosidade”

¹ 1-metoxi-2-propilacetato

² indica a razão aproximada entre o número de grupos aldimino da trialdimina e o número de grupos aldimino da(s) dialdimina(s)

	Ref-1	Ref-2	Ref-3	Ref-4	Ref-5	Ref-6
Ingredientes Dados Acima	2249.0	2249.0	2249.0	2249.0	2249.0	2249.0
Solvente ¹	8.0	8.0	8.0	58.6	58.6	37.2
DPK	50.6	50.6	50.6	-	-	21.4
Trialdimina-1	233.3	58.3	58.3	-	-	-
Dialdimina-1	-	134.8		180.1	-	90.0
Dialdimina-2	-	-	119.8	-	159.7	79.8
Eq Trialdim./Eq Dialdim. ²	100/0	25/75	25/75	0/100	0/100	0/100
Conteúdo de VOC [g/l]	19.7	20.2	20.3	50.3	50.9	38.5
Visc. [mPa·s], inicial	6940	6370	4870	7400	4700	4200
Visc. [mPa·s], 28d 40°C	9150	8290	6960	7600	5900	6000
Tempo de Secagem BK [h]						
Estágio 2	4	7	6.3	1.5	1.8	3

Estágio 3	7	18	18	7.3	10.5	>12
Estágio 4	24	>24	>24	>12	>12	>12
Resistência à tração [MPa]	4.3	5.4	5.5	4.2	4.1	3.7
Alongamento na Ruptura [%]	453	361	470	400	460	440

Tabela 2: Composição (em partes de peso) e os resultados de teste dos exemplos **Ref-1** a **Ref-6** “Visc.” significa “Viscosidade”

¹ 1-metoxi-2-propilacetato

² indica a razão aproximada entre o número de grupos aldimino da trialdimina e o número de grupos aldimino da(s) dialdimina(s)

	Ex-7	Ex-8	Ex-9	Ex-10
Ingredientes Dados Acima	2249.0	2249.0	2249.0	2249.0
Solvente ¹	8.0	8.0	8.0	8.0
DPK	50.6	50.6	50.6	50.6
Trialdimina-1	190.7	140.0	116.7	93.3
Dialdimina-3	48.9	106.9	133.6	160.4
Eq Trialdim./Eq Dialdim. ²	82/18	60/40	50/50	40/60
Conteúdo de VOC [g/l]	19.6	19.5	19.4	19.3
Visc. [mPa·s], inicial	6300	5800	5500	5200
Visc. [mPa·s], 28d 40°C	7400	6800	5700	5400
Tempo de Secagem BK [h]				
Estágio 2	2.5	4	6	8
Estágio 3	3.5	5.5	12	16

Estágio 4	12	19	>24	>24
Resistência à tração [MPa]	4.7	4.5	3.2	3.0
Alongamento na Ruptura [%]	460	520	370	410

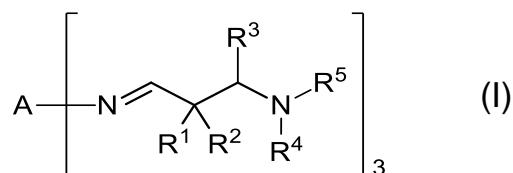
Tabela 3: Composição (em partes de peso) e os resultados de teste dos exemplos **Ex-7** a **Ex-10** "Visc." significa "Viscosidade"

¹ 1-metoxi-2-propilacetato

² indica a razão aproximada entre o número de grupos aldimino da trialdimina e o número de grupos aldimino da(s) dialdimina(s)

REIVINDICAÇÕES

1. Membrana de impermeabilização de uma parte líquido-aplicada de cura por umidade, **caracterizada** pelo fato de que compreende pelo menos um polímero de poliuretano isocianato-funcional; pelo menos uma trialdimina da fórmula (I),



A é uma fração hidrocarbil trivalente de peso molecular médio na faixa de 380 a 5000 g/mol, contendo grupos éter,

R¹ e R² são os mesmos ou diferentes alquis C₁ a C₁₂, lineares ou ramificados, ou são unidos para formar uma fração hidrocarbil C₄ a C₁₂ divalente, linear ou ramificada, que é parte de um anel carbocíclico de 5 a 8 membros;

R³ é hidrogênio ou um alquil ou arilalquil ou alcoxcarbonil C₁ a C₁₂ linear ou ramificado, e

R⁴ e R⁵ são os mesmos ou diferentes alquis ou cicloalquis ou aralquis C₁ a C₂₀ lineares ou ramificados, opcionalmente contendo grupos éter, ou são unidos para formar uma fração hidrocarbil C₄ a C₁₂ divalente, linear ou ramificada, que é parte de um anel heterocíclico de 5 a 8 membros que, além do átomo de nitrogênio, pode conter um grupo amino terciário ou éter ou tioéter; e

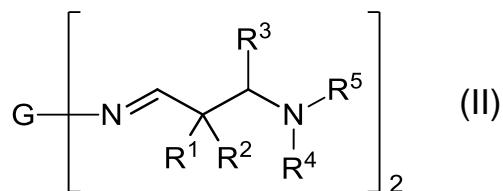
pelo menos uma dialdimina;

segunda a qual a razão entre o número de grupos aldimino da trialdimina e o número de grupos aldimino da dialdimina encontra-se na faixa de 90/10 a 40/60.

2. Membrana de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que o polímero isocianato-funcional é à base de um polisacionato alifático.

3. Membrana de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato de que a trialdimina da fórmula (I) é triamina N,N',N''-tris(2,2-dimetil-3-(N-morfolino)-propilideno)-polioxipropileno com peso molecular médio numérico na faixa de 860 a 5500 g/mol.

4. Membrana de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizada** pelo fato de que a dialdimina é uma dialdimina da fórmula (II),



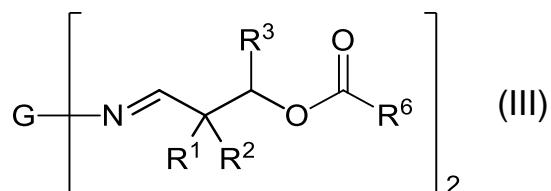
em que

G é uma fração hidrocarbil divalente de peso molecular na faixa de 28 a 400 g/mol,

e R¹, R², R³, R⁴ e R⁵ são os mesmos definidos na fórmula (I).

5. Membrana de acordo com a reivindicação 4, **caracterizada** pelo fato de que a dialdimina da fórmula (II) é selecionada dentre o grupo constituído por N,N'-bis(2,2-dimetil-3-(N-morfolino)-propilideno)-hexametileno-1,6-diamina e N,N'-bis(2,2-dimetil-3-(N-morfolino)-propilideno)-3-aminometil-3,5,5-trimetilciclohexilamina.

6. Membrana de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizada** pelo fato de que a dialdimina é uma dialdimina da fórmula (III),



em que

G é uma fração hidrocarbil divalente de peso molecular na faixa de 28 a 400 g/mol,

R⁶ é uma fração hidrocarbil C₆ a C₂₀ monovalente opcionalmente

- contendo grupos éter, carbonil ou éster,
e R¹, R² e R³ são os mesmos definidos na fórmula (I).
7. Membrana de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizada** pelo fato de que compreende adicionalmente
- pelo menos um ingrediente selecionado dentre o grupo constituído por enchimentos inorgânicos e pigmentos,
 - pelo menos um ingrediente selecionado dentre o grupo constituído por enchimentos retardantes de chama e plastificantes retardantes de chama, e
 - pelo menos um ingrediente selecionado dentre o grupo constituído por catalisadores, plastificantes, solventes e estabilizadores UV.
8. Membrana de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizada** pelo fato de que contém
- de 15 a 70% em peso de polímeros de poliuretano isocianato-funcionais;
 - de 20 a 80% em peso de enchimentos, incluindo enchimentos inorgânicos, enchimentos retardantes de chama e pigmentos;
 - de 5 a 30% em peso de plastificantes, incluindo plastificantes retardantes de chama;
 - e compreendendo pelo menos um ingrediente adicional selecionado dentre o grupo constituído por catalisadores, solventes e estabilizadores UV.
9. Membrana de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizada** pelo fato de que tem uma viscosidade Brookfield na faixa de 2000 a 15000 mPa·s a 20°C, em que a viscosidade é medida com um viscosímetro do tipo fuso Brookfield DV-E, eixo nº 5, 30 rpm, a uma temperatura de 20°C.
10. Membrana de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizada** pelo fato de que contém 50 g de VOC por litro ou menos, em que VOC refere-se a substâncias orgânicas com uma pressão de

vapor de pelo menos 0,01 kPa a uma temperatura de 20°C.

11. Uso da membrana definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 10, **caracterizado** pelo fato de ser em um telhado.

12. Sistema de impermeabilização, **caracterizado** pelo fato de que compreende,

- opcionalmente, um iniciador e/ou um revestimento base,

- uma ou mais de uma camada da membrana definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 10, preferencialmente em combinação com uma malha de reforço de fibras, e

- opcionalmente, um revestimento superior.

13. Método de impermeabilização de uma estrutura de telhado, **caracterizado** pelo fato de que compreende

- aplicação da membrana definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 10 no estado líquido sobre um substrato da estrutura do telhado em uma espessura de camada na faixa de 0,5 a 3 mm;

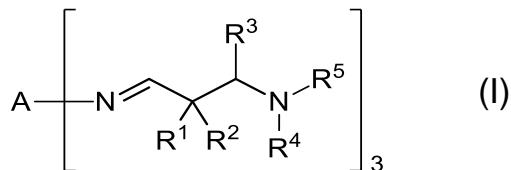
- contatar a membrana com uma malha de reforço de fibra dentro do momento de abertura da membrana;

- expor a membrana à umidade, para assim curar a membrana, parcialmente ou totalmente, para obter um revestimento elástico,

- opcionalmente, aplicar uma segunda camada da membrana em uma espessura de camada na faixa de 0,5 a 3 mm e curá-la pela exposição à umidade.

14. Estrutura de telhado impermeável, **caracterizada** pelo fato de ser obtida pelo método definido na reivindicação 13.

15. Uso de pelo menos uma trialdimina de fórmula (I),



em que

A é uma fração hibrocarbil trivalente de peso molecular médio na

faixa de 380 a 5000 g/mol, contendo grupos éter,

R¹ e R² são os mesmos ou diferentes alquis C₁ a C₁₂, lineares ou ramificados, ou são unidos para formar uma fração hidrocarbil C₄ a C₁₂ divalente linear ou ramificada que é parte de um anel carbocíclico de 5 a 8 membros;

R³ é hidrogênio ou um alquil ou arilalquil ou alcoxcarbonil C₁ a C₁₂ linear ou ramificado, e

R⁴ e R⁵ são os mesmos ou diferentes alquis ou cicloalquis ou aralquis C₁ a C₂₀ lineares ou ramificados, opcionalmente contendo grupos éter, ou são unidos para formar uma fração hidrocarbil C₄ a C₁₂ divalente linear ou ramificada que é parte de um anel heterocíclico de 5 a 8 membros que, além do átomo de nitrogênio, pode conter um grupo amino terciário ou éter ou tioéter;

caracterizado pelo fato de ser para acelerar a velocidade de cura de uma membrana de impermeabilização de uma parte líquido-aplicada de cura por umidade que compreende pelo menos um polímero de poliuretano isocianato-funcional e pelo menos uma dialdimina.